

Avaliação da frescura e do tempo de conservação útil da cavala (*Scomber spp*) e do carapau (*Trachurus spp*) frescos e refrigerados, comercializados em Faro (Portugal) e em Luanda (Angola)



Eduardo António Panguila

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos

Departamento de Engenharia Alimentar, Instituto Superior de Engenharia

Trabalho efetuado sob a orientação de:
Professora Doutora Ana Cristina Figueira
Professor Doutor Eduardo Esteves

Faro, 2015



**Avaliação da frescura e do tempo de conservação útil
de cavala (*Scomber spp*) e do carapau (*Trachurus spp*)
frescos e refrigerados, comercializados em Faro
(Portugal) e em Luanda (Angola)**

Eduardo António Panguila

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia de
Alimentos

Departamento de Engenharia Alimentar, Instituto Superior de Engenharia

Trabalho efetuado sob a orientação de:
Professora Doutora Ana Cristina Figueira
Professor Doutor Eduardo Esteves

Faro, 2015

Avaliação da frescura e do tempo de conservação útil de cavala (*Scomber spp*) e do carapau (*Trachurus spp*) frescos e refrigerados, comercializados em Faro (Portugal) e em Luanda (Angola)

Declaração de autoria de trabalho

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

Eduardo António Panguila

©2015 Eduardo António Panguila

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.

*“As alturas alcançadas e mantidas por grandes homens
Não foram alcançadas repentinamente
Mas foram eles enquanto seus companheiros dormiam,
Trabalhavam arduamente, noite dentro”*

Henry Wadsworth

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, a memória dos meus pais António Panguíla e Cecília Francisco vítimas de doença, por me terem colocado neste mundo, pelo carinho e amor incondicional, pelos cuidados desde o ventre até a data em que a morte os separou fisicamente de mim. Tenho feito súplicas a Deus, para que as vossas almas descansem em paz.

À minha família, por todo apoio e amor, em especial aos meus tios Gabriel Vinte e Cinco e Luzia Vinte e Cinco, por eu ser o produto daquilo que fizeram e vêm fazendo em prol da minha formação, e sobre tudo, pelo grande amor que têm por mim.

Eduardo António Panguíla

AGRADECIMENTOS

À Deus Pai Todo-Poderoso, pela vida, força, coragem, determinação e capacidade.

Ao Ministério das Pescas de Angola e Instituto Nacional de Investigação Pesqueira (INIP), por acreditarem em mim e pela bolsa de estudo.

Aos meus orientadores, Professora Doutora Ana Cristina Figueira e Professor Doutor Eduardo Esteves, pela oportunidade em trabalhar com eles, pelo apoio laboratorial e científico no desenvolvimento deste trabalho, pela experiência transmitida, pelo apoio moral em algumas fases difíceis do trabalho, e pela prodigalidade na correção de aspetos técnico-científicos deste trabalho, quer no tratamento estatístico dos resultados experimentais quer na correção do Português e organização do texto.

Às Doutoradas Filomena Vaz-Velho e Avelina Victor, pela oportunidade que me foi concedida em realizar a segunda fase do projeto no INIP, e por todo apoio prestado.

À Engenheira Vera Gonçalves, pela experiência, paciência, e alto sentido profissional, pelo apoio no trabalho de laboratório, pelo sacrifício de algumas vezes ter saído tarde do laboratório, sob pena de me deixar sozinho, e então sacrificar dessa forma a sua família, e por tudo que me mostrou como pessoa.

Ao Professor Doutor Jaime Aníbal, pelo carinho, prontidão e boa disposição em ajudar e, principalmente, pela colaboração em algumas questões de natureza laboratorial e científica, nomeadamente na realização das determinações do azoto básico volátil total neste trabalho.

Ao projeto *CAVALA VRP – Valorização dos Recursos Pesqueiros*, financiado pelo programa PROMAR (Eixo 4/GAC Barlavento) resultado da parceria entre uma organização de produtores da pesca do cerco, a Barlapesca, e um centro de investigação dedicado às ciências do mar, o CCMAR, por me ter fornecido amostras da cavala utilizadas neste trabalho.

Ao Engenheiro António Unza do INIP, por todo apoio e espírito de camaradagem e paciência, e acima de tudo por o ter sacrificado a sair muito tarde do INIP, nos dias em que eu fazia os ensaios das proteínas.

Ao Mestre Paulo Coelho, pela consideração e atenção prestada durante o período em que estive a realizar as experiências no INIP.

À Engenheira Clarice Ramalho, pelo apoio laboratorial e por me apoiar na compra de pescado utilizado neste trabalho.

Aos Professores, Técnicos e Colegas do Departamento de Engenharia Alimentar (em Faro) e do Instituto Nacional de Investigação Pesqueira (em Luanda), que trabalharam comigo nas sessões de provas sensoriais.

Aos Professores do Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos, pelo carinho e a apoio nas mais diversas dificuldades que fui apresentando ao longo desta formação.

Às minhas irmãs, amigas e colegas Mirian de Sousa e Suzana Nicolau, pela partilha do teto, fraternidade, conselhos, em alguns momentos de tensões, em especial à Mirian de Sousa pelo apoio laboratorial, durante a realização deste trabalho.

À Senhora Luísa da Silva, pela ajuda em arrumar e lavar os materiais, e por algumas vezes ter ficado horas extras no laboratório, quando eu saía tarde.

Aos colegas do laboratório de controlo de qualidade dos produtos da pesca e derivados do INIP, em especial à colega Makiesse Neto e Hamilton Abril, pelas suas prestimosas ajudas durante a realização dos ensaios laboratoriais.

Às colegas Tânia Barros e Vera Alves, por todo apoio laboratorial que me prestaram.

Aos meus colegas do curso, Romilson Brito e Andreia Cravinho, pela amizade e pelo companheirismo do princípio ao fim do curso.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o êxito deste trabalho, o meu muito obrigado, e Deus saberá retribuir melhor o que vós fizestes na realização deste trabalho

RESUMO

A cavala (*Scomber* spp.) e carapau (*Trachurus* spp.) são espécies ricas em proteínas, ácidos gordos insaturados do tipo ómega-3, vitaminas e sais minerais. Entretanto, a maior procura e consumo destas espécies devido à sua abundância e baixo valor comercial, tem levantado algumas preocupações sobre a sua qualidade e segurança alimentar por parte dos consumidores, nomeadamente em Angola onde informações sobre o controlo de qualidade, bem como o tempo de prateleira das referidas espécies durante o transporte e armazenamento são praticamente inexistentes. Neste trabalho, utilizou-se uma metodologia baseada na análise sensorial (o método do índice de qualidade, ou QIM) e um conjunto de determinações físico-químicas (cor, textura, pH, teor em azoto básico volátil total ou ABVT, índice de peróxidos ou IP, e teor em substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico ou TBARS) para avaliar o grau de frescura/qualidade e estimar o tempo de conservação útil das referidas espécies frescas e refrigeradas, comercializadas em Faro (Portugal) e em Luanda (Angola). Amostras da cavala (n=25) e de carapau (n=27) foram armazenadas e refrigeradas em gelo a 5 °C durante 11-13 dias. Ao sétimo dia de armazenamento, tanto as amostras da cavala como de carapau, foram rejeitadas sensorialmente pelo painel de provadores em Faro e Luanda. Nesse dia, os resultados do teor em ABVT registados nas amostras de cavala ($37,57 \pm 1,17$ mg N/100 g para Faro e $37,34 \pm 2,61$ mg N/100 g para Luanda) e de carapau ($49,12 \pm 0,84$ mg N/100 g para de Faro e $30,11 \pm 3,45$ mg N/100g para Luanda), estavam acima do limite máximo (30-35 mg N/100g) referido na regulamentação aplicável. Portanto, com base nestes resultados e nos restantes parâmetros de qualidade avaliados neste trabalho, estima-se um tempo máximo de conservação útil de 7 dias para cavala e carapau comercializados em Faro e Luanda, quando armazenados e refrigerados com gelo a 5 °C.

Palavras-chave: Carapau, Cavala, Frescura, Análise sensorial, QIM e Qualidade do pescado.

ABSTRACT

Mackerel (*Scomber* spp.) and horse mackerel (*Trachurus* spp.), are rich in protein, unsaturated fatty acids of the omega-3 type, vitamins and minerals. However, the increased demand for and consumption of these species due to their abundance and low price, has raised some concerns about its quality and food safety for consumers, particularly in Angola where there is little information about the quality control, as well as the shelf time of these species during transport and storage. In this study, a sensory-based methodology (the quality index method QIM) and a set of physic-chemical analyses (viz. determination of colour, texture, pH, content in total volatile basic nitrogen or TVB-N, peroxides index or IP, and content in thiobarbituric acid reactive substances or TBARS), was used to evaluate the degree of freshness and estimate the shelf life fresh, chilled mackerel and horse mackerel marketed in Faro (Portugal) and Luanda (Angola). Samples of mackerel (n=25) and horse mackerel (n=27) stored and chilled with ice at 5 °C, were evaluated for sensory attributes and physicochemical parameters during the 11-13 days storage period. On day 7, samples of both mackerel and horse mackerel were rejected by panellists in Faro and in Luanda. On that day, the TVB-N content in mackerel (37.57 ± 1.17 mg N/100 g to Faro and 37.34 ± 2.61 mg N/100 g for Luanda) and horse mackerel (49.12 ± 0.84 mg N/100 g for Faro and 30.11 ± 3.45 mg N/100 g for Luanda) were above the maximum limit (30-35 mg N/100 g) referred to in the applicable regulation. Thus, based on these results and the other quality parameters assessed in this study, a shelf-life of 7 days is estimated for mackerel and horse mackerel marketed in Faro and Luanda, stored with ice at 5 °C.

Keywords: Mackerel, Horse mackerel, Freshness, Sensory analysis, QIM, Fish quality

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Qualidade de pescado.....	1
1.2 A captura e consumo do pescado em Portugal e Angola	3
1.3 Descrição das espécies em estudo.....	6
1.3.1 Carapau (<i>Trachurus</i> spp).....	7
1.3.2 Cavala (<i>Scomber</i> spp).....	9
1.4 Alterações da qualidade do pescado	11
1.4.1 Alterações sensoriais	12
1.4.2 Alterações físico-químicas.....	14
1.5 Métodos de captura das espécies em estudo e sua influência na qualidade.....	20
1.6 Utilização do frio na conservação de pescado	21
1.7 Métodos de avaliação da qualidade dos produtos da pesca	23
1.7.1 Avaliação sensorial do pescado.....	24
1.7.2 Métodos instrumentais (físico-químicos).....	27
1.7.3 Métodos bioquímico.....	31
1.8 Objetivos	35
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
2.1 Matéria-prima.....	36
2.1.1 Cavala (<i>Scomber</i> spp).....	36
2.1.2 Carapau (<i>Trachurus</i> spp).....	36
2.2 Processamento das amostras	36
2.3 Metodologia	38

2.3.1 Avaliação sensorial.....	39
2.3.2 Métodos instrumentais (físico-químicos).....	41
2.4 Análise estatística dos resultados	53
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
3.1 Composição nutricional	54
3.2 Parâmetros de qualidade	57
3.2.1 Análise Sensorial.....	57
3.2.2 Parâmetros físico-químicos.....	64
3.2.3 Relação entre parâmetros de qualidade e estimativa do tempo de conservação útil.....	78
4 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS DE TRABALHOS FUTUROS.	81
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
APÊNDICES.....	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Capturas nacionais (nac.) e externas (ext.) do pescado em Portugal, entre 1980 e 2010.	5
Figura 1.2 - Capturas de cavala (<i>Scomber spp</i>) e do carapau (<i>Trachurus spp</i>) em Angola (DNPPRP, 2015)	6
Figura 1.3 - Carapau (<i>Trachurus trachurus</i>)	7
Figura 1.4 - Cavala (<i>Scomber japonicus</i>)	9
Figura 1.5 - Alterações da qualidade sensorial de pescado durante a conservação em gelo (refrigeração) (Adaptado de Huss, (1995b))	13
Figura 1.6 - Processos básicos envolvidos na oxidação dos ácidos gordos polinsaturados (Huss, 1994).	20
Figura 1.7 - Reações envolvidas na determinação do índice peróxidos: decomposição do iodeto de potássio pelos peróxidos e titulação do iodo com tiosulfato de sódio.	34
Figura 2.1 - Frigorífico (LAB COLD-SPARKFREE) utilizado para conservar amostras de carapau (<i>Trachurus spp.</i>) e da cavala (<i>Scomber spp.</i>) em Luanda.	37
Figura 2.2 - Etapas de processamento de amostras da cavala (<i>Scomber spp</i>), antes de serem conservadas na câmara de refrigeração, onde as imagens legendadas por F e L, representam amostras processadas em Faro e em Luanda.	37
Figura 2.3 - Etapas de processamento de amostras do carapau (<i>Trachurus spp</i>), antes de serem conservadas na câmara de refrigeração, onde as imagens legendadas por F e L, representam amostras processadas em Faro e em Luanda.	38
Figura 2.4 - Estufa (DIGITHAT) utilizada na secagem da humidade	42
Figura 2.5 - Digestor automático de Kjeldahl (Auto-Analyzer 1035), e Destilador automático de Kjeldahl (AutoAnalyzer 1035) utilizados na quantificação de proteínas de peixe.	43
Figura 2.6 - Processo de extração contínua de gordura de peixe pelo método de Soxhlet (extração a quente)	44
Figura 2.7 - Mufla (LASEC LABAROTORY & SCIENTIFIC EQUIPAMENT) utilizada para na determinação do teor em cinza	45

Figura 2.8 - Medidor de atividade de água (ROTRONIC HYGROLAB) utilizado na determinação de atividade da água em amostras da cavala (<i>Scomber spp</i>) e do carapau (<i>Trachurus spp</i>) processadas em Faro.....	46
Figura 2.9 - Medidor de pH equipado com um elétrico Sentix 21 para sólidos (pH WTW pH 539) e pHmetro digital para líquidos (AMTAST-MICROPROCESSOR pH/mv), utilizados na determinação de pH em amostras da cavala (<i>Scomber spp</i>) e do carapau (<i>Trachurus spp</i>) amostras processadas em Faro e em Luanda, respetivamente.....	47
Figura 2.10 - Imagem da instalação do texturómetro (LFRA 1500, Brookfield, EUA) utilizado para avaliar a textura (dureza) nas amostras de cavala (<i>Scomber spp.</i>) e carapau (<i>Trachurus spp.</i>) processadas em Faro.....	48
Figura 2.11 - Centrífuga (SIGMA 3K 20) utilizado para a determinação de capacidade de retenção de água (CRA) nas amostras de cavala (<i>Scomber spp</i>) e de carapau (<i>Trachurus spp</i>) processadas em faro.....	49
Figura 2.12 - Células de Conway utilizadas na determinação de ABVT.....	50
Figura 2.13 - Roto vapor utilizado para evaporação do éter de petróleo e de clorofórmio no processo de extração de gordura do peixe.....	51
Figura 2.14 - Processo utilizado para determinação dos peróxidos nas amostras de peixe antes e depois da titulação pelo método iodométrico.....	51
Figura 2.15 - Espectrofotómetros U-2000 HITACHI e CECIL 2000 Series utilizados na leitura de absorvência de amostras da cavala (<i>Scomber spp</i>) e carapau (<i>Trachurus spp</i>) processadas em Faro e em Luanda, respetivamente.....	53
Figura 3.1 - Variação do índice de qualidade (IQ) (média \pm desvio padrão) de amostras da cavala (<i>Scomber spp</i>) armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.	58
Figura 3.2 - Variação dos atributos sensoriais de qualidade (média \pm desvio padrão) (aparência, firmeza do músculo, rigidez do músculo, transparência da córnea, forma da córnea, cor das branquias, cheiro das branquias e cavidade abdominal), de amostras da cavala (<i>Scomber spp</i>) armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.	59
Figura 3.3 - Fases do processo de deterioração de amostras da cavala (<i>Scomber spp</i>) armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C, onde as imagens identificadas por F e L, representam amostras processadas em Faro e em Luanda. E os índices 0, 7 e 10 representam as fases em que se realizaram as provas sensoriais.....	60

Figura 3.4 - Variação do índice de qualidade (IQ) (média ± desvio padrão) de amostras do carapau (<i>Trachurus</i> spp) armazenadas em gelo e refrigeradas 5 °C.....	62
Figura 3. 5 - Variação dos atributos sensoriais de qualidade (média ± desvio padrão) (aparência, firmeza do músculo, transparência da córnea, forma da córnea, cor das branquias, cheiro das branquias e cavidade abdominal), de amostras do carapau (<i>Trachurus</i> spp) comercializadas em Faro e em Luanda, armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.	63
Figura 3.6 - Fases de processo de deterioração de amostras do carapau (<i>Trachurus</i> spp) armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C, onde as imagens identificadas por F e L, representam amostras processadas em Faro e em Luanda. Enquanto os índices 0, 7 e 11, representam as fases em que se realizaram as provas sensoriais.	64
Figura 3.7 - Variação dos parâmetros da cor (L*, a* e b*) de amostras da cavala (<i>Scomber</i> spp.) armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.....	66
Figura 3.8 - Variação dos parâmetros da cor (L*, a* e b*) de amostras do carapau (<i>Trachurus</i> spp.) armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C-.....	66
Figura 3.9 - Variação do pH (média ± desvio padrão) de amostras da cavala <i>Scomber</i> spp (A) e do carapau <i>Trachurus</i> spp (B) comercializadas em Faro e em Luanda, armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.	68
Figura 3.10 - Variação da textura (dureza, em kgf) (média ± desvio padrão) de amostras da cavala <i>Scomber</i> spp (A) e de carapau <i>Trachurus</i> spp. (B) armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.....	71
Figura 3.11- Variação do teor em ABVT (mg N/100 g) (média ± desvio padrão) de amostras da cavala <i>Scomber</i> spp. (A) e do carapau <i>Trachurus</i> spp. (B) comercializadas em Faro e em Luanda, armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.....	73
Figura 3.12 - Variação do Índice de Peróxido (IP) (meq O ₂ /kg) (média ± desvio padrão) de cavala <i>Scomber</i> spp (A) e de carapau <i>Trachurus</i> spp. (B) armazenadas em gelo e refrigeradas 5 °C.....	75
Figura 3.13 - Variação do teor de TBARS (µg MDA/g) (médias ± desvio padrão) de amostras da cavala <i>Scomber</i> spp e do carapau <i>Trachurus</i> spp c, armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.....	77

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 - Dados nutricionais do carapau (<i>Trachurus</i> spp.) (Bandarra et al., 2005).....	8
Tabela 1.2 - Dados nutricionais da cavala (<i>Scomber</i> spp) (Bandarra et al., 2005)	10
Tabela 1.3 – Limites de ABVT param algumas espécies de pescado fresco e derivados, de acordo com o Reg. (CE) nº 149/1995, Reg. (CE) 2074/2005.e Reg. (CE) nº 1022. (2008).	33
Tabela 2.1 - Protocolo de QIM utilizado na análise sensorial da cavala (<i>Scomber</i> spp) ..	40
Tabela 2. 2 - Protocolo de QIM utilizado na análise sensorial do carapau (<i>Trachurus</i> spp)	41
Tabela 3.1 - Composição nutricional (média ± desvio-padrão) de cavala (<i>Scomber</i> spp).	54
Tabela 3.2 - Composição nutricional do carapau (<i>Trachurus</i> spp.) (média ± desvio padrão)	56

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E ACRÓNIMOS

ACL	Academia de Ciências de Lisboa
TCA	Ácido Tricloro Acético
TBA	Ácido Tiobarbitúrico
EPA	Ácido eicosapentaenóico
DHA	Ácido docosahexaenóico
MDA	Aldeído Malónico
a_w	Atividade de água
ABVT	Azoto Básico Volátil Total
BHT	Butil-Hroxitolueno
CRA	Capacidade de retenção de água
dp	Desvio padrão
D.C.E	Direção da Comissão Europeia
DGPA	Direção Geral de Pesca e Aquicultura
DNPPRP	Direção Nacional de Pescas e Proteção de Recursos Pesqueiros
I.N.E	Instituto Nacional de Estatística
IP	Índice de Peróxidos
IQ	Índice de Qualidade
QIM	Método de Índice de Qualidade
NE	Não encontrado
ND	Não determinado
pH	Potencial de Hidrogénio
spp	Espécies
TBRAS	Substancias reativas ao ácido tiobarbitúrico

1 INTRODUÇÃO

1.1. Qualidade de pescado

A qualidade dos géneros alimentícios e segurança alimentar, são questões de grande relevância, principalmente ao nível internacional.

De forma mais simplificada, pode se dizer que qualidade se refere às características que tornam os alimentos aceitáveis para os consumidores. Segundo Nunes et al. (2007), a qualidade dos alimentos pode ser avaliada por análise de diversos aspetos, dos quais merecem destaques à higiene, valor nutricional e dietético, frescor, facilidade de utilização pelo consumidor, suas propriedades intrínsecas (sensoriais) e disponibilidade.

O pescado é conhecido como uma fonte (alternativa) de proteínas, ácidos gordos insaturados, as vitaminas e os sais minerais contribuem para à saúde humana (Silva, 2008). Entretanto, apesar destes benefícios, o pescado é um alimento altamente suscetível à deterioração, devido à sua composição química, atividade da água elevada, teor de gorduras insaturadas facilmente oxidáveis, e ao pH próximo da neutralidade. Essas características aliadas ao tamanho do peixe, ao tipo de microbiota contaminante, ao tipo da pesca a que são submetidos, às práticas inadequadas de transporte, preservação e processamento, bem como ao clima, contribuem para deterioração do produto, com conseqüente aumento de perda da qualidade pós-captura (Andrade et al., 2012).

Por outro lado, o pescado pode ser um veiculador de organismos patogénicos como por exemplo, as bactérias dos géneros *Vibrio* e *Bacillus*, responsáveis por quadros disentéricos em seres humanos; *Salmonella* e *Shigella*, encontradas em corpos de água receptores de esgoto de origem doméstica, *Streptococcus* e *Staphylococcus*, ambos resultantes da manipulação inadequada do pescado. Por estas razões o controlo de qualidade do pescado vem merecendo uma atenção especial por parte dos consumidores (Oetterer, 2002).

Na indústria de pescado, a qualidade pode ser avaliada por métodos microbiológicos, físico-químicos e sensoriais. A maioria dos métodos químicos ou instrumentais, de acordo com as considerações descritas por Huss (1995a), deverá estar correlacionada com a análise sensorial, pois fazem parte dos atributos empiricamente utilizados pelos consumidores para aquisição e consumo de produtos marinhos.

A qualidade do pescado está em grande parte, relacionada com o grau da frescura, cuja apreciação é feita com base em critérios subjetivos mediante exame organolético, que é o método utilizado pelos consumidores e o mais usado pelos Inspectores Sanitários (baixas-possibilidade de recorrer a metodologias objetivas físico-químicas) para avaliar o grau frescura do pescado. Segundo Nielsen (1997), a análise sensorial continua ser essencial, mesmo que se desenvolvam métodos instrumentais de fácil aplicação, pois fornece informação mais completa sobre o estado do pescado. E de acordo com Bogdanovic et al. (2012), a avaliação sensorial é o método mais comumente utilizado para a avaliação da qualidade do pescado fresco, e sempre foi considerado como a principal forma de avaliar o grau de frescura do pescado. De fato, a avaliação sensorial é um método bastante importante, tanto para consumidores, quanto pelo setor pesqueiro e serviços de inspeção na avaliação da qualidade do pescado (Martinsdóttir et al., 2004).

Presentemente, houve um grande avanço em relação à avaliação da frescura do pescado bem como na comercialização e garantia da qualidade do pescado fresco, principalmente na «arena» internacional (sobretudo na Europa), o surgimento da metodologia conhecida como Método do Índice de Qualidade (QIM), considerado um método muito promissor na avaliação do grau da frescura do pescado de uma forma rápida e objetiva. O método não é destrutivo e, é específico para cada espécie, dessa forma, proporciona aos utilizadores (produtores, compradores, vendedores e revendedores) uma medida de avaliação da frescura confiável e padronizada do produto. O método permite também prever o tempo de conservação útil e a validade comercial do produto (Botta, 1995., Martinsdóttir et al., 2004). Porque de acordo com Esteves & Anibal (2007), os resultados do QIM estão linearmente relacionados com o tempo de conservação.

O grau de frescura tem grande importância pelo fato de constituir o principal critério que determina a sua aceitação em muitos contextos, ao nível dos consumidores, das empresas ou das instituições. O pescado é avaliado pelos consumidores com um rigor ainda maior do que muitos outros alimentos, por ser um alimento altamente sensível e perecível, quando comparado com outros produtos de origem animal, seja por fatores intrínsecos tais como, atividade de água: elevada, o teor de nutrientes utilizados pelos microrganismos, a ação destrutiva das enzimas naturais presentes nos tecidos, a atividade metabólica da microbiota, a grande quantidade de lípidos insaturados, e ao pH próximo da neutralidade; ou extrínsecos, como relacionados ao transporte e armazenamento (Nunes et al., 2007).

A perda de qualidade do pescado inicia-se por mudanças autolíticas que, direta ou indiretamente, contribuem para a deterioração, porém grande parte das alterações do pescado é consequência do crescimento e metabolismo dos microrganismos, resultando na formação de aminas, sulfetos, álcoois, aldeídos, cetonas e ácidos orgânicos com sabores e odores desagradáveis e inaceitáveis (Andrade et al., 2012).

Vários métodos de conservação dos alimentos, têm sido empregados para minimizar as perdas de qualidade dos alimentos e do pescado armazenado. Entre estes, destaca-se a refrigeração baseada no abaixamento da temperatura, objetivando-se evitar ou retardar as ações químico-enzimáticas envolvidas no processo de autólise, assim como o desenvolvimento de microrganismos que contribuem para a deterioração dos alimentos. A refrigeração permite as características do alimento em seu estado original por mais tempo, embora o tempo de conservação útil do produto possa, ainda assim ser curto (Ogawa & Diniz, 1999).

1.2. A captura e consumo do pescado em Portugal e Angola

A utilização do pescado na alimentação humana, data já desde a antiguidade clássica: Grécia, Egipto e Roma. Os Fenícios e os Romanos utilizaram as costas da Península Ibérica como entrepostos de pescado, de onde expediam peixe salgado para o abastecimento das populações do interior da Europa. Os recursos marinhos assumiram desde sempre um papel de extrema importância como fonte de alimentação para o Homem, sobretudo em países com larga extensão costeira. Para muitas populações ribeirinhas, o pescado constitui a principal fonte de proteína. Por sua vez, o sector da pesca gera postos de trabalho dos quais dependem em grande parte estas populações (Tidwell & Alan, 2001).

Face à crescente industrialização do sector das pescas e ao aumento da procura, os oceanos ultrapassaram os seus limites de produção sustentável, tendo-se observado a depleção e, até mesmo, o colapso de alguns *stocks* (Hannesson, 2002). Segundo a FAO (1999), a procura de pescado aumentou cerca de 31 % entre 1990 e 1997, enquanto a pesca registou apenas um aumento de 9 % durante este mesmo período. A nível mundial, o consumo *per capita* de pescado tem vindo a aumentar, estimando-se que tenha atingido um valor médio de 16,5 kg/habitante em 2003 (FAO, 2006). Por outro lado, regista-se que o consumo mundial de pescado aumentou de 10 kg/*per capita*/ano (em 1965) para 17 kg/*per capita*/ano, em 2007 (FAO, 2009).

O maior consumo de pescado, parece ser influenciado por diversos fatores, dos quais se destacam os socioeconómicos, os padrões de consumo alimentar, características pessoais e estado de saúde (Trondsen et al., 2003). E Segundo Sartori & Amancio, (2012), a crescente procura pelo consumo de pescado, é também por este destacar-se nutricionalmente dos outros alimentos de origem animal, por possuir comparativamente, grandes quantidades de vitaminas lipossolúveis A e D, minerais cálcio, fósforo, ferro, cobre, selénio e, no caso do pescado de água salgada, o iodo. De fato, o valor nutricional do pescado e a divulgação de estudos que o associam com melhorias para a saúde têm causado nos últimos anos, um aumento de interesse por este alimento. De acordo com Vaz-Pires (2006), o pescado é um alimento importante e até mesmo imprescindível pelos benefícios que as proteínas, os lípidos insaturados, as vitaminas e os sais minerais presentes no mesmo contribuem para a saúde humana, pois possui proteínas com alto valor nutritivo sendo especialmente rico em lisina, aminoácido limitante em cereais como arroz, milho e farinha de trigo. Os lípidos do pescado, para além de uma importante fonte de energia, são ricos em ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa do tipo ómega-3, especialmente, EPA (ácido eicosapentaenóico) e DHA (ácido docosahexaenóico) que apresentam efeitos redutores sobre os teores de triglicéridos e colesterol sanguíneo, reduzindo assim os riscos de incidência de doenças cardiovasculares (Bandarra et al., 2004., Foran et al., 2005., Hites et al., 2004).

A importância do pescado em Portugal, encontra-se retratada na literatura portuguesa onde existem inúmeras referências aos hábitos de consumo de pescado. Fernão Lopes, Gil Vicente, Bocage, Camilo Castelo Branco e Eça de Queiroz são de entre muitos os nomes de maior expressividade (Bernardo & Martins, 1997)

De acordo com os dados publicados em 2008, Portugal é o País da União Europeia com o consumo *per capita* de pescado mais elevado, cerca de 61,6 kg/ano, (FAO, 2010), este consumo o coloca em terceiro lugar a nível mundial, depois do Japão e da Islândia (DGPA, 2007a). A produção nacional de pescado permite satisfazer uma procura *per capita* de apenas 23 kg/ano que, sendo inferior ao valor consumido pela população portuguesa, se manifesta insuficiente face aos valores registados (DGPA, 2007b). No entanto, para satisfazer as demandas, Portugal recorre à importação de mais de 300.000 toneladas de pescado por ano.

De acordo com a publicação do Instituto Nacional de Estatística de Portugal (INE, 2010), a disponibilidade de pescado para consumo registou um aumento significativo. O aumento de 15% das disponibilidades diárias *per capita* de pescado, no período em análise, resultou do

aumento em 21% das disponibilidades para consumo de peixe e de 26% para os crustáceos e moluscos. Ainda de acordo com o INE (2010), em 2010 foram capturadas pela frota portuguesa 222.246 toneladas de pescado, das quais 166.304 toneladas correspondiam a pescado fresco ou refrigerado, transacionado em lota no valor de 271.972 euros o que representa neste último caso, um acréscimo de 14,9% em volume e de 6,7% em valor relativamente ao ano 2009.

Ainda de acordo com os dados fornecidos pela Academia de Ciências de Lisboa (ACL, 2012), as capturas de pescado em Portugal em 2010, atingiram 222.246 toneladas, das quais 180.182 foram provenientes de águas nacionais e 42.064 de águas externas. Portugal ocupa em volume de capturas, a 7ª posição a nível da União Europeia e a 47ª posição a nível mundial (ACL, 2012). A figura 1.1 mostra as capturas nacionais e externas em Portugal entre os anos 1980 a 2010, de acordo com ACL (2012).

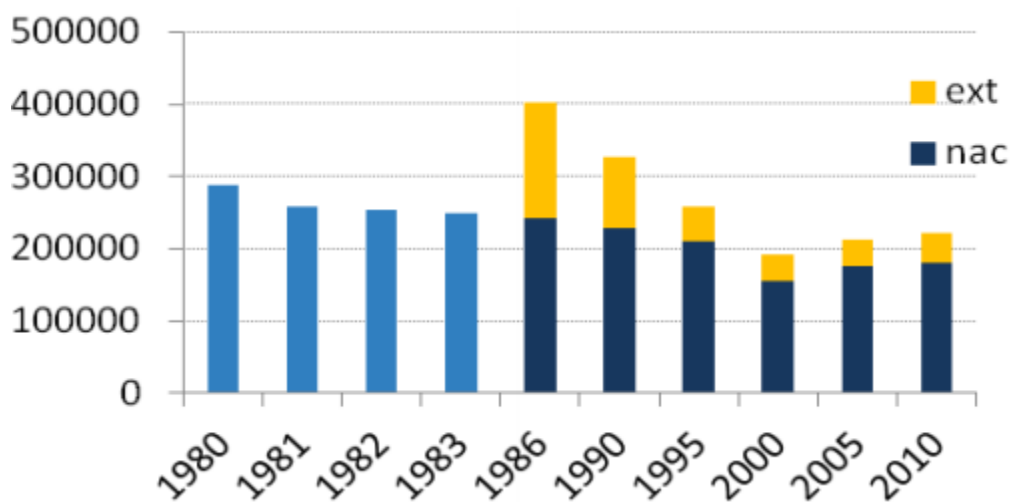


Figura 1.1 - Capturas nacionais (nac.) e externas (ext.) do pescado em Portugal, entre 1980 e 2010.

Em Angola, de acordo com os dados fornecidos pela Delegação da Comissão Europeia (DCE, 2006) o setor das pescas em Angola contribui com 2,5 a 3% do PIB (ENSAN, 2008) O sector está subdividido em pesca de subsistência e pesca comercial e esta em pesca artesanal, semi-industrial e industrial. Em 2001, 20% das capturas (i.e. 50 mil toneladas) provinham da pesca artesanal e 80% (i.e. 190.000 toneladas) da pesca semi-industrial e industrial. As estatísticas oficiais apontam que a contribuição da pesca artesanal duplicou nos últimos 3 anos e ultrapassa atualmente os 50% do total de captura (DNPPRP, 2015).

Ainda de acordo com a Direção Nacional de Pesca e Proteção de Recursos Pesqueiro de Angola DNPPRP (2015), os desembarques efetuados durante o ano de 2013, foram na ordem das 301.856 toneladas de pescado, das quais cerca 45% foram efetuadas pelo segmento da frota industrial, 33% do segmento semi-industrial, 19% da pesca artesanal marítima e 2% da pesca artesanal continental. Estes valores são ligeiramente inferiores aos observados em 2014, que teve um total de produção de 354.628 toneladas.

Entretanto, em 2015, o sector pesqueiro registou a captura de 565.768 toneladas de pescado diverso, das quais a pesca artesanal contribui com 2.427 toneladas. Do total das capturas efetuadas, verificou-se que a maior parte 13,7% destinou-se ao consumo direto, 84,3% à congelação e apenas 2% para a salga e seca. De acordo com a mesma fonte, entre as espécies pelágicas, o carapau (*Trachurus spp.*), tem sido a espécie mais consumida em Angola. A Figura 2.1 mostra a variação das capturas de carapau (*Trachurus spp.*) e da cavala (*Scomber spp.*) entre os períodos de 2010 a 2014 (DNPPRP, 2015).

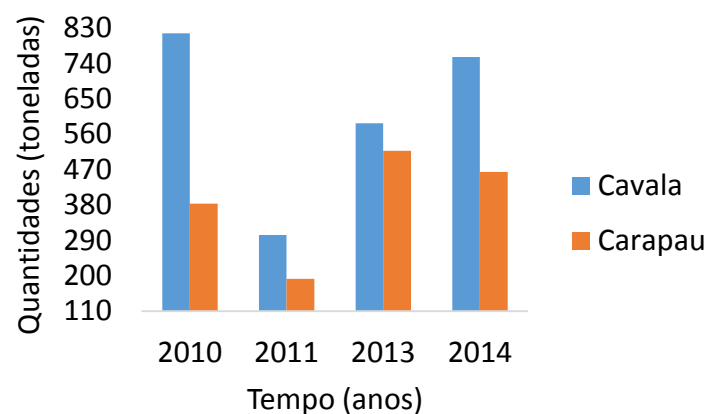


Figura 1.2 - Capturas de cavala (*Scomber spp*) e do carapau (*Trachurus spp*) em Angola (DNPPRP, 2015)

1.3. Descrição das espécies em estudo

As espécies pelágicas estudadas neste trabalho, cavala (*Scomber spp.*) pertencente à família *Scombridae*, e carapau (*Trachurus spp.*) pertencente à família *Carangidae*, são muito ricas em proteínas e em ácidos gordos insaturados do tipo ómega-3. Estas espécies são muito importantes na pesca comercial e artesanal em todo mundo, devido a sua abundância e baixo valor comercial (Zhang & Deng, 2012). Estas espécies são muito capturadas e entretanto muito consumidas principalmente para as populações de baixa renda em Angola. Portanto, a sua captura fora dos

limites estabelecidos, tem levantado muitas preocupações ao governo de Angola no sentido de se estabelecerem períodos de veda, principalmente com carapau. Por outro lado, a maior procura e consumo destas espécies, tem levantado algumas preocupações sobre a sua qualidade e segurança alimentar por parte dos consumidores nomeadamente em Angola. Recentemente existem poucas informações na literatura Angolana sobre o controlo de qualidade, bem como o tempo de prateleira das referidas espécies após o armazenamento e transporte. A seguir descreve-se com pormenores a morfologia de cada uma das espécies.

1.3.1. Carapau (*Trachurus* spp)

O carapau é um teleósteo membro da família *Carangidae* e pertencente ao género *Trachurus*, que compreende uma grande variedade de espécies, distribuídas praticamente por todos os mares do mundo. É uma espécie pelágica, tem um corpo alongado, moderadamente comprimido, cinzento com matizes azuis no dorso e prateado no ventre e flancos, com uma linha lateral muito pronunciada. Pode atingir um comprimento máximo de 45 cm, mas em regra varia entre 10 e 30 cm (Bernardo & Martins, 1997). Na Europa, o carapau tornou-se uma espécie comercial de relevante importância nas décadas de 1980 e de 1990, sendo atualmente uma das 3 espécies pelágicas mais importantes na indústria europeia de pescado (Abaunza et al., 2003; Torres et al., 2014).



Figura 1.3 - Carapau (*Trachurus trachurus*)

Ocorre no Atlântico Nordeste, Arquipélago da Madeira, Mar Mediterrâneo, Mar da Marmara e raramente no Mar Negro. Também pode ser encontrado no Oceano Atlântico Oeste, Índico e Pacífico Oeste (Smith-Vaniz, 1986), ocupa a coluna de água desde a superfície até ao fundo, em zonas costeiras com 100 a 200 m de profundidade, formando grandes cardumes (UNESCO, 1986., Smith-Vaniz 1986). O carapau é uma espécie semi-gorda, alimenta-se essencialmente

de copépodes, decápodes, larvas e ovas de peixe pequenos, peixes e cefalópodes (Smith-Vaniz, 1986). As alterações sazonais que ocorrem na sua dieta correspondem a uma maior diversidade de alimento disponível no Inverno em comparação com outras épocas do ano, mantendo-se o *krill* (*Euphausia superba*) como o principal alimento durante todo o ano. Nas zonas costeiras alimenta-se de zooplâncton (larvas de copépodes e de decápodes), aumentando a incorporação de outros peixes na sua dieta com o seu crescimento. Com o aumento de tamanho o carapau desloca-se para águas mais profundas, ficando alterada a disponibilidade e o tipo de alimento e provocando uma variação na sua dieta (Cabral & Murta, 2002). Reproduz-se de Dezembro a Abril, com um pico em Fevereiro (UNESCO, 1986). A espécie apresenta componentes nutricionais adequadas para uma dieta saudável, tal como apresentados na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 - Dados nutricionais do carapau (*Trachurus* spp.) (Bandarra et al., 2005)

Dados nutricionais /100g	
Valor Energético (kcal/kJ)	105,5/439
Água (g)	75,6
Gordura total (g)	2,9
Saturada (g)	0,7
Monoinsaturada	0,8
Polinsaturada	0,9
Colesterol (mg)	36
Proteínas (g)	19,7
Cinzas (g)	1,40
Sódio (mg)	80
Potássio (mg)	403
Cálcio (mg)	69
Magnésio (mg)	33
Zinco (mg)	1,2
Ferro (mg)	1,2
Fosforo (mg)	263
Vitamina A (µg)	15,0
Vitamina B6/B12 (mg/µg)	0,36/5,7
Vitamina D (µg)	4,1

1.3.2. Cavala (*Scomber spp*)

A cavala é um peixe pelágico pertencente a família *Scombridae*, é uma espécie com escamas muito pequenas, corpo ligeiramente alongado, cabeça cônica comprida nos lados e focinho pontiagudo. Alimenta-se de peixes mais pequenos como sardinhas e lulas, e que habita em águas quentes dos Oceanos Atlântico, Índico e Pacífico (Castro, 2012., Perrotta et al., 2005., Keč & Zorica, 2011).



Figura 1.4 - Cavala (*Scomber japonicus*)

A espécie é rica em componentes desejáveis para uma dieta saudável, incluindo ácidos gordos polinsaturados, aminoácidos essenciais e minerais (Patrícia, 2013). Sendo uma espécie migratória tem necessariamente reservas de gordura para as suas deslocações. A maioria dessa gordura insaturada, é constituída por ácidos, com uma componente importante de ácidos gordos ómega 3 - EPA e DHA e um teor em colesterol muito baixo. É um alimento rico em vitaminas (e.g. complexo B e D) e minerais (e.g. potássio, fósforo) (Tab. 1.2). A cavala é uma espécie muito importante na pesca comercial e artesanal em todo o mundo, devido a sua abundância e baixo valor comercial (Zhang & Deng, 2012). A espécie é muito abundante na costa portuguesa e é capturada pela frota do cerco, sem restrições de contingente, e de baixo valor comercial, e que deve ser valorizada, contribuindo para o aumento da rentabilidade da frota, a retribuição justa do pescador e um consumo económico e responsável (Docapesca, 2012). A cavala era recentemente uma das espécies mais rejeitadas da frota algarvia, sendo que a generalização da sua utilização para consumo humano seria uma mais-valia significativa para a economia do setor produtivo. Acresce que tendo sido durante décadas a segunda espécie mais capturada nas águas nacionais, é desde 2012 a espécie mais desembarcada nos portos nacionais e algarvios, fruto de uma diminuição acentuada nos *stocks* de sardinha e numa utilização mais diversificada da cavala, incluindo a alimentação de atuns de armações algarvias e espanholas (Erzini et al., 2015).

Tabela 1.2 - Dados nutricionais da cavala (*Scomber spp*) (Bandarra et al., 2005)

Dados nutricionais /100g	
Valor Energético (Kcal/KJ)	207,5/868,4
Água (g)	64,3
Gordura Total (g)	13,4
Saturada	3,61
ω-3 (g)	4,13
ω-6 (g)	5,28
Colesterol (mg)	14
Proteínas (g)	20,3
Cinzas (g)	1,4
Sódio	378
Potássio (mg)	360
Cálcio (mg)	39
Magnésio (mg)	37
Ferro (mg)	1,1
Zinco (mg)	2,2
Fósforo (mg)	282
Vitamina A (μg)	28
Vitamina B6/B12 (mg/μg)	1,0/14
Vitamina E (μg)	1,3
Vitamina D (μg)	2,4
Parte edível (%)	53,3

Recentemente, a Docapesca (INE, 2013) apresentou os resultados da campanha de promoção e valorização da cavala iniciada em 2012 e consolidada em 2013, e que se revelou um verdadeiro sucesso. A campanha para levar mais portugueses a consumir cavala, permitiu que os pescadores recebessem mais dois milhões de euros em 2012 e aumentou em 22,8% a quantidade deste peixe vendida nas lotas. Também no setor conserveiro, houve uma evolução de 21,7% das conservas de cavala. A cavala descarregada em lota apresentou um preço médio anual em 2012 de 0,33 € (INE, 2013).

1.4. Alterações da qualidade do pescado

O pescado é um alimento altamente perecível, devido à elevada atividade da água (a_w), ao pH próximo da neutralidade, e também por ser muito rico em enzimas autolíticas que levam ao desenvolvimento de maus odores e sabores. Segundo Huss (1995a), a presença de elevada quantidade de água, o tipo de proteínas, o baixo teor de tecido conjuntivo (colagénio), em conjugação com a natureza psicrotrófica da microbiota, determinam a ocorrência de um conjunto de alterações que rapidamente contribuem para a desvalorização e rejeição do pescado. A velocidade com que estes produtos se deterioram está muito relacionada com a temperatura, podendo ser reduzida pela refrigeração. A deterioração do pescado deve-se ao efeito combinado de reações químicas, devidas atividade de enzimas endógenas e ao crescimento bacteriano (Huss, 1995b., Oehlenschläger & Rehbein, 2009). O termo fresco e deteriorado constituem extremos desta sequência de reações autolíticas e bioquímicas que ocorrem imediatamente após a morte de forma progressiva.

Segundo Huss (1997), as alterações autolíticas são responsáveis pela perda inicial de qualidade do pescado fresco, mas contribuem muito pouco para a deterioração do pescado refrigerado, que ocorre principalmente devido ação das bactérias. Para Contreras-Guzman (1994), na primeira etapa a formação de compostos pela ação autolítica, não pode ser evitada, mas regulada; já na segunda etapa a formação de compostos pela atividade microbiana, é controlada até certo limite pelo emprego de processos tecnológicos. As alterações do pescado dependem de fatores distintos tais como: forma (peixes chatos alteram mais rapidamente que os redondos), tamanho (peixes maiores degradam-se mais lentamente que os mais pequenos), condições de pescado no momento de captura (uma agonia prolongada provoca maior consumo de glicogénio, cuja falta acelera o aparecimento dos processos de deterioração) (Sanchez-Cascado, 2005), e o teor de gordura (peixes gordos deterioram-se mais rápido que os peixes magros) (Ababouch et al., 1996).

Outros fatores extrínsecos contribuem para a perda da qualidade e aceleração do processo de deterioração do pescado tais como: as más condições de manipulação e consequentes traumas mecânicos, o uso de refrigeração deficiente que pode ocorrer em etapas que antecedem o consumo, tanto a bordo das embarcações pesqueiras que pode ocorrer logo após a captura, como em terra, durante o transporte (Ludorff & Meyer, 1978., Pereira & Tenuta-Filho, 2005; Santos, 2006). Por outro lado, vários autores Ababouch et al (1996)., Kodaira et al. (2001)., Surti et al. (2001), Tomé et al. (2001), Veciana-Nogués et al. (1997), comprovaram que o uso correto de

baixa temperatura na conservação do pescado, aumenta o tempo de conservação útil deste. A seguir são descritos todos os processos que envolvem a deterioração do pescado.

1.4.1. Alterações sensoriais

Logo após captura e morte do pescado (fase de pré-*rigor mortis*), o músculo de pescado contém quantidades apreciáveis de glicogénio, fosfocreatina e adenosina 5'-trifosfato (ATP), dependentes do nível de esgotamento provocado pela captura e abate, apresentando-se flexível e elástico. Este período dura apenas algumas horas. Mais tarde o músculo contrai, devido à ligação irreversível e desordenada das principais proteínas contrácteis, miosina e actina (formando-se o complexo actomiosina), resultante da diminuição dos níveis de concentração de ATP e aumento dos iões cálcio (Ca^{2+}), no sarcoplasma. Este processo altera as propriedades das proteínas, e consequentemente a textura do músculo, que se torna dura, rígida e inextensível, caracterizando a fase de *rigor mortis* (Sikorski et al., 1990., Huss, 1995b., Tejada, 2009). Esta fase normalmente persiste por algumas horas ou por mais de um dia, seguindo-se a resolução do *rigor mortis*, que se caracteriza pela recuperação da flexibilidade do músculo, embora já não exista a elasticidade característica da fase pré rigor. Pensa-se que esta fase é induzida pela atividade de certas enzimas presentes no músculo, pois é coincidente com as alterações autolíticas, principalmente o catabolismo nucleotídico.

O intervalo que decorre entre o início (instalação) e a resolução do *rigor mortis* varia de espécie para espécie e é afetado pelo tamanho e condições físicas do peixe (condição nutricional e estresse). É ainda muito influenciado pela temperatura e manuseamento durante a fase pré rigor e apresenta uma grande variabilidade entre indivíduos (Sikorski et al., 1990., Huss, 1995b). Este processo reveste-se de especial importância pelo papel que desempenha na frescura do pescado bem como nas suas potencialidades tecnológicas. No caso de peixes famintos (cujas reservas de glicogénio estão esgotadas) e de peixes exaustos, o *rigor mortis* inicia-se imediatamente ou pouco tempo após a morte. Deste modo, as práticas de captura e o método de abate podem influenciar o início do *rigor mortis* (Roth et al., 2007). O abate por imersão de peixe numa mistura de gelo e água permite obter mais rapidamente o início do *rigor mortis*, enquanto um golpe na cabeça provoca um atraso até 18 horas (Huss, 1995b., (Robb 2002)., Poli et al., 2005).

As alterações sensoriais do pescado dependem especialmente do manuseamento após captura/abate, dos processos de decomposição e do método de conservação (Huss, 1995a., Martinsdóttir et al., 2009a). O aspeto (para o qual tem grande importância a pigmentação e brilho da pele), cheiro, textura e sabor, são atributos determinantes para a qualidade. Segundo Huss (1995a), a deterioração de pescado refrigerado pode dividir-se em 4 fases distintas, que conduzem a alterações sucessivas da sua qualidade (Fig. 1.5).

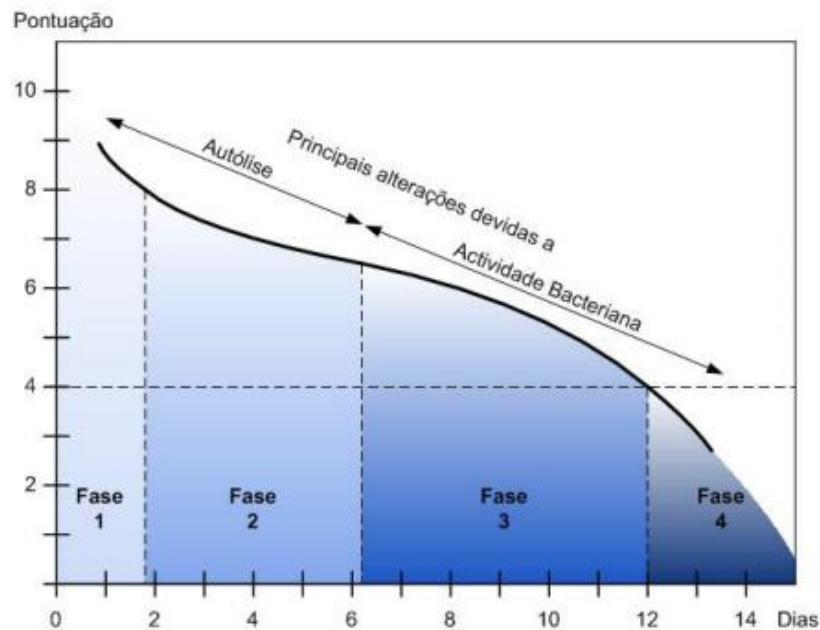


Figura 1.5 - Alterações da qualidade sensorial de pescado durante a conservação em gelo (refrigeração) (Adaptado de Huss, (1995b))

Numa primeira fase, o pescado é considerado muito fresco, com cheiro característico de pescado fresco e a maresia, no caso de espécies selvagens, e sabor ligeiramente adocicado (fase 1). A fase 2 caracteriza-se pela perda do cheiro e sabor característicos, mas ainda não são detetados cheiros desagradáveis e a textura ainda é firme e agradável. Estas alterações são o resultado principalmente da atividade autolítica. Na terceira fase, a textura torna-se mole e aquosa ou seca e fibrosa. Já existem sinais de deterioração como resultado da produção de vários compostos voláteis, desagradáveis, dependentes da composição química da espécie e do tipo de degradação (aeróbia ou anaeróbia), destacando-se cheiro forte a peixe, a amónia e alguns compostos sulfídricos. Em fases mais avançadas desenvolve-se cheiro a ranço, sobretudo nas espécies com elevado teor de gordura e o sabor é amargo. Na fase final (fase. 4), o pescado é considerado degradado e pútrido. As alterações ocorridas ao longo das fases 3 e 4 devem-se sobretudo ao metabolismo bacteriano (Karolina, 2012., Amaral & Freitas, 2013).

Libertação de muco

A libertação do muco é um fenómeno bastante notável. A formação do muco pelas glândulas no interior da pele do pescado, ocorre como uma reação peculiar do organismo agonizante ao meio ambiente adverso, encontrado fora da água. Em alguns peixes, esta libertação é abundante e o muco exala um odor bastante ofensivo. A maior parte do muco é constituída pela mucina, uma glicoproteína que é um excelente substrato para o desenvolvimento de bactérias. Deste modo, o muco pode entrar em decomposição quando o peixe está ainda perfeitamente fresco. Uma simples lavagem elimina o muco e a fonte de infestação por ele representada (Geromel & Forster, 1989).

Odor

A alteração do odor é outro dos sinais indicadores de perda de qualidade. O cheiro a peixe na pele e a perda gradual do cheiro a maresia nas brânquias indicam uma menor qualidade sensorial (Triqui & Bouchriti, 2003). Nas fases finais do período de conservação de pescado, ocorre a produção de vários compostos voláteis, dependendo da espécie e do tipo de degradação. Aparecem então cheiros desagradáveis, como o odor forte a peixe, a amónia e alguns compostos sulfurosos resultantes de degradação microbiológica, ou desenvolve-se um odor a ranço desagradável, resultante da oxidação dos lípidos. O desenvolvimento do odor a ranço, pode ser a maior causa da perda de qualidade de peixes gordos, devendo ser tomada em consideração na previsão do período de conservação útil destas espécies (Ababouch et al., 1996).

1.4.2. Alterações físico-químicas

As alterações autolíticas estão relacionadas com a quebra das proteínas e gorduras devido à ação das enzimas proteolíticas e lipídicas nos tecidos, uma vez que os tecidos dos produtos marinhos são basicamente constituídos por compostos proteicos. Quando o músculo está rígido, a autólise começa, pois as condições para a ação das catepsinas foram criadas pelo abaixamento do pH do tecido (Beirão et al., 2003). A autólise é primeiramente, acompanhada por certas trocas estruturais das proteínas, que se manifestam pela desintegração de partículas grandes de

proteínas em macromoléculas, que por sua vez degradam até peptonas e aminoácidos. Ao mesmo tempo, a hidrólise de gorduras produz ácidos gordos livres e glicerol. Os produtos de hidrólise das proteínas e gorduras ainda podem ser utilizados para consumo humano, visto que não se caracterizam como produtos deteriorados. A autólise só produz alterações estruturais na carne de produtos marinhos, mudando sua consistência, tornando-a amolecida (Sá, 2004). A hidrólise das proteínas vai permitir a criação de um ambiente favorável para o crescimento bacteriano, permitindo a deterioração. Em temperaturas próximas a 0 °C, a autólise de proteínas tem sua velocidade sensivelmente diminuída, passando então a autólise dos lípidos a desempenhar um papel mais importante. À temperatura de congelamento (-18 °C), a ação enzimática sobre os lípidos em peixes gordos contribui para limitar o tempo de armazenamento. Nos elasmobrânquios, peixes cartilagosos, a ação de enzimas acarreta, devido ao alto teor de ureia, o aparecimento de odor desagradável, ocasionado por amins voláteis, muito antes que a deterioração propriamente dita se tenha instalado (Ogawa & Diniz, 1999).

Potencial hidrogeniônico (pH)

A glicólise *post mortem* anaeróbia resulta na acumulação de ácido láctico que reduz o pH do músculo. A quantidade de ácido láctico produzida está relacionada com a quantidade de glicogénio armazenada no tecido vivo. Em geral, o músculo do pescado contém um nível de glicogénio relativamente baixo em comparação com dos mamíferos. Assim, depois da morte forma-se menor quantidade de ácido láctico, pelo que o valor de pH desce pouco. Valores de pH *post mortem* de espécies marinhas selvagens e de aquacultura encontram-se no intervalo 6,1 - 6,8 (Huss, 1995a., Howgate, 2009). Também o estado nutricional, a condição física (exercício) e o estresse anterior à morte, têm efeito nos níveis de glicogénio armazenado e, conseqüentemente no pH final do músculo após a morte. Em regra, um peixe bem nutrido e relaxado contém mais glicogénio que um peixe exausto (Huss, 1995a., Howgate, 2009). A redução do pH do músculo do peixe após a morte tem efeito nas suas propriedades físicas.

À medida que o pH decresce, ocorre uma desnaturação parcial das proteínas e estas perdem a capacidade de retenção da água, afetando a textura do músculo (Haard, 1992., Huss, 1995c). Assim, o conhecimento do valor de pH no músculo do peixe pode fornecer informação importante acerca da sua condição. Este valor vai aumentando gradualmente durante o período de conservação, devido à formação de compostos químicos, em particular compostos azotados, como resultado das reações autolíticas e bacterianas.

Geralmente, com o início do *rigor mortis* o pH do peixe pode variar entre 7,0 a 6,5, passando rapidamente para os níveis de 6,6 a 6,8. Com a deterioração do pescado, o pH vai para níveis mais altos devido à decomposição de aminoácidos, da ureia e da desaminação oxidativa da creatinina, formando um meio em que as bactérias que causam alterações no pescado são mais ativas, desta maneira o aumento do pH é afetado pela espécie do peixe, métodos de captura, manuseio e armazenamento (Pereira et al., 2001).

Catabolismo nucleotídico

Nos peixes vivos, o ATP é continuamente sintetizado a partir do glicogénio (metabolismo aeróbio) e esgotado pelo seu uso na contração muscular e em outros processos. Os teores de ATP variam bastante com a espécie, registando-se valores entre os 7 e 10 $\mu\text{mol/g}$ de tecido, podendo, todavia, atingir valores mais altos. Depois da morte, os sistemas aeróbios que sintetizam ATP deixam de funcionar, portanto, a síntese anaeróbia deste nucleótido continua até o glicogénio estar esgotado e a degradação irreversível de ATP se iniciar. Quando a concentração de ATP desce abaixo de 1,0 $\mu\text{mol/g}$ de tecido o músculo do pescado entra na fase de *rigor mortis* (Sirkorski et al., 1990., Huss, 1995b., Tejada, 2009). A resolução do *rigor mortis* é um processo complexo que consiste na recuperação do relaxamento muscular.

A degradação do ATP segue um padrão bem definido durante o qual ocorre a desfosforilação sucessiva dos diferentes nucleótidos, por perda de um grupo fosfato, com formação de adenosina 5'-difosfato (ADP) e adenosina 5'-monofosfato (AMP). Têm sido apontadas duas vias para a degradação de AMP, sendo que a via da sua desaminação a inosina 5'-monofosfato (IMP), que é desfosforilado a inosina (Ino), tem sido a mais verificada para peixes ósseos e invertebrados marinhos. No entanto, alguns autores verificaram que algumas espécies de crustáceos apresentam a via da desfosforilação do AMP a adenosina que é, posteriormente, desaminada a inosina (Srkorski et al., 1990). Em ambos os casos ocorre a formação de Hipoxantina que pode ser degradada a xantina, com formação de ácido úrico.

Segundo Sirkorski et al. (1990)., Howgate (2006), dependendo da temperatura e da espécie, a maioria dos nucleótidos de adenosina degrada-se rapidamente para IMP. Em muitas espécies, as primeiras reações deste processo estão relacionadas com a atividade autolítica, enquanto as enzimas de origem bacteriana contribuem numa fase mais avançada, estando a acumulação de Inosina e de Hipoxantina relacionada quer com a atividade enzimática endógena quer bacteriana

(Huss, 1995b., Tejada, 2009). A acumulação de IMP é de particular importância já que este constitui um importante componente do sabor de pescado fresco, em conjunto com outros compostos azotados não proteicos, como os aminoácidos livres presentes no músculo (Konosu & Yamaguchi, 1982., Srkorski et al., 1990). A Hipoxantina contribui para um sabor moderadamente amargo e um elevado teor deste composto poderá provocar um sabor inaceitável no pescado.

Desnaturação proteica

Tal como acontece com os lípidos, as proteínas podem sofrer processos de oxidação durante uma armazenagem prolongada. As proteínas alimentares podem estar sujeitas a oxidação resultante da atividade de oxigénio, por via do radical do anião superóxido, e do radical do hidróxido, que se formam em ambientes aquosos como resultado de processos enzimáticos. A oxidação lipídica desenvolve um importante papel neste processo, uma vez que, os seus produtos participam na oxidação proteica (Sikorski, 2001). Podem ocorrer também reações de proteólise de forma mais acelerada no peixe inteiro devido a enzimas presentes nas vísceras. Em alguns peixes gordos a proteólise ocorre mais intensamente na zona do abdómen causando a sua lise e consequente libertação de enzimas e bactérias para o resto do peixe. Estas enzimas endógenas podem levar à autólise dos tecidos musculares (Hardy & Burt, 1992).

Alguns estudos e técnicas mais comuns na quantificação das alterações das proteínas relacionam-se com a perda de solubilidade e extractibilidade das proteínas musculares. Estas alterações podem ser estudadas ao nível das proteínas totais ou ao nível de grupos particulares de proteínas (miofibrilares, sarcoplasmáticas, ou grupo da actomiosina). A desnaturação proteica pode definir-se como a alteração da estrutura proteica dando origem à não-solubilização ou extractibilidade das mesmas por soluções salinas que solubilizavam ou extraíam as proteínas iniciais. Durante a conservação em congelado ocorrem alterações indesejáveis no músculo do peixe podendo levar à diminuição da solubilidade e extractibilidade proteica. As alterações nas características das proteínas são diretamente proporcionais à temperatura e tempo de armazenamento. (Mendes, 1991)

Compostos azotados voláteis

Durante a conservação de pescado vão sendo produzidos compostos voláteis que conferem odor desagradável. De entre estes, os compostos azotados revestem-se de grande importância, em

especial a amónia e a trimetilamina (TMA) pois conferem cheiro tipo amoniacoal e forte a peixe (desagradável), típicos de pescado deteriorado (Huss, 1995a., Gram & Huss, 1996., Howgate, 2009). Estes compostos são resultantes das atividades autolíticas e bacterianas, sobretudo a TMA, que resulta da redução bacteriana do óxido de trimetilamina (OTMA), (Huss, 1995c).

O óxido de Trimetilamina (OTMA), é um composto que ocorre naturalmente no ambiente marinho e dulçaquícola, possui um pH neutro, não é tóxico e a sua principal função parece ser a de osmorregulação. Inicialmente a redução de OTMA deve-se à ação de enzimas endógenas, que cessa quando o fornecimento de oxigénio termina. No decorrer da conservação em gelo, a redução de OTMA a TMA deve-se geralmente à ação bacteriana, associada às espécies *Shewanella putrefaciens* e *Photobacterium phosphoreum* (Huss, 1997). A TMA é um dos principais constituintes da fração total dos compostos voláteis, designada por azoto básico volátil total (ABVT), juntamente com a amónia e outras aminas voláteis (Howgate, 2009).

Oxidação lipídica

A composição química do pescado, em particular a fração lipídica, está intimamente relacionada com o habitat e o tipo de alimentação. E difere dos outros óleos e gorduras, que ocorrem naturalmente, por conter grandes quantidades de ácidos gordos altamente insaturados (do tipo ome-3) (Gonçalves & Soares, 2012). Estes ácidos, são na sua maioria mais complexos que os das plantas e animais terrestres. Caracterizam-se particularmente, por apresentarem quatro, cinco ou seis ligações duplas na cadeia carbonada, fator que os tornam altamente suscetível a oxidação durante o armazenamento ou processamento (Kolakowska, 2003). A oxidação dos lípidos, tem uma implicação direta no valor comercial dos alimentos, como: desenvolvimento do ranço e produção de compostos responsáveis com odores desagradáveis (Silva et al., 1999).

A oxidação lipídica nos produtos alimentares encontra-se dependente da composição em ácidos gordos e da atividade dos antioxidantes, assim como de fatores externos (luminosidade, oxigénio e temperatura) (Sikorski & Kolakowska, 2003). Os lípidos do peixe podem oxidar espontaneamente, em condições favoráveis, designando-se este tipo de oxidação por auto-oxidação, que ocorre em três etapas bem definidas: iniciação, propagação e terminação (Kolakowska, 2003., Gonçalves e Soares, 2012). A velocidade das reações de oxidação dos lípidos no pescado, depende do grau de insaturação na molécula do ácido gordo. Portanto,

quanto maior for o grau de insaturação, maior é a suscetibilidade de oxidação (Gonçalves & Soares, 2012).

A iniciação ocorre na presença de um iniciador (um radical) que estimula a exclusão de um átomo de hidrogénio da cadeia do ácido gordo, formando-se um radical lipídico (L.). A energia e taxa de ativação neste estado dependem do tipo de iniciador e do número de ligações insaturadas do substrato, não dependendo a taxa de dissociação da ligação C-H do comprimento da cadeia do ácido gordo (semelhante nos ácidos gordos, nos seus ésteres e nos triacilgliceróis) (Geda, 2012)

Durante a fase de propagação, os radicais alquílios, recentemente formados, reagem rapidamente com o oxigénio molecular, levando à formação de peróxido (LOO.), que posteriormente dá origem à formação de hidroperóxidos (LOOH.), resultante da reação destes compostos com a cadeia dos ácidos gordos (Kolakowska, 2003). Os hidroperóxidos são compostos instáveis que se dividem dando origem, numa fase mais avançada da oxidação, a produtos secundários (aldeídos, cetonas e álcoois), responsáveis por alterações indesejadas no músculo do peixe (Geda, 2012).

A terminação da oxidação dos ácidos gordos ocorre quando duas espécies dos radicais formados reagem entre si levando à formação de um não-radical ou pode, igualmente, ocorrer aquando a reação de um radical lipídico com uma substância antioxidante, formando-se neste caso um radical antioxidante inerte devido á perda de um átomo de H no radical peróxido (Kolakowska, 2003). Existem alguns compostos que mesmo em pequenas concentrações retardam a oxidação dos lípidos, essas substâncias são conhecidas como antioxidantes e estão presentes, naturalmente nos óleos, sendo por exemplo os compostos fenólicos conhecidos pela sua ação antioxidante. Os antioxidantes quebram a reação de oxidação dos lípidos, ficando eles próprios oxidados (Geda, 2012., Gonçalves & Soares, 2012). Na figura 1.6, estão apresentadas as fases envolvidas no processo de oxidação dos ácidos gordos polinsaturados.

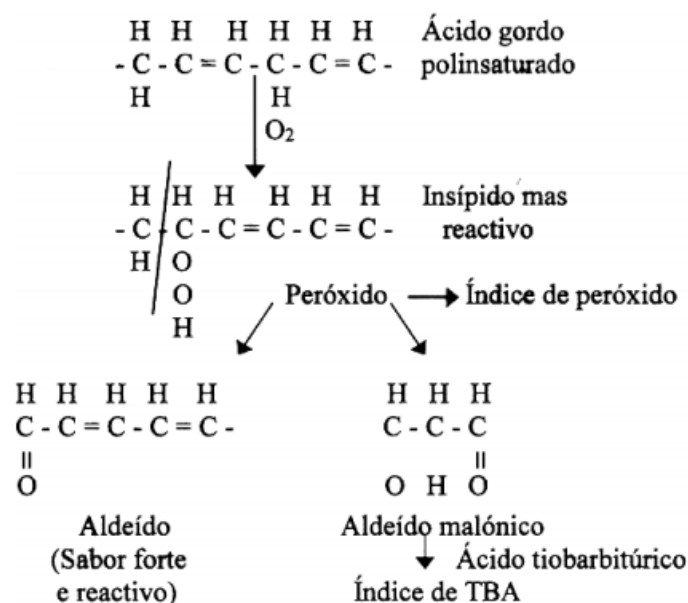


Figura 1.6 - Processos básicos envolvidos na oxidação dos ácidos gordos polinsaturados (Huss, 1994).

1.5. Métodos de captura das espécies em estudo e sua influência na qualidade

O carapau e a cavala são capturados por diferentes artes de pesca, arrasto, cerco, aparelhos de anzol, xávegas e redes de emalhar. Seguidamente descrever-se-ão algumas destas artes de pesca de acordo com (Leite et al., 1988., INE, 1998).

A técnica de captura por arraste, consiste em fazer um cerco à superfície com o auxílio de uma rede comprida, podendo ter uma bolsa de captura no centro. A rede é conduzida com o auxílio de dois cabos ou cordas que estão fixados nas extremidades da rede, possibilitando a sua subida, e desta forma a concentrar o peixe de forma que ele vá para abertura da rede. (DGPA, 2011a).

A captura por cerco utiliza uma parede de rede longa e alta, e que é largada de modo a cercar as presas de peixes, e reduzir a sua capacidade de fuga. A técnica consiste num processo de captura onde envolve os peixes pelos lados e por baixo, de forma a impedir a sua fuga pela parte inferior da rede, e tem como espécies-alvo, sardinha, cavala, sarda, boga, biqueirão e carapau, podendo também fazer a captura de serras, sarrajão, cangulos, agulha, tainhas e anchova (DGPA, 2011b).

Por outro lado, a pesca polivalente engloba os diversos tipos de pesca à linha (com aparelhos de anzol ou com linha de mão) e as redes de emalhar. É geralmente exercida por pequenas

embarcações que atuam perto da costa, dentro da área de jurisdição da capitania do porto em que estão registados ou das capitánias limítrofes (DGPA, 2011c).

De acordo com Vaz-Pires (2006), está provado que quanto mais estresse houver imediatamente antes da morte do pescado, mais cedo se iniciará e menos duração terá o *rigor mortis*, o que implica atingir níveis de qualidade mais baixo de forma muito mais rápida. Neste sentido, o método de captura por arrasto, é aquele que mais provoca estresse, e danos mecânicos pós-captura no pescado, porque a captura é feita normalmente a permanência na rede e durante este período os peixes debatem-se tentando escapar. Além disto, ocorre despressurização violenta quando a rede é atada desde o fundo até à superfície.

1.6. Utilização do frio na conservação de pescado

O problema da conservação de alimentos é um fator que data desde os tempos pré-históricos. No caso de alimentos proteicos de origem animal, especificamente de produtos da pesca, cuja perecibilidade se apresenta como um processo natural e que tem início desde logo que o peixe é capturado e morto, o problema assume proporções que exigem uma pronta intervenção do homem. Mesmo sem um completo domínio das causas da decomposição dos alimentos, desde cedo o homem aprendeu a utilizar o frio natural como um elemento capaz de preservar os alimentos (Machado, 1984).

Quando o pescado é capturado, todo seu sistema natural de defesa é inativado e iniciam-se os processos de deterioração. No entanto, estes processos podem ser retardados pela ação do frio (Machado, 1984., Ogawa, 1999).

A refrigeração é uma prática eficazmente emprega-se na conservação de alimentos. É baseada no abaixamento da temperatura, objetivando-se evitar ou retardar as ações químicas e enzimáticas envolvidas no processo de autólise, como também o desenvolvimento de microrganismos que contribuem para a deterioração do alimento. A refrigeração compreende os processos de resfriamento e congelamento. A refrigeração pode manter as características do alimento aproximadamente no seu estado original, mas o tempo de conservação útil do alimento é ainda assim curto (Ogawa, 1999).

A refrigeração com o gelo, é sem dúvida, o meio mais comum, mais simples e mais conveniente para refrigerar o pescado, pois apresenta grande poder refrigerante, além de conservar o brilho

e a humidade dos alimentos, evitando a desidratação, que ocorreria se fosse utilizado ar frio (Machado, 1984., Madrid & Phillips, 2000).

É muito difícil prever o tempo de conservação de um peixe, porque inúmeros fatores interferem no processo de deterioração. A espécie (características anatómicas), o local da pesca (temperatura e poluição da água), o processo de pesca (exaustão das reservas de glicogénio), a manipulação (redes, contaminação) são alguns dos fatores que têm influência na resistência do produto à decomposição e ocorrem antes de ser iniciado o processo de conservação propriamente dito (Riedel, 2005).

Segundo Machado (1984), o êxito na manutenção do pescado em condições ótimas para o consumo, depende fundamentalmente do abaixamento da temperatura, sendo assim um dos fatores mais importantes na conservação do pescado, pois a velocidade de proliferação das bactérias depende em parte da temperatura, além da sua influência sobre as reações químicas, que de modo geral são favorecidas pelo aquecimento. O pescado de águas quentes geralmente permite maior tempo de conservação em gelo, porque a sua microbiota contaminante está menos adaptada a baixas temperaturas que a do pescado de águas frias (Oetterer 1998).

De acordo com o Siqueira (2001), a refrigeração é definida como o armazenamento à temperaturas acima de 0° até 15° C, resultando na conservação do alimento, por retardar o crescimento microbiano e as atividades metabólicas *post mortem* dos tecidos animais, controlar as reações químicas de deterioração, incluindo o escurecimento enzimático oxidativo, a oxidação de lípidos e alterações químicas associadas com a degradação de cor, além de controlar a autólise de pescado e de evitar perda de humidade e de nutrientes de alimentos em geral. E de acordo com Ogawa (1999), o resfriamento deve ser feito logo após a captura do pescado, para manter a qualidade do músculo, como maciez, capacidade de retenção de água e cor. É interessante registrar que pequenas alterações na temperatura podem ser efetivas no aumento do tempo de prateleira, além de evitar ou retardar as reações químico-enzimáticas envolvidas no processo de autólise como também, o desenvolvimento de microrganismos que contribuem para a deterioração do alimento.

A refrigeração pode manter, o valor nutritivo do pescado, se conduzida com técnica, evitando o *drip loss* que certamente retiraria nutrientes, componentes solúveis do músculo como alguns aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, e utilizando embalagens para a proteção contra a desidratação na câmara fria, que poderia provocar a oxidação dos componentes lipídicos, como os ácidos gordos e as vitaminas lipossolúveis. Logo tanto a refrigeração quanto a manutenção

do peixe sob gelo, são métodos mais adequados para conservá-los após a captura, sendo que a proporção peixe/gelo deve ser de 2:1, para se obter uma boa conservação (Oetterer, 1998).

De acordo com (Machado, 1984), o gelo apresenta algumas vantagens em relação aos outros métodos de conservação do pescado pelo frio: possui uma considerável capacidade de resfriamento, pois são necessárias 80 kcal para fundir 1 kg de gelo; mantém o pescado fresco e brilhante, impedindo a desidratação, muito comum em outros tipos de resfriamento; o gelo é o seu próprio termostato, pois como o pescado tem em média 80% de água, esta se mantém a uma temperatura um pouco acima do ponto em que o pescado começa a se congelar; quando bem aplicado, mantém um contacto uniforme com a superfície do peixe, o que permite uma transferência mais rápida de calor. O gelo de boa procedência é inócuo, custa relativamente pouco, é de fácil transporte e armazenamento, podendo ser produzido no próprio local.

Scherer et al. (2004), relataram a presença de grandes quantidades de microrganismos coliformes indicando a baixa qualidade do gelo utilizado para a refrigeração. E de acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura FAO (2001), a utilização do peixe em larga escala tornou-se possível somente depois que o efeito preservativo do gelo e/ou do uso da refrigeração tornou-se uma prática comercial.

1.7. Métodos de avaliação da qualidade dos produtos da pesca

Atualmente registam-se crescentes preocupações do consumidor, principalmente em países desenvolvidos, com a qualidade dos alimentos e a conseqüente redução dos riscos para a saúde. No entanto, deve-se adotar todas as precauções pertinentes, a fim de evitar que esses alimentos não sirvam de via de transmissão de doenças aos seus consumidores (Pereira et al., 2001).

De acordo com Velloso (2004), a finalidade do controlo da qualidade pode ser entendida como a aquisição pelo consumidor de alimentos de boa qualidade, livres de contaminantes de natureza química (pesticidas), física (vidros, pedras), biológica (organismos patogénicos), ou qualquer substância que possa acarretar problemas à saúde.

Devido à complexidade do processo de decomposição do pescado, é desaconselhável o uso de apenas um método para avaliar a sua qualidade. Portanto, o uso combinado de vários métodos, dependendo dos objetivos, é o mais aconselhável. Existem inúmeras espécies de pescado e o curso da deterioração é diferente quando se comparam espécies, indivíduos de uma mesma

espécie e até partes de um mesmo indivíduo. Por isso, a determinação da qualidade do pescado deve ser criteriosa (Ogawa, 1999).

Os vários métodos comumente utilizados para a avaliação da qualidade do pescado, são classificados em duas categorias: métodos sensoriais e instrumentais (microbiológicos, bioquímicos e físicos) (Huss, 1995c., Alasalvar et al., 2011). De acordo com Riedel (2005), aqueles utilizados com mais frequência, são a determinação do Azoto Básico Volátil Total (ABVT), a medição do pH e, principalmente, a análise sensorial do pescado.

1.7.1. Avaliação sensorial do pescado

A demanda dos consumidores por alimentos de alta qualidade, seguros e saudáveis está crescendo globalmente (Simões, 2005). Estudos feitos sobre o consumo de alimentos, podem indicar que a qualidade é a chave direta para compradores de pescado (Alasalvar et al., 2011). Por outro lado, é importante manter a qualidade alimentar em cada etapa da cadeia alimentar, isto é, desde a captura até ao consumidor, de modo a garantir a segurança alimentar. Neste sentido, a análise sensorial tem sido o método de referência para consumidores na avaliação da qualidade do pescado (Hyldig, 2004).

A avaliação sensorial é definida como a disciplina científica empregada para medir, analisar e interpretar reações a características dos alimentos, através dos sentidos da visão, olfato, paladar, audição e tato (Meilgaard et al., 1999). É considerado o método mais importante e comumente usado para avaliar a frescura de pescado (Howgate, 1982., Ólafsdóttir et al., 1997., Martindóttir et al., 2009a., Bogdanovic et al., 2010). Nesse sentido, a avaliação sensorial se torna um método bastante importante, tanto para consumidores, quanto pelo setor pesqueiro e serviços de inspeção na avaliação do pescado (Martindóttir et al., 2004).

Os métodos sensoriais podem ser rápidos, confiáveis, não-destrutivos (em amostras de pescado fresco), e são económicos (Hyldig et al., 2007). Estes métodos medem diretamente os atributos percebidos e fornecem informações relativas/precisas a cerca das alterações que ocorrem nos produtos da pesca, dando uma melhor compreensão da resposta aos consumidores. (Martindóttir, 2002).

A avaliação sensorial pode ser praticada em diferentes etapas do ciclo de produção na pesca, tais como: após o processamento do desembarque, à chegada à fábrica, ou em locais de leilão,

tão comuns na Europa (Martindóttir, 2002., Hyldig et al., 2010).

Tradicionalmente os métodos sensoriais têm sido vistos como uma avaliação subjetiva da qualidade. No entanto, podem ser convertidas numa ferramenta objetiva (Hyldig et al., 2010). Nos últimos anos houve um grande progresso na avaliação sensorial, principalmente pelo uso de computadores e programas informáticos para análise de resultados dessas avaliações (Martindóttir, 2003). A natureza subjetiva dos métodos sensoriais conduziu à otimização de esquemas de avaliação bem como ao treino de provadores, que permite familiarizá-los com as principais características sensoriais do produto a avaliar, de modo a conseguirem identificar objetivamente as alterações de qualidade. Este treino permite a seleção dos descritores mais adequados à avaliação de cada produto. A intensidade de cada um dos descritores pode ser avaliada por intermédio de diversas escalas (Martinsdóttir et al., 2009b). O modo tradicional de avaliar a frescura do pescado recorre à inspeção sensorial (desde a década de 1970) e atualmente está regulamentado a nível Europeu. O Regulamento (CE) n.º 2406. (1996), do Conselho de 26 de Novembro, relativo à fixação de normas comuns de comercialização para certos produtos da pesca, também estabelece os graus de frescura dos produtos da pesca com base na análise de atributos sensoriais, i.e. num exame organolético, uma vez que a qualidade é, em grande parte, avaliada pelo grau de frescura

Nas últimas três décadas, os institutos de investigação das pescas europeus desenvolveram uma ferramenta, pela qual, a avaliação sensorial passou a ser realizada de forma sistemática com um método objetivo de avaliação da qualidade de pescado (Hyldig et al., 2007).

O Método de Índice de Qualidade (QIM) é um método sistemático e objetivo que simplifica o processo de avaliação da qualidade de pescado. O método foi originalmente desenvolvido na Tasmânia, durante o final da década de 1970 e início dos anos 80, mas a maioria dos esquemas de QIM, foram desenvolvidos na Europa, onde o método é amplamente aplicado (Nielsen, 2005).

O esquema QIM baseia-se na avaliação dos atributos que melhor traduzem as alterações que ocorrem no produto, por exemplo, no caso de peixe inteiro fresco, aspeto da pele, designadamente a pigmentação e brilho, forma dos olhos, cor e cheiro das brânquias. Para cada um dos atributos é selecionado um conjunto de descritores que melhor refletem as alterações ocorridas, aos quais é atribuída uma pontuação que varia entre 0 e 3 pontos de demérito. Os descritores correspondentes ao estado de maior frescura são pontuados com 0, enquanto os respeitantes à perda de qualidade mais avançada são classificados com dois ou três pontos. A

Soma destes pontos de deméritos atribuídos a todos os descritores corresponde o Índice de Qualidade (IQ) (Amaral & Freitas, 2013., Gonçalves & Soares, 2012). No entanto, o IQ de peixe muito fresco é zero e vai aumentando à medida que a deterioração prossegue, verificando-se uma evolução linear deste índice em função do tempo de conservação (Nunes et al., 2007., Martinsdóttir et al., 2009b., QIM, 2009).

O método tem merecido nos últimos tempos muita atenção por parte da indústria de processamento do pescado e do sector da comercialização, inspeção e investigação (Nunes et al., 2007). É considerado um método promissor na avaliação de frescura do pescado de uma forma rápida e objetiva. O método não é destrutivo e deve ser espécie-específico, dessa forma, proporciona ao usuário (produtores, compradores, vendedores e revendedores) a utilização de uma medida de frescura confiável e padronizada do produto, além de permitir prever a validade ou o tempo de prateleira do produto (Amaral & Freitas, 2013).

O QIM procura ultrapassar as dificuldades surgidas na aplicação de tabelas menos objetivas constantes do Regulamento (CE) nº 2406. (1996)., (Nunes et al 2007., Martinsdóttir et al., 2009b., QIM, 2009), tendo sido inicialmente desenvolvido para peixe inteiro, armazenado em refrigeração e, atualmente é aplicado entre outros produtos como filetes, peixe congelado e produtos já cozinhados. Uma das outras vantagens do QIM, é o fato de cada atributo poder ter dois a quatro descritores marca uma das diferenças do QIM em relação aos esquemas tradicionais de avaliação do grau de frescura. Outra diferença reside no fato de se utilizarem vários descritores específicos para cada produto. Além disso, o grau de frescura do produto em causa não se baseia numa média, mas no número total de pontos de demérito atribuído o qual é designado por Índice de Qualidade (Sant'Ana et al., 2011).

Os descritores usados para identificar as alterações são tanto quanto possível inequívocos, claros e breves, envolvendo normalmente apenas uma ou duas palavras-chave. Com este tipo de descritor será possível minimizar os erros de interpretação por parte dos provadores, tornando este tipo de avaliação mais fácil, rápida e objetiva. Neste sistema não é dada demasiada ênfase a nenhum aspeto em particular, pelo que a amostra não é rejeitada apenas com base num único atributo. Por outro lado, pequenas diferenças na avaliação de um atributo não influenciam a pontuação total (Martinsdóttir et al., 2009a., Nunes et al., 2007., QIM-*Eurofish*, 2012).

1.7.2. Métodos instrumentais (físico-químicos)

De acordo com Dalgard (2000), ainda que tenha descrito a importância dos métodos sensoriais é essencial a utilização de métodos instrumentais (químicos, físicos e microbiológicos) como forma de avaliação complementar tendo em vista que os primeiros podem apresentar custo elevado, demandar maior tempo porque se utilizam provadores treinados, e possuir dificuldade de padronização (Taha, 1988). De entre vários métodos instrumentais disponíveis, destacam-se a seguir aqueles que são selecionados para este estudo.

Atividade de água (a_w)

A quantidade de água que está presente nos alimentos pode apresentar-se na forma molecular ou ligada ao produto. A atividade de água é a relação entre pressão de vapor de água em equilíbrio sobre o alimento e a pressão de vapor de água pura a mesma temperatura que expressa o teor de água livre no alimento (UFSM, 2002). É um dos fatores intrínsecos dos alimentos, e é uma medida qualitativa que permite avaliar a disponibilidade de água livre suscetível a diversas reações, ao passo que o teor de humidade é uma medida meramente quantitativa, medindo a percentagem em peso de toda água presente no alimento, tanto livre ou ligada ao produto. Neste sentido, a quantidade de água livre que não se encontra comprometida com as moléculas constituintes do alimento, torna-se disponível para as alterações físico-químicas e biológicas do alimento, e portanto, tornando-se o responsável pela deterioração dos alimentos. (Garcia, 2004).

A determinação de atividade de água (a_w), tem grande importância na área de tecnologia de alimentos, porque além de avaliar a suscetibilidade de deterioração dos alimentos, permite também prever o tempo de prateleira dos alimentos. Portanto, o conhecimento preciso de valor de a_w pode indicar as condições nas quais os alimentos devem ser armazenados para aumentar o seu tempo útil de conservação, servir como parâmetro de controlo de qualidade, já que cada alimento tem um valor ótimo de a_w , onde as reações da deterioração sejam microbiológicas, enzimáticas ou químicas são minimizadas. Com valores que podem variar entre 0 e 1, o valor de atividade de água tem um efeito inibidor sobre o desenvolvimento dos microrganismos num determinado alimento, tanto maior quanto menor for o seu valor, pois limita a disponibilidade de água e perturba os mecanismos de regulação osmótica das células (Salavessa, 2009).

O valor de a_w de maioria dos alimentos frescos é superior a 0,99, este valor favorece o desenvolvimento bacteriano uma vez que as bactérias, em geral, necessitam de maiores valores de a_w para crescimento do que os fungos. Por exemplo, as bactérias Gram-negativas necessitam de maiores valores de a_w do que as Gram-positivas (Tolentino, 2012). A maior parte das bactérias deteriorantes de alimentos não cresce para valores de a_w inferiores a 0,91, enquanto os fungos podem crescer para valores de a_w de 0,80. Relativamente as bactérias patogénicas em alimentos, elas suportam valores de a_w de 0,86, ao passo que *Clostridium botulinum* não cresce abaixo de 0,94. Os bolores suportam uma gama de a_w mais alargado que as bactérias (Jay, 2005), de facto, estes são mais resistentes as condições extremas do que as bactérias.

Um dos métodos utilizados para avaliar a a_w , utiliza um Higrômetro Eletrônico de fibra que é fundamentado na capacidade que a lâmina higroscópica de cloreto de lítio tem de alterar sua resistência elétrica ou condutância pela mudança de humidade relativa, no espaço porta-amostra (Leinstner & Rodel, 1975).

Cor

A cor pode ser utilizada como um índice de transformações naturais de alimentos frescos ou de mudanças ocorridas durante o processamento industrial., sendo assim um importante parâmetro de qualidade. Os métodos instrumentais de medição da cor têm cada vez mais importância no controlo da qualidade na indústria alimentar. Os consumidores, muitas vezes, avaliam a qualidade inicial do produto pela sua cor e aparência (Schubring, 2011). Os consumidores frequentemente avaliam o pescado, principalmente com base em uma cor só, portanto, o parâmetro de cor apoiaria escolha de pescado de qualidade (Skjervold et al., 2001)

Normalmente se tem utilizado o sistema CIELAB, é regularmente usado para medir a cor de produtos alimentares. Este sistema utiliza três parâmetros: valores de L^* (luminosidade), a^* (verde/vermelho) e de b^* (amarelo/azul) (Mallikarjunan, 2011).

As alterações autolíticas e microbiológicas que ocorrem durante a deterioração provocam alteração da cor. Outros fatores que podem levar a alteração da cor de um produto da pesca, são a biologia e as condições de criação (Erikson & Misimi, 2008). No caso de animais provenientes de aquicultura as condições de armazenamento e o tipo de manuseio a que estão sujeitos (Hallier et al., 2007). A cor de um alimento deve-se à presença de pigmentos naturais. Estes pigmentos são instáveis, participam de diferentes reações e, em função disto, a alteração de cor de um

alimento é um indicador das alterações químicas e bioquímicas possíveis de ocorrer durante o processamento e armazenamento. De uma forma geral, várias espécies de pescado apresentam coloração própria do músculo, líquido corporal, vísceras e, sobretudo, da pele e couro. Esta diversificação de cor se deve à presença de vários pigmentos, tais como mioglobina, hemoglobina, bilinas, hemocianina, carotenóides, melaninas (Sikorski et al., 2010., Ribeiro et al., 2007).

Capacidade de Retenção de Água (CRA)

A capacidade de retenção de água (CRA ou WHC do inglês *Water Holding Capacity*) é uma das propriedades fundamentais na avaliação da qualidade dos produtos cárneos, tanto os destinados ao consumo direto, como para os destinados a produção industrial (Cristas, 2012). Para os produtos cárneos a CRA, pode ser definida como a capacidade de absorver e reter água durante os tratamentos mecânicos (corte, moagem, cominuição ou enchimento), tratamento térmico, transporte e armazenamento (Zayas, 1997).

As proteínas são os principais componentes que intervêm na formação da estrutura e estabilidade das emulsões cárneas. Portanto, Todos os fatores que afetam as proteínas miofibrilares, têm influencia fundamental nas alterações da CRA dos produtos cárneos. De entre estes, merecem destaque as alterações do pH durante o armazenamento, as alterações *post-mortem* e o efeito de alguns sais (Huff-Lonergan, 2010). Produtos cárneos com baixa CRA dão origem a produtos processados de péssima qualidade uma vez que, juntamente com a água, perdem-se proteínas solúveis como as sarcoplasmáticas necessárias à formação da estrutura do músculo, que consequentemente afetarão a textura, a suculência e o sabor da carne.

A capacidade de retenção de água pode ser determinada usando metodologias que utilizam a força de gravidade (perda de exsúdo) por aplicação de pressão em papel de filtro, ou centrifugação, ou então, por tratamento térmico. Todavia, a utilização deste parâmetro como critério de qualidade dos alimentos, não é uma medida objetiva, pois na literatura não existe um valor exato para cada alimento (Honikel & Hamm, 1994).

Textura

A textura é uma característica complexa, porque depende de uma variedade de fatores, tais como: fibra muscular, pH, componentes da matriz extracelular, como por exemplo, colagénio e proteoglicanos (Periago et al., 2005., Tinbo et al., 2005).

A determinação instrumental da textura é uma análise importante para analisar a frescura do peixe e qualidade da carne. As variações de textura durante a conservação, podem ser monitoradas sensorialmente. No entanto, foram desenvolvidas técnicas reológicas objetivas que conseguem reproduzir a avaliação de um painel de peritos (Santos, 2008). As diferentes técnicas desenvolvidas baseiam-se em princípios reológicos como a compressão, punção ou força de cisalhamento. Os instrumentos utilizados são denominados texturómetros, acompanhados por uma grande variedade de acessórios, que permitem realizar diferentes tipos de análises (Rocha, 2013).

Na literatura, a perda de textura durante o armazenamento do pescado foi estudada entre autores (Sato et al., 1991., Rocha, 2013) Todavia, vários pesquisadores têm associado a diminuição do pH muscular com textura dura e uma elevada perda de água no descongelamento (De Vido et al., 2001), outros sugerem o envolvimento de várias enzimas na degradação da textura durante o armazenamento (Sato et al., 1991). Estudos sobre o assunto, principalmente com *salmonídeos*, tendem a mostrar que os peixes expostos ao estresse manipulação demorada no abate apresentam textura mais suave e menor tempo de conservação (Bahuaud., 2010., Lefèvre et al., 2008).

A análise de textura através de métodos mecânicos é muito utilizada na avaliação da qualidade do pescado, uma vez que, em diferentes estudos com diferentes espécies, foi possível encontrar uma boa correlação entre a análise instrumental e a análise sensorial da textura (Careche & Barroso, 2009). De acordo com Huss (1995)., Bremner et al. (2002), a alteração na textura, resultante de alterações autolíticas, bacterianas e químicas em peixes durante a armazenagem tem uma relação direta com alteração da frescura do peixe. A medição de mudanças texturais é considerada como uma das maneiras de determinar a deterioração da qualidade de alimentos (Rocha, 2013).

1.7.3. Métodos bioquímicos

Os métodos químicos e bioquímicos fornecem informações quantitativas adicionais para avaliação de qualidade do pescado. O fato de se determinarem níveis de tolerância, através de indicadores químicos de deterioração, limita a necessidade de sustentar opiniões pessoais acerca da qualidade do pescado. Por outro lado, é sabido que a análise sensorial é muito importante na identificação de produtos de boa ou má qualidade. Assim, os métodos químicos e bioquímicos são uma ajuda em casos de qualidade marginal do produto. Além do mais, estes métodos têm sido usados para substituir os métodos microbiológicos, que consomem grande quantidade de tempo. A análise química e bioquímica devem correlacionar-se com as avaliações sensoriais de qualidade, devendo o composto químico aumentar ou diminuir de acordo com o nível de deterioração microbiológica ou de autólise (Huss, 1997., Bremner & Sakaguchi, 2000).

Azoto Básico Volátil Total (ABVT)

As bases voláteis totais compreendem um grupo de compostos nitrogenados, como a amónia e a trimetilamina, formados quando o peixe está em fase de deterioração. Vários países, como Brasil, Argentina e Austrália, e da Europa, adotaram este parâmetro como critério de frescura. Porém, a utilização deste parâmetro para peixes de água doce é questionada, pois estes possuem quantidades mínimas de óxido de trimetilamina, que por ação microbiana origina trimetilamina. Assim, diferentes dos peixes de água salgada, os peixes de água doce geralmente apresentam baixos valores de ABVT (Beraquet, 1985).

Muitos índices químicos para controlo de qualidade de pescado, moluscos e crustáceos estão baseados nas alterações quantitativas ou qualitativas de compostos da fração nitrogenada não proteica do músculo. Esta fração engloba substâncias de baixo peso molecular de diversas origens. A atividade enzimática pode causar alteração na concentração destes compostos ou originar outros diferentes. A deteção de alterações progressivas destas substâncias no músculo do pescado durante o armazenamento, é o primeiro requisito para considerar tais substâncias como potenciais índices de frescura (Lapa-Guimarães, 2005)

O teor de Azoto Básico Volátil (ABVT) (i.e. da combinação da amónia, TMA e DMA) tem sido utilizado como índice de frescura para pescado (Ruiz-Capillas & Moral, 2001). Entretanto, existem controvérsias sobre a efetividade deste parâmetro, uma vez que em algumas espécies

de pescado, as alterações significativas nos teores destes compostos, somente ocorrem quando os sinais de deterioração já são visíveis sensorialmente (Lapa-Guimarães, 2005).

A determinação de ABVT nos produtos da pesca, contabiliza todos os compostos azotados voláteis existentes na amostra, principalmente os níveis de amoníaco, TMA e DMA que vão aumentando com o processo de deterioração quer enzimática quer microbiana. O resultado destes testes tem como objetivo a predição do grau de frescura do produto da pesca (Ozogul, 1999).

De acordo com (Morga, 1975), as bases voláteis nitrogenadas ocorrem no músculo do pescado devido ao desdobramento das proteínas por ação enzimática e bacteriana, dando como produto final aminas, situando-se entre estas, substâncias voláteis simples. Estas aminas aumentam progressivamente com a deterioração, sendo determinadas no tecido muscular sob a forma de ABVT (Savay da Silva et al., 2008).

Normalmente o recurso a métodos de análise objetivos para avaliação da qualidade do pescado é apenas sugerida quando o exame organoléptico suscita algumas dúvidas. Com os avanços que vem ocorrendo na legislação relativa a alimentos e no mercado das matrizes alimentares, as relações comerciais exigem cada vez mais uma série de informações relativas à qualidade do pescado e à rastreabilidade dos produtos. A obtenção de informações relevantes, inclusive de parâmetros que descrevam a qualidade do pescado é, portanto, necessária (Olafsdóttir et al., 2005). De entre os controlos químicos previstos para evitar a colocação no mercado de produtos impróprios para consumo, o Regulamento (CE) 2074 (2005) na UE, estabelece níveis de ABVT que não podem ser excedidos no caso de determinadas categorias de pescado (Tab.1.3).

Uma das limitações da determinação de ABVT como índice de frescura ou deterioração é o fato de apresentar níveis variáveis em função da espécie, estação do ano, habitat (Casgado, 2005). Como consequência do reduzido número de espécies de produtos da pesca para as quais existem valores limite de ABVT previstos, a indústria tem tido dificuldades quando pretende utilizar este tipo de determinação objetiva na avaliação de outros produtos da pesca.

Tabela 1.3 – Limites de ABVT para algumas espécies de pescado fresco e derivados, de acordo com o Reg. (CE) nº 149/1995, Reg. (CE) 2074/2005 e Reg. (CE) nº 1022. (2008).

Categorias	Limites de ABVT (mg N/100 g)
Animais pertencentes à ordem Selachimorpha	50 – 70
<i>Sebastes spp.</i>, <i>Helicolenus dactylopterus</i>, <i>Sebastichthys capensis</i>	25
Fumados e Salgados	Até 80
Conservas	
Boa qualidade	40 – 50
Comuns	50 – 60
Medíocres	60 – 70
Crustáceos	
Boa qualidade	<30
Comuns	30 – 40
Medíocres	40 – 60

No entanto, a par não destes limites, em 2005 a União Europeia estabeleceu um limite máximo de 30-35 mg ABVT/100 g para algumas espécies da família *Pleuronectidae* (à exceção do alabote: *Hippoglossus spp.*), *Merlucciidae*, *Gadidae* e *Salmo salar*.

Medidas de oxidação lipídica

O pescado é conhecido como uma rica fonte de ácidos gordos insaturados. No entanto, devido este grau de insaturação, estes são altamente suscetíveis ao processo de oxidação (Huss, 1995a). Para avaliar o nível de oxidação utilizam-se com frequência dois índices: o índice de peróxidos (IP) e o TBA ou substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS).

Os hidroperóxidos são os produtos primários da degradação dos lípidos do peixe. Estes compostos podem ser detetados através de métodos químicos, na maior parte das vezes recorrendo às suas propriedades oxidativas. Os hidroperóxidos não apresentam odor nem sabor, não estando desta forma relacionados com a qualidade sensorial do produto. No entanto, o índice de peróxidos pode ser um indicador potencial da formação posterior de substâncias sensorialmente detetáveis. Uma desvantagem dos hidroperóxidos é que estes se decompõem com o tempo. Desta forma, um valor baixo de peróxidos num determinado momento da armazenagem pode tanto indicar uma fase inicial de autooxidação como uma fase tardia, ou ainda um produto severamente oxidado, onde a maioria dos hidroperóxidos já se encontram degradados (Huss, 1995a). O índice de peróxidos representa a diferença entre a formação e a decomposição de peróxidos, e exprime-se em milimoles de oxigênio ativo por kg de matéria

gordo. Um dos métodos utilizados para quantificar os peróxidos, baseia-se numa titulação de iodo libertado do iodeto de potássio por peróxidos (método iodométrico) (Martinsdóttir et al., 2009b., Silva et al., 1999). A figura 1.5 ilustra as reações envolvidas neste processo.

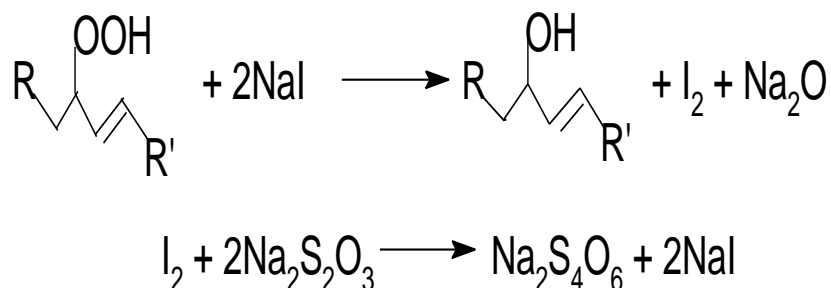


Figura 1.7 - Reações envolvidas na determinação do índice peróxidos: decomposição do iodeto de potássio pelos peróxidos e titulação do iodo com tiosulfato de sódio.

Os produtos secundários da oxidação lipídica aparecem numa fase mais avançada da rancificação e resultam da oxidação dos hidroperóxidos em aldeídos, cetonas e ácidos gordos de cadeia curta. A maioria destes compostos confere ao peixe odores e sabores desagradáveis que juntos produzem o odor característico a ranço. Assim, podem medir-se as substâncias que conseguem reagir com o ácido tiobarbitúrico (TBARS). É necessária uma certa precaução na correlação entre o TBARS e as avaliações sensoriais (Huss, 1995b). Uma outra fonte de interesse para a medição deste parâmetro relaciona-se com o fato de o aldeído malónico ter sido apontado como agente mutagénico e cancerígeno, o que coloca a sua determinação num patamar que abrange, para além da componente organolética, também a saúde pública (Beraquet & Lindo, 1985). Apesar destas contrariedades do teste, o ensaio de TBARS continua a ser utilizado para quantificar o estresse oxidativo, medindo-se os danos causados pela oxidação lipídica em pescado e produtos da pesca. Estes danos provocados pelos radicais livres com lípidos resultam na produção de MDA, que reage com TBA sob condições de alta temperatura e acidez, gerando um cromógeno que pode ser medido por um espectrofotómetro (Van Der Kraak et al., 2003).

No entanto, não há regulamentação para o limite máximo permitido de TBARS para pescado na literatura. Entretanto, de acordo com o trabalho desenvolvido por Al-Kahtani et al. (1996), o pescado pode ser considerado em bom estado de consumo quando apresentar valores abaixo de 3 mg de malonaldeído/kg de amostra. E de acordo com Schormuller (1969), os limites de malonaldeído no pescado apto para consumo estão entre 7-8 mg / kg (Neiva, 2003).

1.8. Objetivos

Genericamente, com este trabalho pretende-se:

- 1 - Avaliar o grau de frescura e tempo de conservação útil das espécies cavala (*Scomber spp*) e carapau (*Trachurus spp*) frescas e refrigeradas, comercializadas em Faro (Portugal) e em Luanda (Angola),
- 2 - Criar uma base de conhecimentos e resultados para o desenvolvimento de novos trabalhos em Angola nesta área,
- 3 - Contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia de controlo de qualidade para fornecer informações qualitativas e quantitativas aos consumidores em Angola

Mais especificamente, pretende-se:

- 1 - Aplicar esquemas QIM, a fim de se realizarem as provas que permitem analisar sensorialmente as espécies em estudo,
- 2 - Estabelecer uma correlação entre as análises sensoriais e físico-químicas nas definições dos períodos de conservação útil das espécies em estudo.
- 3 - Comparar os períodos de conservação útil das referidas espécies comercializadas no Faro (Portugal) e em Luanda (Angola), bem como identificar os fatores que influenciarem no tempo de conservação útil destas espécies,
- 4 - Determinar os níveis de alguns dos parâmetros físico-químicos de controlo da qualidade, ao longo do período de conservação útil,
- 5 - Estimar um tempo de conservação útil para cada espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Matéria-prima

2.1.1. Cavala (*Scomber* spp.)

As amostras de cavala utilizadas neste trabalho, foram capturadas por uma embarcação da pesca comercial costeira no Algarve. Em Luanda, as amostras foram capturadas na zona da Camuxiba no Distrito da Samba. As amostras eram capturadas nos dias que antecediam as análises sensoriais e físico-químicas. O transporte das amostras do local de captura para o laboratório de química, foi feito em caixas de poliestireno com gelo. Em Faro, foram adquiridas n=25 cavalas em Novembro de 2014. Enquanto em Luanda foi adquirida amostra de (n=28) cavalas em Maio de 2015.

2.1.2. Carapau (*Trachurus* spp.)

A amostra de carapau (n=25 espécimes) utilizado neste trabalho, foi adquirida no hipermercado em Faro (Algarve), em Dezembro de 2014. Em Luanda, amostra foi adquirida na zona de Camuxiba, no Distrito da Samba em Abril de 2015. Para o efeito, foi adquirida uma amostra de 27 carapaus «médios». Durante o transporte das amostras para o laboratório de análises, foram conservadas dentro dos sacos de poliestireno e que, por sua vez, se mantiveram dentro das caixas térmicas.

2.2. Processamento das amostras

Após a receção dos espécimes de cavala e carapau no laboratório, foram colocadas em plásticos de polistireno e seguidamente em caixas de polistireno, e cobertas com o gelo. Seis espécimes de cavala e carapau foram separados para as provas sensoriais, e as restantes foram conservadas na câmara de refrigeração a 5 °C. No caso das amostras analisadas em Luanda, estas foram conservadas num frigorífico (LAB COLD-SPARKFREE) com temperatura regulada ao 5 °C (Fig.2.1).



Figura 2.1 - Frigorífico (LAB COLD-SPARKFREE) utilizado para conservar amostras de carapau (*Trachurus* spp.) e da cavala (*Scomber* spp.) em Luanda.

A seguir são apresentadas as etapas que se sucederam durante o processamento de amostras da cavala e de carapau comercializadas em Faro e Luanda, antes do armazenamento (Fig. 2.2 vs Fig. 2.3)



Figura 2.2 - Etapas de processamento de amostras da cavala (*Scomber* spp), antes de serem conservadas na câmara de refrigeração, onde as imagens legendadas por F e L, representam amostras processadas em Faro e em Luanda.



Figura 2.3 - Etapas de processamento de amostras do carapau (*Trachurus* spp), antes de serem conservadas na câmara de refrigeração, onde as imagens legendadas por F e L, representam amostras processadas em Faro e em Luanda.

2.3. Metodologia

Este trabalho consistiu em duas fases, onde a primeira foi realizada nos laboratórios de Química, Processamento de alimentos e Desenvolvimento de novos produtos, do Departamento de Engenharia Alimentar da Universidade do Algarve. E a segunda fase foi realizada no laboratório do Instituto Nacional de Investigação Pesqueira (INIP), em Luanda.

Foram estabelecidos períodos máximos de conservação de 13 e 11 dias respetivamente para cavala e carapau, armazenados em gelo e refrigerada a 5 °C, para Faro e Luanda, conforme referidos na seção de processamento das amostras (v. acima). Os ensaios experimentais consistiram na avaliação dos parâmetros da composição nutricional, nomeadamente através da humidade, proteínas brutas, gordura livre total, cinzas, cloretos, e dos parâmetros de qualidade (frescura) através de análise sensorial utilizando o método de índice de qualidade (QIM), e físico-química (instrumental) através das determinações da cor, atividade de água (a_w), potencial hidrogeniónico (pH), textura, capacidade de retenção da água (CRA), azoto básico volátil total (ABVT), índice de peróxidos (IP) e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS). Os parâmetros de qualidade foram avaliados nos dias 0, 3, 7 e 11, para a cavala e 0, 3, 7 e 13, para o carapau, correspondentes ao período de armazenamento. Para as medições da cor, textura e pH, foram utilizadas amostras inteiras; pelo contrário, para as restantes determinações físico-químicas, as amostras foram trituradas e homogeneizadas no Ultra-Turrax T25 (Janke & Kunkelika – Labotechink). Em Luanda, não foi possível determinar a cor, a textura, a capacidade de retenção da água e atividade da água, por falta dos equipamentos apropriados. A seguir descrevem-se com maior pormenor os procedimentos técnicos utilizados.

2.3.1. Avaliação sensorial

Para avaliação sensorial de amostras da cavala e do carapau, processadas em Luanda e Faro foram utilizados protocolos QIM (Fig. 2.1 vs Fig. 2.2) adaptados de acordo com os trabalhos desenvolvidos por Andrade et al. (1997)., Nunes et al. (2007), sobre avaliação sensorial destas espécies. As provas decorreram nos laboratórios de Desenvolvimento de Novos Produtos e Processamento dos Alimentos da DEA ISE UALG em Faro, e em Luanda as provas decorreram no Laboratório de Controlo de Qualidade dos Produtos da Pesca e Derivados do INIP. Inicialmente as equipas de provadores eram constituídas por 20 e 15 indivíduos respetivamente, de ambos os géneros.

Durante a realização das provas sensoriais, as amostras foram conservadas nos tabuleiros com gelo e dentro do frigorífico. E foram apresentadas aos provadores nos pratos brancos de poliestireno, que permitiram uma melhor visibilidade na identificação da cor. Durante a realização das provas, as amostras foram trocadas de 2 em 2 minutos para o frigorífico, e este procedimento evitou a desidratação das mesmas. Aos provadores, foram-lhes apresentadas as fichas do QIM (Tab. 2.1 vs Tab. 2.2), e foram solicitados para que avaliassem os seguintes atributos de qualidade: aparência, cor, odor e textura. Na avaliação sensorial de cada atributo, foram dados pontos de deméritos que estavam situados entre 0 a 3 pontos, sendo a pontuação zero correspondente a qualidade excelente e a pontuação três referente a péssima qualidade. E este procedimento manteve-se até ao final do período de armazenamento.

Tabela 2.1 - Protocolo de QIM utilizado na análise sensorial da cavala (*Scomber spp*)

Atributos de qualidade		Descritores	Pontos de deméritos	
Aspeto geral	Aparência superficial	❖ Azul intenso, lodo translucido	0	()
		❖ Perda da cor brilhante, tom de lodo nublado e ligeiramente dourado	1	()
		❖ Com pontinhos dourados/amarelados	2	()
	Firmeza do Musculo	❖ Muito dura e firme	0	()
		❖ Firme	1	()
		❖ Suave ❖ Pouco/nada firme	2 3	() ()
Rigidez do músculo	❖ Muito tenso	0	()	
	❖ Tenso	1	()	
	❖ Moderadamente tenso ❖ Flácido	2 3	() ()	
Olhos	Transparência da carne	❖ Clara e translúcida	0	()
		❖ Menos translúcida	1	()
		❖ Nublada	2	()
	Pupila	❖ Preta brilhante	0	()
		❖ Suavemente nublada	1	()
		❖ Nublada	2	()
Forma da Córnea	❖ Convexa	0	()	
	❖ Plana	1	()	
	❖ Concava	2	()	
Brânquias	Cor	❖ Vermelhas uniformemente com sangue e com muco translucidam	0	()
		❖ Acastanhadas	1	()
		❖ Escuras, acastanhadas com muito muco	2	()
	Cheiro	❖ Algas, fresco	0	()
❖ Natural		1	()	
❖ Peixe		2	()	
❖ Amónia		3	()	
Abdómen	Parede abdominal	❖ Firme, intacta	0	()
		❖ Pouco firme, mas ainda intacta	1	()
		❖ Mole, enrugada, rotulada	2	()
Índice de qualidade (Total de pontos de deméritos)			0 - 21	()

Tabela 2. 2 - Protocolo de QIM utilizado na análise sensorial do carapau (*Trachurus spp*)

Atributos de qualidade		Descritores	Pontos de deméritos	
Especto geral	Pele	❖ Iridescente, brilhante	0	()
		❖ Pigmentação menos viva e brilhante	1	()
		❖ Baça e ligeiramente amarelada	2	()
	Firmeza do músculo	❖ Muito firme, rija	0	()
❖ Firme, elástica		1	()	
❖ Ligeiramente mole		2	()	
❖ Mole/muito mole		3	()	
Olhos	Pupila	❖ Preta azulada, viva	0	()
		❖ Preta enevoadada	1	()
		❖ Cinzenta, leitosa	2	()
	Forma	❖ Convexa	0	()
		❖ Achatada, plana	1	()
		❖ Côncava, encovada	2	()
Brânquias	Cor	❖ Vermelha púrpura	0	()
		❖ Vermelha acastanhada	1	()
		❖ Acastanhada	2	()
		❖ Castanha descorada	3	()
	Cheiro	❖ Algas, fresco	0	()
		❖ Algas pouco intenso, metálico	1	()
Abdómen	Parede abdominal	❖ Relva ou ligeiramente azedo	2	()
		❖ Azedo, rançoso	3	()
		❖ Firme, intacta	0	()
		❖ Pouco firme, mas ainda intacta	1	()
		❖ Mole, enrugada, rotulada	2	()
Índice de Qualidade (total de pontos de deméritos)			0-17	()

2.3.2. Métodos instrumentais

Composição nutricional

Humidade

A percentagem de humidade foi determinada de acordo com o procedimento descrito na Norma Portuguesa NP 2282 (IPQ, 1991). As caixas de Petri foram colocadas na estufa a 103 ± 2 °C durante 30 min, em seguida foram arrefecidas no exsiccador durante 30 min, e posteriormente tarradas. Pesaram-se 5 g de amostra em duplicado e colocaram-se na estufa a 103 ± 2 °C durante

24 h. No dia seguinte foram retiradas da estufa e arrefecidas no exsiccador aproximadamente 30 min e pesadas na balança analítica. Procedeu-se deste modo até que duas primara pesagens consecutivas não deferiram em mais de 0,1% da massa de amostra. A percentagem da humidade (%H) foi determinada pela seguinte expressão:

$$\%H = \frac{(m_1 - m_3)}{(m_2 - m_1)} \times 100$$

sendo H - percentagem (%) de humidade, m_1 - massa em gramas da placa de Petri (g), m_2 - massa em grama do conjunto placa de Petri e toma para análise e m_3 - massa em grama do conjunto placa de Petri e toma para análise após a secagem.



Figura 2.4 - Estufa (DIGITHAT) utilizada na secagem da humidade

Teor de proteínas brutas

A determinação do teor de proteínas, realizou-se de acordo com o procedimento descrito nos métodos oficiais de análise dos alimentos (AOAC, 1998). Pesaram-se 2 g por amostra de peixe para um papel de filtro tarado sem cinzas e dobrou-se o papel de filtro de modo a introduzir-se no tubo de Kjeldahl. Juntou-se uma pastilha de catalisador (3,5 mg de selénio e 3,5 mg de sulfato de potássio) e adicionou-se 20 ml de ácido sulfúrico concentrado. A seguir colocou-se o tubo no digestor (Digestion System 20 1015 Digester Tecator) a 400 °C, até que a amostra foi totalmente digerida. Após arrefecimento do tubo, a solução foi neutralizado com 100 ml de Hidróxido de sódio 40% (m/v) e diluída com 50 ml de água destilada. Posteriormente, destilou-se o azoto presente na amostra (que foi previamente convertido em amónia) no aparelho de destilação/titulação Kjeldahl AutoAnalyzer 1035, por arraste de vapor. O valor foi recolhido

numa solução de ácido bórico 4% (m/v), contendo uma mistura de verde de bromocresol e vermelho de metilo. O “recolhido” foi titulado com ácido clorídrico 0,1 N, e os ensaios foram realizados em duplicado por amostra. Paralelamente, fez-se um ensaio em branco, adicionando todos reagentes, exceto a massa de amostra. O teor de proteínas foi calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$\text{Teor de proteínas brutas (\%)} = \frac{(V_2 - V_1)}{m} \times M \times 1,4 \times 6,25$$

sendo m – massa em grama da tina para análise, V_1 – volume de HCl (ml) gasto no ensaio em branco, V_2 – volume de HCl (ml) gasto na titulação da tina para análise, M – molaridade de HCL utilizado e 1,4 e 6,25 – fatores de diluição e de correção respetivamente.



Figura 2.5 - Digestor automático de Kjeldahl (Auto-Analyzer 1035), e Destilador automático de Kjeldahl (AutoAnalyzer 1035) utilizados na quantificação de proteínas de peixe.

Teor de matéria gorda livre

A determinação do teor de matéria gorda livre, foi determinado de acordo com o procedimento descrito na Norma portuguesa (NP 1972 (IPQ, 1992). As análises foram feitas em duplicado.

Pesaram-se 10 g de amostra de peixe previamente seca e transferiram-se para um cartucho de extração arrastando todos os vestígios de amostra com algodão embebido no éter de petróleo, que também foi introduzido no cartucho. Posteriormente o conjunto foi colocado dentro de extrator de Soxhlet (Fig. 2.6), onde se colocou um balão previamente seco e tarado com ebulidores de temperatura (Fig. 2.6), e em seguida adicionaram-se 175 ml de éter para se proceder à extração da gordura durante 8 h. Após este processo, o extrato foi evaporado a 40-60 °C no Rota vapor, e a gordura obtida, foi seca em estufa a 30°C durante meia h, e

posteriormente arrefecida no exsiccador e pesada na balança analítica. O teor da matéria gorda livre (g/100 g), foi obtido através de:

$$\text{Matéria gorda livre} = \frac{(m_2 - m_1)}{m} \times 100$$

em que m – massa em grama da toma para análise, m_1 – massa em grama do balão de extração e m_2 – massa em grama do balão de extração com extrato após a secagem



Figura 2.6 - Processo de extração contínua de gordura de peixe pelo método de Soxhleht (extração a quente).

Cinzas

O teor em cinza foi determinado de acordo com o procedimento descrito na Norma Portuguesa NP 2032 (IPQ, 1988). Pesaram-se cerca de 5 g por amostra de peixe para cadinhos de porcelana previamente secos e tarados. Posteriormente, os cadinhos em conjunto com a toma para análise foram calcinados no bico de Bunsen e colocados na mufla à 550 °C durante 24 h. No dia seguinte, após arrefecimento no exsiccador, os cadinhos foram tarados. E o processo continuou até que os resultados de duas pesagens sucessivas não diferiram em mais de 0,1% da massa de amostra. O teor em cinzas (%Cinzas) foi determinado de acordo com a seguinte equação:

$$\% \text{Cinzas} = \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)} \times 100\%$$

onde m_1 – massa em grama do cadinho, m_2 – massa em grama do cadinho com a toma para análise e m_3 – massa em grama do cadinho com a cinza após a secagem.



Figura 2.7 - Mufla (LASEC LABAROTORY & SCIENTIFIC EQUIPAMENT) utilizada para na determinação do teor em cinza.

Teor de cloretos

A determinação do teor de cloretos, foi baseado no procedimento apresentado na Norma Portuguesa NP 2929 (IPQ, 1988). Pesaram-se cerca de 5 g por amostra para um Erlenmeyer de 250 ml e adicionou-se 25 ml de nitrato de prata 0,1 N e 20 ml de ácido nítrico concentrado. A mistura foi fervida cuidadosamente com tampa durante 15 min. Após o arrefecimento diluiu-se a mistura com 50 ml de água destilada e mais 5 ml de alumem férrico, realizou-se a titulação com a solução padrão de tiocianato de amónio 0,1 N. Paralelamente, fez-se um ensaio em branco adicionando todos reagentes com a exceção da toma para análise. O teor de cloretos foi determinado através de:

$$\text{Teor de Cloretos (\%)} = 0,585 \times \frac{(V_1 - V_2)}{m}$$

sendo V_1 – Volume em ml da solução de Nitrato de prata 0,1 N, V_2 – Volume em ml da solução padrão de Tiocianato de amónio 0,1N (Titulante), m – massa em grama da toma para análise e 0,585 – fator de correção.

Parâmetros de qualidade

Cor

A cor foi medida diretamente usando um Colorímetro (DR. LANGE). A cor foi determinada no sistema CIELAB, data $L^*a^*b^*$, tendo sido feitas três leituras diretamente no corpo do peixe. Portanto, foram analisados três parâmetros da cor: L^* (Luminosidade, entre 0- preto e 100- branco), a^* (vermelha /verde) e b^* (amarela/ azul). O resultado final foi a média das três leituras por amostra.

Atividade de água (a_w)

A atividade da água (a_w) foi determinada usando um medidor de atividade da água (ROTRONIC HYGROLAB). Para isso pesaram-se 5 g do músculo de peixe para caixas apropriadas para o efeito, e em seguida foram colocadas uma por uma no porta-amostra de a_w à temperatura de 25 °C. O valor registado de a_w foi aquele que se obteve após estabilização das leituras.



Figura 2.8 - Medidor de atividade de água (ROTRONIC HYGROLAB) utilizado na determinação de atividade da água em amostras da cavala (*Scomber spp*) e do carapau (*Trachurus spp*) processadas em Faro.

Potencial hidrogeniónico (pH)

Em Faro, o valor de pH foi medido diretamente no músculo do peixe a 25 °C, e em triplicado por amostra, utilizando um medidor de pH (WTW pH 539) (A), equipado com um eletrodo Sentix 21 adequado à análise de sólidos. Por outro lado, o valor de pH das amostras da cavala

e do carapau processadas em Luanda foi medido com base no procedimento descrito em (Lutz, 1985). Inicialmente foram pesados 5 g de peixe para um Béquere de 100 ml, adicionou-se 50 ml de água destilada e homogeneizou-se no Ultra-Turrax durante dois minutos. Posteriormente, fez-se a leitura de pH do homogeneizado no pHmetro digital (AMTAS-MICRPROCESSOR pH/mv) (B).

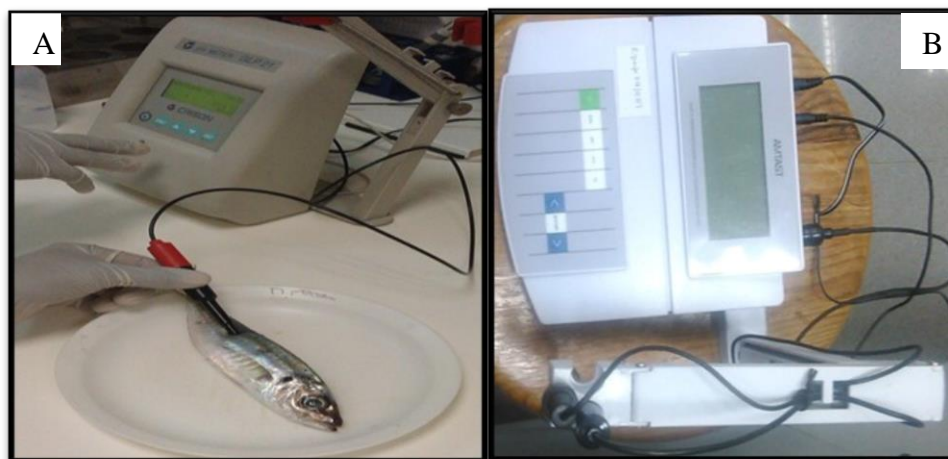


Figura 2.9 - Medidor de pH equipado com um elétrodo Sentix 21 para sólidos (pH WTW pH 539) e pHmetro digital para líquidos (AMTAST-MICROPROCESSOR pH/mv), utilizados na determinação de pH em amostras da cavala (*Scomber spp*) e do carapau (*Trachurus spp*) amostras processadas em Faro e em Luanda, respetivamente.

Textura

A textura em particular (dureza) foi determinada diretamente usando um texturómetro mediante as instruções do aparelho (LFRA 1500-Brookfield, EUA) (Fig.2.9), a partir dum teste de compressão, recorrendo uma sonda esférica de aço de 12,7 mm de diâmetro movida a uma velocidade 1 mms^{-1} e com curso de 5 mm (Fig. 2.10). Foram feitas três leituras de força máxima (kgf) diretamente no músculo do peixe inteiro, e o resultado final da dureza considerada neste trabalho, foi a média aritmética das três leituras efetuadas.



Figura 2.10 - Imagem da instalação do texturómetro (LFRA 1500, Brookfield, EUA) utilizado para avaliar a textura (dureza) nas amostras de cavala (*Scomber spp.*) e carapau (*Trachurus spp.*) processadas em Faro.

Capacidade de retenção da água (CRA)

A capacidade de retenção da água foi determinada pelo método da centrífuga, de acordo com a metodologia descrita por (Gómez-Guillén et al., 2000). Pesaram-se aproximadamente 2 g de peixe, sobre o papel de filtro, previamente tarado. Seguidamente, as amostras foram enroladas dentro dos papéis de filtros e introduzidos em tubos da centrífuga (SIGMA 3K 20, Fig. 2.11), e centrifugados a 5 °C e 4000 rpm durante dez min. Ao mesmo tempo, foram taradas as placas de Petri, para após centrifugação secar as amostras na estufa a 105 °C durante 24 h. Os filtros de papel foram colocados na estufa à 30°C até ao dia seguinte. Após a secagem das amostras e dos filtros, foram retirados da estufa e arrefecidos no exsiccador, pesados posteriormente. A capacidade de retenção de água (CRA), em inglês: *Water-Holding Capacity* ou (WHC), foi determinada mediante a equação:

$$\text{WHC} = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \times 100\%$$

onde m_1 - massa de amostra inicial e m_2 - massa de amostra após a centrifugação.



Figura 2.11 - Centrífuga (SIGMA 3K 20) utilizado para a determinação de capacidade de retenção de água (CRA) nas amostras de cavala (*Scomber spp*) e de carapau (*Trachurus spp*) processadas em faro.

Teor de Azoto Básico Volátil Total (ABVT)

O teor de Azoto Básico Volátil (ABVT) foi doseado pelo método de microdifusão de Conway modificado conforme descrito na Norma Portuguesa NP 2930 (IPQ, 1988). O procedimento divide-se em duas fases principais: extração e determinação.

Para a extração, Pesou-se 10 g de peixe por amostra para um Erlenmeyer de 150 ml e adicionou-se 25 ml de Ácido Tricloroacético (TCA) a 5% (m/v). A mistura foi homogeneizada no Ultra-Turrax durante 2 min, e posteriormente filtrou-se com Whatman n.º 1.

Para a determinação do teor de ABVT, colocou-se 1 ml de uma solução de ácido bórico a 1%, contendo uma mistura de indicadores (0,033% de verde de bromocresol e 0,066% de vermelho de metilo), a coroa central das células de Conway (Fig. 2.12). Para a coroa externa das células de Conway, adicionalmente colocou-se 0,5 ml de água destilada e 1 ml de extrator. As células foram semiabertas com as placas de vidro e plásticas passadas com silicone na extremidade, para evitar a evaporação das bases voláteis após adição de 1 ml da solução saturada de carbonato de potássio. Rapidamente se cobriram totalmente as células e colocaram em estufa, onde foram incubadas a 40 °C durante 90 min. Deixou-se arrefecer as células e posteriormente as bases voláteis recolhidas no ácido bórico, foram tituladas com o ácido clorídrico 0,02N, até o surgimento da cor-de-rosa. Paralelamente, efetuou-se um ensaio em branco, em que o extrato foi substituído por 1,5 ml de água destilada, e um ensaia padrão onde o extrato foi substituído por 1 ml de sulfato de amónio 0,1% (m/v). O teor de bases voláteis totais (mg N/100g) foi calculado utilizando a seguinte expressão:

$$\text{Teor de ABVT} = \frac{21 \times (V_2 - V_0)}{(V_1 - V_0) \times V_3 \times m} \times (V_{\text{TCA}} + \text{FC})$$

sendo V0 - Volume de HCl gasto na titulação do ensaio em branco (ml), V1 - Volume HCl gasto na titulação do ensaio de controlo de difusão (ml), V2 - Volume de HCl gasto na titulação do ensaio com o extrato da amostra (ml), V3 - Volume de amostra utilizado na determinação (ml), VTCA - Volume de TCA usado para a preparação do extrato (ml), m - massa da amostra utilizada na preparação do extrato (g), % H – percentagem de humidade, FC – fator de correção, dado por: $\text{FC} = \frac{\%H}{100} \times m$.

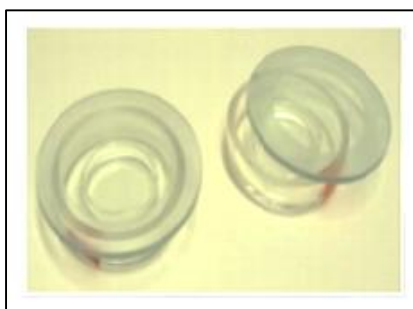


Figura 2.12 - Células de Conway utilizadas na determinação de ABVT.

Índice de peróxido (IP)

O índice de peróxido foi determinado com base a Norma Portuguesa NP 904 (IPQ, 1972). O método consiste em duas fases principais: extração da gordura pelo método descrito por Bligh and Dyer (1959), e a determinação.

Para a extração da gordura, Pesaram-se aproximadamente 20 g por amostra, para um Erlenmeyer de 500 ml e adicionaram-se 120 ml de metanol, 80 ml de clorofórmio e 60 ml de água destilada homogeneizou-se a solução durante 2 min no Ultra-Turrax. Em Seguida adicionaram-se 80 ml de clorofórmio, homogeneizou-se durante 30 s, adicionaram-se 80 ml de água destilada e homogeneizou-se durante 30 s. O homogeneizado foi filtrado com o funil de Büchner e papel de filtro n.º 1. O filtrado foi transferido para uma ampola de decantação e, após a decantação, a fase orgânica (inferior) foi recolhida e filtrada com Whatman n.º 1, e com sulfato de sódio anidro. O clorofórmio recolhido num balão de fundo de pera, foi evaporado a 68 °C no Rota vapor, e a gordura recolhida foi seca em estufa à 30 °C durante 30 min e arrefecida no exsiccador durante 30 min.



Figura 2.13 - Roto vapor utilizado para evaporação do éter de petróleo e de clorofórmio no processo de extração de gordura do peixe.

Para a determinação do Índice de Peróxido, procedeu-se do seguinte modo:

Após o arrefecimento no exsiccador pesou-se 1 g de óleo para um Erlenmeyer de 200 ml e adicionou-se 25 ml de uma solução de clorofórmio/ácido acético glacial (2/5), agitou-se até a dissolução da gordura. Adicionou-se 1 ml de solução saturada de iodeto de potássio, rolhou-se o Erlenmeyer e guardando-se ao abrigo da luz durante 5 min. Em seguida, adicionaram-se 75 ml de água destilada e posteriormente titulou-se com uma solução de tiosulfato de sódio 0,05 N, utilizando o cozimento de amido a 1% (m/v) como indicador, até aparição de uma cor amarela (Fig. 2.14). O índice de peróxidos (IP) foi determinado mediante a seguinte expressão:

$$IP = \frac{V \times 50}{m}$$

sendo 50 – Fator de correção obtido multiplicando a concentração do titulante, por 1000 e depende da concentração do titulante utilizada, V – Volume em ml do titulante e m – massa em grama da amostra.



Figura 2.14 - Processo utilizado para determinação dos peróxidos nas amostras de peixe antes e depois da titulação pelo método iodométrico.

Teor de TBA (RS)

As substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foram determinadas de acordo com alguns procedimentos laboratoriais baseados na Norma Portuguesa NP 3356 (IPO, 1990). Pesaram – se 2 g de amostra em duplicado para um Erlenmeyer de 150 ml e juntou-se 100 µl de butil-hidroxitolueno (BHT) que é um antioxidante e 25 ml de ácido tricloro acético 5 % (m/v) (TCA), e homogeneizou-se a mistura no Ultra-Turrax durante 2 min. A solução resultante foi filtrada com Whatman nº 1, e extraiu-se 5 ml do extrato para um tubo de ensaio com tampa, e juntou-se 5 ml da solução de TBA preparada com ácido acético 90% (v/v) e colocou-se o tubo de ensaio no banho de água fervente durante 40 min. Paralelamente, fez-se um ensaio em branco, adicionando-se 5 ml da solução de TBA e 5 ml de água destilada. Depois de arrefecimento fez-se a leitura de absorvência a 532 nm no espectrómetro (U- 2000 HITACHI, e CECIL 2000 Series)

A curva de calibração foi preparada com uma solução padrão de MDA (1,3-propanedial) e os padrões consistiram em: 0,002 mM, 0,006 mM, 0,01 mM, 0,014 mM e 0,018 mM. Perfez-se o volume com água destilada num balão volumétrico de 50 ml e paralelamente, fez-se um ensaio em branco tal como se fez com as amostras. Retirou-se 5 ml da solução anterior e adicionaram-se 5 ml da solução de TBA, e em seguida os tubos foram colocados num banho de água fervente durante 40 min. Paralelamente fez-se um ensaio em branco tal como se fez com as amostras, em seguida os tubos foram colocados no banho termostetizado a 70-80 °C, durante 30 min. Após o arrefecimento, fez-se a leitura de absorvência a 532 nm. Para análise de absorvência das amostras, foram utilizados dois espectrofotómetros (Fig. 2.15): O primeiro (U-2000 HITACHI) foi utilizado para análise das amostras processadas em Faro, e o segundo (CECIL 2000 Series) foi utilizado para análise das amostras processadas em Luanda (Fig. 2.13). A concentração de TBARS (µg de MDA/g) foi determinada pela expressão:

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

em que 72- peso molecular do MDA, MDA- concentração de Aldeído Malónico obtida a partir da curva de calibração, 25 ml- volume do TCA (5%) (m/v) e m – massa da amostra (g).



Figura 2.15 - Espectrofotômetros U-2000 HITACHI e CECIL 2000 Series utilizados na leitura de absorvência de amostras da cavala (*Scomber spp*) e carapau (*Trachurus spp*) processadas em Faro e em Luanda, respetivamente.

2.4. Análise estatística dos resultados

O tratamento estatístico dos resultados da composição nutricional e dos métodos sensoriais e instrumentais de controlo de qualidade do pescado foi realizado usando o programa estatístico SPSS® (IBM, EUA). Os resultados são apresentados como média \pm desvio-padrão.

Utilizou-se o teste *t*-Student para comparar os resultados da composição nutricional de amostras da cavala e de carapau comercializadas em Luanda e Faro. O efeito do local (*local*) de captura/comercialização e do tempo de conservação sob refrigeração (*tempo*) na perda de qualidade do pescado foi estudado através da análise de variância (ANOVA) com dois fatores. No caso de resultados significativos, recorreu-se ao teste HSD de Tukey para as comparações múltiplas *a posteriori* (relativamente ao fator *tempo*). Finalmente, a relação entre as determinações de índole físico-química e os resultados de análise sensorial relevantes (IQ) foi estudada usando análise de correlação (*r* de Pearson). Os resultados foram considerados significativos se $p < 0,05$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição nutricional

Na tabela 3.1, apresentam-se os resultados da composição nutricional da cavala (*Scomber spp*) comercializada em Faro e Luanda, assim como os resultados publicados por Udo & Arazu (2011) para amostras obtidas na Nigéria e por (Bandarra et al., 2005) em Portugal.

Tabela 3.1 - Composição nutricional (média \pm desvio-padrão) de cavala (*Scomber spp.*)

Local	Faro (nov., 2014)	Faro (jan., 2015)	Luanda (abril, 2015)	Portugal (INSA, 2010)	Nigéria (Udo e Arazu, 2011)
Parâmetros					
Humidade (%)	66,85 \pm 0,718	76,36 \pm 0,462	72,25 \pm 0,447	64,3	68,40 \pm 0,15
Gordura (%)	11,80 \pm 0,813	1,45 \pm 0,556	8,45 \pm 0,990	13,4	9,94 \pm 0,11
Proteínas (%)	17,61 \pm 0,731	ND	20,60 \pm 0,525	19,7	19,53 \pm 0,13
Cinzas (%)	1,38 \pm 0,051	1,66 \pm 0,174	1,54 \pm 0,020	1,40	1,46 \pm 0,15
Cloretos (%)	0,30 \pm 0,021	0,86 \pm 0,021	0,35 \pm 0,038	---	---
n	5	4	5	---	---

Legenda: ND: não foi determinado este parâmetro; ---: não disponível; n: tamanho de amostra.

Na tabela 3.1 verificam-se os teores médios da humidade, cinzas, gordura, proteínas e cloretos, variando em função do local de captura (Faro e Luanda) e época de captura (novembro, janeiro e abril). Em relação ao teor de humidade, observa-se uma maior percentagem nas amostras de janeiro (76,36 \pm 0,462%). Este resultado quando comparado com o de Novembro, verificou-se uma diferença estatística significativa ($t=6,883$, $p<0,05$), e com o resultado de Abril também observou-se uma diferença significativa ($t= -12,307$, $p<0,05$). O teor em gordura variou da mesma forma que a humidade, onde valor mais elevado (11,80 \pm 0,813%) obteve-se em amostras de Novembro. Este resultado apresentou diferenças significativas ($t= -23,114$, $p<0,05$) com o resultado de Janeiro e com o de Abril ($t=12,811$, $p<0,05$). Em relação ao teor de proteínas, o valor mais elevado foi obtido em amostras de Abril (20,60 \pm 0,525%) e tendo-se diferenciado significativamente com o resultado de Novembro ($t=6,752$, $p<0,05$). As amostras de Janeiro, apresentaram o valor mais elevado do teor em cinzas (1,66 \pm 0,174%). Este resultado apresentou diferenças significativas com o resultado de Novembro ($t=5,728$, $p<0,05$) e manteve-se similar

com o resultado de Abril ($t = -1,798$, $p = 0,110$). E quanto ao teor de cloretos, variou nos três casos e o valor mais elevado foi obtido em amostras de novembro ($0,86 \pm 0,021\%$). Este resultado variou significativamente com os resultados Janeiro ($t = -19,372$, $p < 0,05$) e de abril ($t = 38,744$, $p < 0,05$) (Tab. A1-A3, pág. 99-101, em Apêndice).

Na literatura existem informações a cerca da composição nutricional da cavala (*Scomber spp*) nomeadamente os resultados publicados por Udo & Arazu (2011) (Tab. 3.1). Estes resultados, são similares àqueles obtidos nas amostras de Luanda (Angola). E os resultados publicados pelo Instituto Nacional de Saúde (INSA) Doutor Ricardo Jorge (Bandarra et al., 2005), são similares com os resultados obtidos em amostras de Novembro, em Faro. Por outro lado, não parecem existir na literatura informações sobre o teor de cloretos.

Na tabela 3.2, apresenta-se a composição nutricional (média \pm desvio padrão) de carapau (*Trachurus spp.*) comercializado em Faro e Luanda, assim como os resultados publicados por Udo & Arazu (2011) para amostras obtidas na Nigéria e por (Bandarra et al., 2005) em Portugal. Tal como sucedeu com a composição nutricional da cavala, na tabela 3.2 observa-se os teores médios da humidade, gordura, proteínas, cinzas e cloretos a variarem em função do local e época de captura. Em relação ao teor de humidade, observa-se uma maior percentagem em amostras de Fevereiro ($76,90 \pm 0,556\%$). Este resultado variou significativamente com àqueles obtidos em Dezembro ($t = 6,883$, $p < 0,05$) e Maio ($t = -4,203$, $p < 0,05$). Em relação ao teor em gordura, o valor mais elevado obteve-se em amostras de Dezembro ($9,72 \pm 2,926\%$), e quando comparado com o resultado de Fevereiro, observou-se uma diferença estatística significativa ($t = -4,053$, $p < 0,05$), pelo contrário, o resultado foi similar com àquele obtido em Maio ($t = -1,457$, $p = 0,189$). As amostras de Fevereiro apresentaram o valor mais elevado do teor em proteínas ($19,90 \pm 0,609\%$). Este resultado apresentou diferenças significativas com os resultados de Dezembro ($t = -8,313$, $p < 0,05$) e Maio ($t = 3,858$, $p < 0,05$). O teor de cinzas variou nas três amostras, e o valor mais elevado obteve-se em amostras de Fevereiro ($1,56 \pm 0,178\%$). Esta variação foi significativa com os resultados de Dezembro ($t = 3,412$ e $p < 0,05$), e Maio ($t = -2,126$, $p = 0,066$). Em relação ao teor de cloretos, o valor mais elevado foi obtido em amostras de Luanda ($0,36 \pm 0,090\%$), tendo variado de forma não significativa com o resultado de Dezembro ($t = 0,287$, $p = 0,784$) e Fevereiro ($t = 1,828$, $p = 0,105$) (Tab. A4-A6, pág. 102-104, em Apêndice).

Tabela 3.2 - Composição nutricional do carapau (*Trachurus* spp.) (média ± desvio padrão)

Local	Faro (dez., 2014) (fev., 2015)	Luanda (maio, 2015)	Portugal (INSA, 2010)	Nigéria (Udo e Arazu, 2011)
Parâmetros				
Humidade (%)	71,41±3,184	76,90±0,556	72,92±2,006	75,6
Gordura (%)	9,72±2,926	4,10±1,017	7,14±2,396	2,9
Proteínas (%)	14,22±1,143	19,90±0,609	18,07±1,370	20,3
Cinzas (%)	1,51±0,280	1,56±0,178	1,43±0,093	1,40
Cloretos (%)	0,34±0,011	0,27±0,055	0,36±0,090	---
n	5	5	5	---

Legenda: ---: não disponíveis; n: tamanho de amostra

Na literatura, existem informações a cerca da composição nutricional do carapau (*Trachurus* spp) nomeadamente os resultados publicados por Udo & Arazu (2011) (Tab. 3.2), da espécie (*Trchurus trachurus*) a partir da Nigéria, são similares àqueles obtidos nas amostras de Maio (Tab.3.2). Por outro lado, os resultados publicados pelo Instituto Nacional de Saúde (INSA) Dr. Ricardo Jorge em Portugal, alguns parâmetros são similares com àqueles obtidos nas amostras de Fevereiro (Tab. 3.2). Boran & Karacam (2011), ao estudarem as mudanças sazonais na composição química de algumas espécies de pescado na Turquia, encontraram (66,01±0,01%) para humidade, (1,53±0,51%) para cinzas, para gordura e (18,35±0,02%) para proteínas, na espécie carapau (*Trachurus trachurus*). Alguns parâmetros nomeadamente o teor em cinzas e proteínas, são compráveis com àqueles obtidos nas amostras de fevereiro.

Como era de esperar, observaram-se diferenças importantes na composição físico-química (nutricional) das amostras de cavala e de carapau comercializados em Faro e em Luanda (v. Tab. 3.1 vs Tab. 3.2). Estas diferenças podem estar associadas a vários fatores. De acordo com Sartori & Amancio (2012) e Huss (1995), a composição físico-química (nutricional) dos produtos da pesca varia em função de alguns aspetos intrínsecos (espécie, sexo ou idade) e é influenciada por diversos fatores ambientais e geográficos. Simultaneamente, essas diferenças estão também muito relacionadas com as migrações e alterações fisiológicas relacionadas com o período de desova (espécies selvagens). Mais ainda, de acordo com Ababouch et al. (1996)., Mouchrek-filho et al. (2003)., Contreras-Guzman (1994), a composição físico-química (nutricional) do pescado também pode variar em função das estações do ano, do tipo de

alimentação e do local de captura. E no caso concreto, as duas espécies (cavala e carapau), foram capturadas em locais diferentes (Algarve e Luanda), estações do ano diferente (inverno e primavera, para amostras de Faro, e quente para amostras de Luanda), e períodos de maturação (desova) diferentes, em que os autores (Erzini et al., 2015), no projeto Cavala VRP: Valorizações dos Recursos Pesqueiros, no final de estudo, concluíram que o período de maturação da cavala (*Scomber colias*) que ocorre nas águas Algarvias, ocorre entre Dezembro a Fevereiro, atingindo o pico máximo em Março. Ainda para estas espécies, Vasconcelos et al. (2012), ao estudarem época de desova, tamanho e idade da primeira maturação da cavala (*Scomber colias*) nas águas da Madeira (Portugal), concluíram que a desova desta espécie em Madeira, ocorre nos quatros primeiros meses do ano, com um pico máximo em Fevereiro e Abril. Para Kistnasam (2000), o período de maturação da cavala (*Scomber japonicus*), que ocorre na costa Angolana, dá-se entre Junho a Setembro. E para o carapau, o autor Costa (2001), informou que o carapau (*Trachurus trachurus*) da costa Portuguesa tem um período de desova que vai desde Dezembro a Fevereiro, atingindo o pico em Fevereiro, à qual se segue um período que vai desde Março a Agosto, caracterizado pela presença de grande número de gónadas. Vaz-Velho (1989) afirma que o período de desova do carapau (*Trachurus trecae*) que ocorre na costa Angolana dá-se entre Julho a Agosto. Portanto, todas estas diferenças podem ter influenciados nos resultados da composição nutricional das espécies em estudo (cavala e carapau).

3.2. Parâmetros de qualidade

3.2.1. Análise Sensorial

A análise sensorial é o método preferido para avaliação do grau da frescura de pescado, estando regulamentada a nível da EU no Regulamento (CE) N.º 2406, (1996). O método do índice de qualidade (QIM) pretende ultrapassar as dificuldades entretanto identificadas no procedimento preconizado naquele regulamento.

Os resultados do índice de qualidade (IQ) e dos atributos sensoriais (modo global) das amostras da cavala comercializadas em Faro e Luanda, encontram-se apresentados nas Figura 3.1 vs Figura 3.2, respetivamente. Na primeira sessão de provas, no dia 0, quase todos provadores (94,1%) deram pontuações muito baixas, isto porque as amostras apresentaram um excelente estado de frescura. Os resultados do IQ refletem essa avaliação, pois foram $0,50 \pm 1,02$ para Faro

e $0,18 \pm 0,41$ para Luanda. Três dias depois, começaram a surgir pequenas alterações sensoriais, principalmente ao nível da firmeza, olhos e odor. Neste dia, as pontuações do IQ, foram mais elevadas ($9,33 \pm 3,11$ para Faro e $8,91 \pm 3,27$ para Luanda). Apesar do aumento verificado nos valores de IQ, a maioria dos provadores (86%) afirmava que as amostras estavam aptas para o consumo. Ao sétimo dia de armazenamento, as alterações foram notórias em quase todos aspetos analisados, com o destaque para a cor e odor das branquias, aspetos dos olhos e cavidade abdominal. Neste dia, as amostras da cavala não estavam aptas para o consumo (todos os provadores em Faro e em Luanda, rejeitaram as amostras). De fato, alguns descritores foram pontuados com a pontuação máxima, principalmente no caso dos espécimes analisados em Luanda. Os valores do IQ foram $12,5 \pm 2,38$ em Faro e $16,7 \pm 1,35$ em Luanda. No dia 10 de armazenamento, as amostras estavam totalmente deterioradas, com ruturas na cavidade abdominal, as brânquias exalavam um odor forte tipo amoniacal, e estavam acastanhadas com bastante muco. Os provadores deram pontuações máximas para a maioria dos atributos de qualidade avaliados. Os valores do índice de qualidade foram $16,85 \pm 2,23$ para Faro e $20,93 \pm 0,27$ para Luanda.

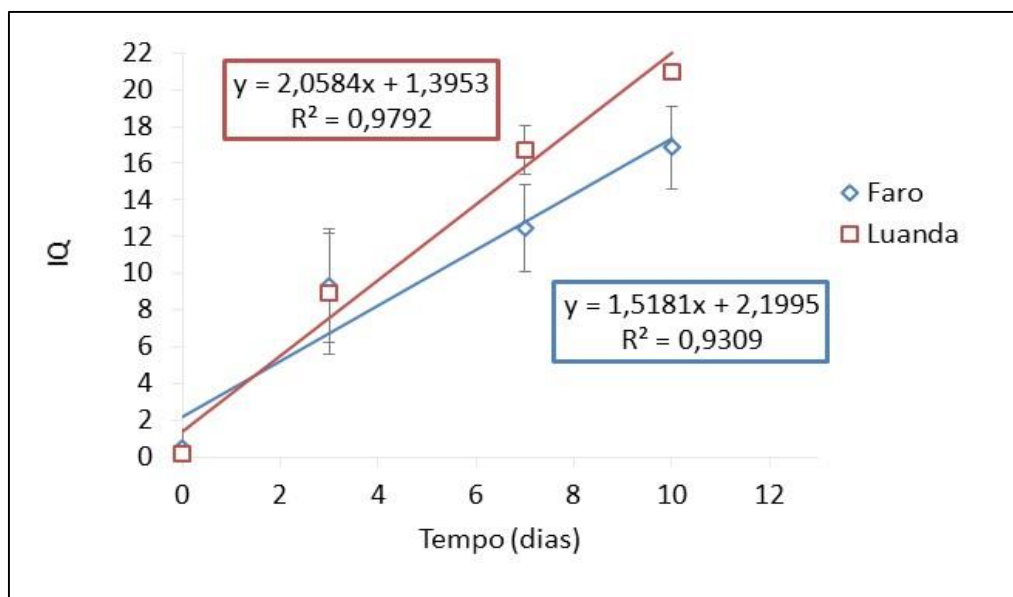


Figura 3.1 - Variação do índice de qualidade (IQ) (média \pm desvio padrão) de amostras da cavala (*Scomber spp*) armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.

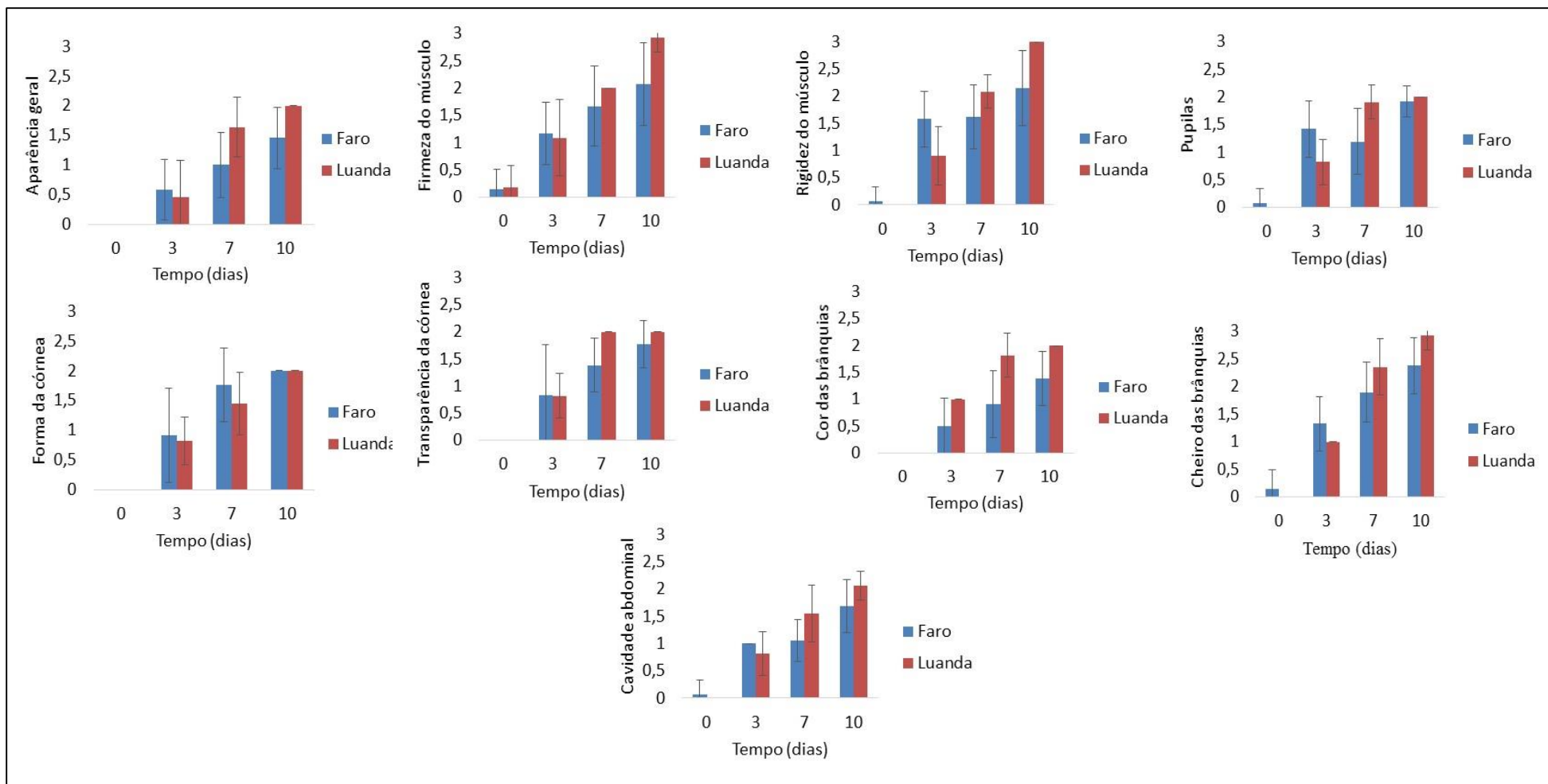


Figura 3.2 - Variação dos atributos sensoriais de qualidade (média \pm desvio padrão) (aparência, firmeza do músculo, rigidez do músculo, transparência da córnea, forma da córnea, cor das brânquias, cheiro das brânquias e cavidade abdominal), de amostras da cavala (*Scomber* spp) armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.

As diferenças observadas entre os valores do IQ obtidos em Faro e em Luanda para certos momentos de amostragem indicam que as amostras analisadas em Luanda, deterioraram-se mais cedo do que aquelas analisadas em Faro. Estas diferenças podem estar relacionadas com diferenças nas condições de armazenamento, nomeadamente a temperatura de refrigeração e câmara de refrigeração, na dimensão dos espécimes, sendo menores em Faro (22 cm) e maiores em Luanda (28 cm), e, muito possivelmente, com as diferenças de experiência entre os painéis de provadores envolvidos na análise sensorial em Faro e em Luanda. A variabilidade observada nos resultados de IQ, revelou a existência de diferenças significativas (ANOVA, $F=52,845$, $P<0,05$) (Tab. A7, pág. 105, em Apêndice), entre as amostras de Faro e de Luanda, mostrando dinâmicas diferentes na forma como as alterações sensoriais sucederam em ambos os locais, ao longo de armazenamento., Verificou-se que o IQ de cavala varia linearmente com o tempo de conservação (t), tanto no caso das amostras obtidas em Faro ($IQ=1,52t+2,20$, $R^2=0,931$) como daquelas analisadas em Luanda ($IQ=2,06t+1,40$, $R^2=0,979$) (v. os nos resultados de IQ acima). Na figura 3.3, estão apresentadas algumas fases do processo de deterioração de amostras da cavala comercializadas em Faro e Luanda, ao longo do tempo de conservação.

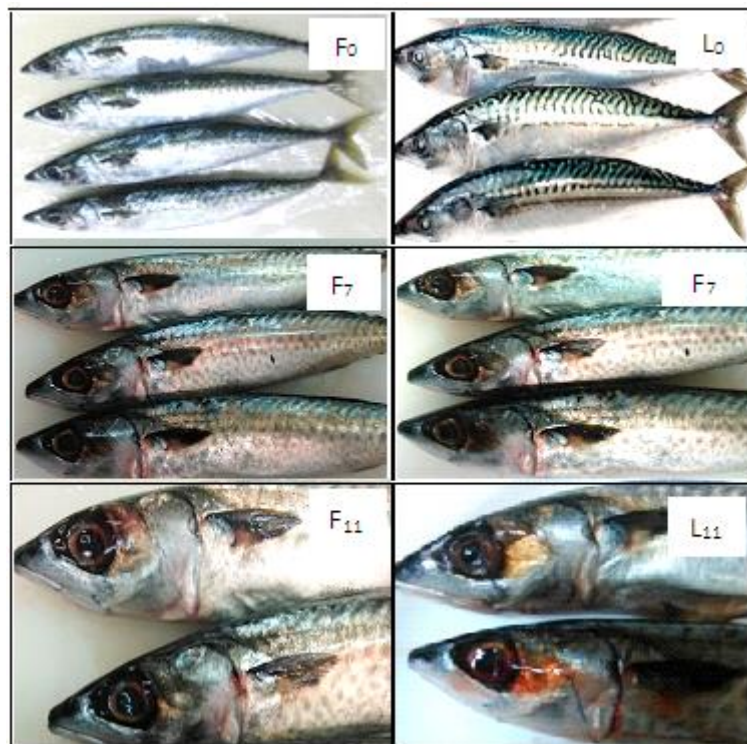


Figura 3.3 - Fases do processo de deterioração de amostras da cavala (*Scomber* spp) armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C, onde as imagens identificadas por F e L, representam amostras processadas em Faro e em Luanda. E os índices 0, 7 e 10 representam as fases em que se realizaram as provas sensoriais

Na literatura existem poucos trabalhos relacionados com a análise sensorial desta espécie. Andrade et al., 1997, desenvolveram um trabalho sobre análise sensorial de espécies pelágicas, incluindo cavala (*Scomber scombrus*) e carapau (*Trachurus trachurus*), armazenadas e refrigeradas em gelo ($2\pm 1^{\circ}$ C) durante 14 dias. Usando o esquema QIM que desenvolveram para cavala, aqueles autores obtiveram um modelo de regressão entre o IQ e o tempo de conservação, cujo coeficiente de determinação $R^2=0,971$ e em que o declive $b=1,83$. Estimativas semelhantes àqueles que foram obtidos neste trabalho ($R^2=0,979$ e $b=2,06$ para Luanda, e $R^2=0,931$ e $b=1,52$ para Faro). Considerando os resultados obtidos neste trabalho, o IQ aumenta 1,5 a 2 pontos de demérito por dia de armazenamento. Esta dinâmica esteve muito relacionada com a variação de aparência geral, firmeza e rigidez do músculo, forma e transparência da córnea, cor e cheiro das branquias e cavidade abdominal (v. a figura 3.2, acima).

Em relação aos resultados da análise sensorial de amostras de carapau comercializadas em Faro e Luanda (Fig. 3.4 para o IQ e Fig. 3.5 para os parâmetros individuais), os IQ referentes à primeira sessão de provas sensoriais (dia 0) foram $4,13\pm 2,77$ para Faro e $0,07\pm 0,33$ para Luanda. A partir do 3º dia de armazenamento, observaram-se pequenas alterações sensoriais, principalmente na firmeza e no odor das brânquias. Os resultados médios do IQ neste dia, foram $9,92\pm 2,38$ para Faro e $5,91\pm 1,81$ para Luanda. Segundo os provadores (86%), neste dia as amostras ainda apresentaram condições ótimas para o consumo, apesar do aumento verificado aos valores do índice de qualidade sobretudo, nas amostras comercializadas em Faro. Ao 7º dia de armazenamento, as amostras apresentaram sinais de alterações sensoriais quase em todos atributos de qualidade analisados, com destaque para a cor, o odor das brânquias e para a firmeza do músculo, e conseqüentemente, a maioria dos atributos avaliados assumiram valores altos (Fig. 3.5). Neste dia, os valores dos IQ observados variaram em torno de: $13,40\pm 1,92$ para Faro e $11,25\pm 1,75$ para Luanda. De acordo com os provadores (95 %), neste dia as amostras não estavam em condições de serem consumidas. No dia 11 de armazenamento, as amostras estavam totalmente deterioradas, tendo-se registado resistência por parte de alguns provadores durante a sessão das provas, principalmente para o caso das amostras comercializadas em Luanda, devido o forte odor amoniacal que as brânquias exalavam, e ao mau aspeto das amostras, por apresentarem as cavidades abdominais com ruturas evidentes. As cotações desses atributos sensoriais foram elevadas (Fig. 3.5). Os valores médios do IQ para este dia foram $16,31\pm 1,32$ para Faro, e 17,0 para Luanda. De fato, os valores do IQ apresentaram diferenças significativas ao longo do tempo de armazenamento e entre amostras de Luanda e de Faro

(ANOVA, $F=8,509$, $p < 0,05$) (Tab. A12, pág. 107, em Apêndice) sugerindo que a dinâmica das alterações dos atributos sensoriais ao longo do tempo de armazenamento é diferente nos dois locais.

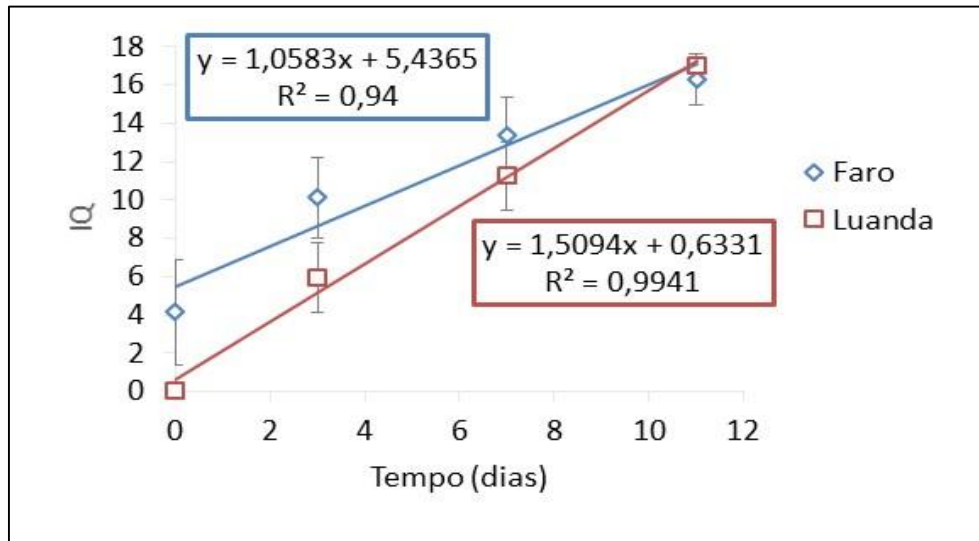


Figura 3.4 - Variação do índice de qualidade (IQ) (média \pm desvio padrão) de amostras do carapau (*Trachurus* spp) armazenadas em gelo e refrigeradas 5 °C.

A variabilidade verificada nos resultados do IQ nas amostras de Faro e de Luanda, pode ser atribuída, em parte, ao diferente nível de experiência em Análise Sensorial de produtos alimentares/pescado dos provadores dos painéis em Faro e em Luanda. Alguns provadores tiveram dificuldade em cotar alguns dos atributos sensoriais analisados. Por outro lado, Estas diferenças podem estar relacionadas com diferenças nas condições de conservação, nomeadamente a temperatura de refrigeração e camara de refrigeração, na dimensão dos espécimes menores em Faro (25 cm), maiores em Luanda (29 cm), e, muito possivelmente, com as diferenças de experiência entre os painéis de provadores envolvidos na análise sensorial em Faro e em Luanda. Tal como sucedido com o IQ da cavala, verificou-se também, que o IQ de carapau variou linearmente com o tempo de conservação (t), tanto no caso das amostras obtidas em Faro ($IQ=1,06t + 5,44$, $R^2=0,940$) como daquelas analisadas em Luanda ($IQ=1,51t+0,63$, $R^2=0,994$) (v. a figura 3.4).

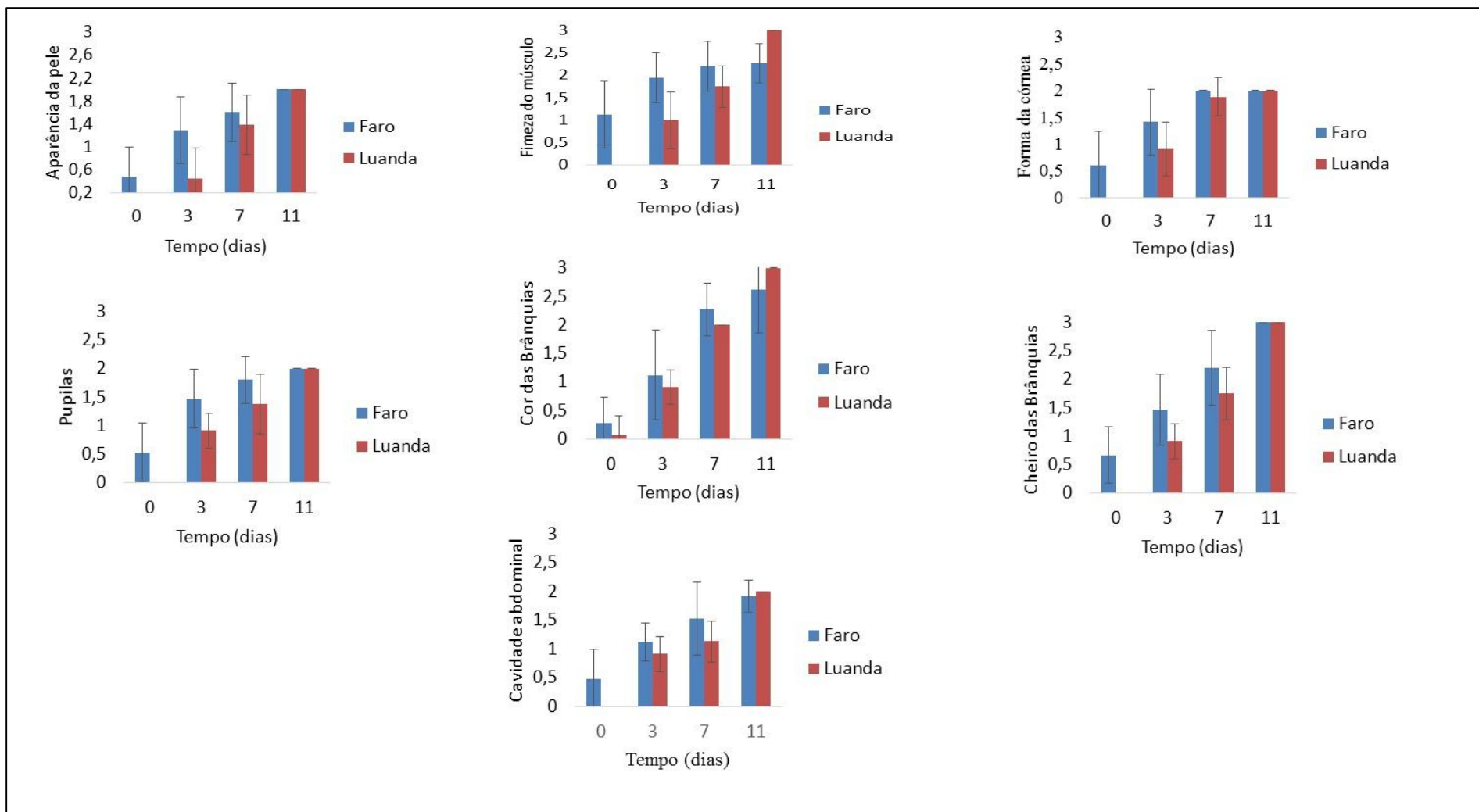


Figura 3. 5 - Variação dos atributos sensoriais de qualidade (média \pm desvio padrão) (aparência, firmeza do músculo, transparência da córnea, forma da córnea, cor das brânquias, cheiro das brânquias e cavidade abdominal), de amostras do carapau (*Trachurus* spp) comercializadas em Faro e em Luanda, armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.

Os resultados obtidos neste trabalho para a variação do IQ com o tempo de conservação em gelo são similares àqueles obtidos no trabalho desenvolvido por Andrade et al. (1997). Estes autores obtiveram um modelo matemático, cujo coeficiente de determinação $R^2=0,962$ e declive $b=1,74$, são semelhantes àqueles obtidos neste trabalho ($R^2=0,940$ e $b=1,06$ para Faro e $R^2=0,994$ e $b=1,51$ para Luanda). Existem poucos resultados de análise sensorial na literatura sobre esta espécie armazenada e refrigerada com gelo. Considerando os resultados obtidos neste trabalho, o IQ aumenta 1 a 1,5 pontos de demérito por dia de armazenamento em Faro e em Luanda, respetivamente. A figura 3.6, apresenta algumas das fases do processo de deterioração das amostras de carapau comercializadas em Faro e Luanda, ao longo do tempo de conservação em gelo e refrigeração a 5 °C.

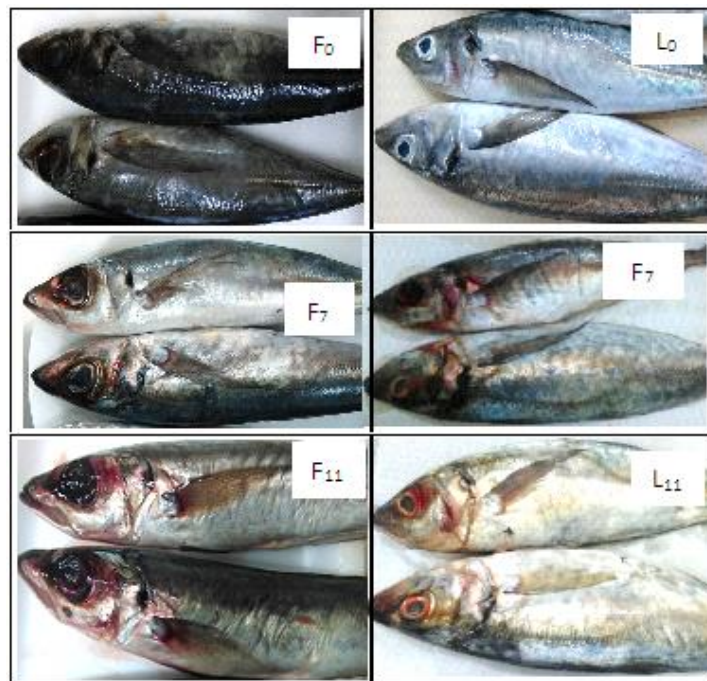


Figura 3.6 - Fases de processo de deterioração de amostras do carapau (*Trachurus* spp) armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C, onde as imagens identificadas por F e L, representam amostras processadas em Faro e em Luanda. Enquanto os índices 0, 7 e 11, representam as fases em que se realizaram as provas sensoriais.

3.2.2. Parâmetros físico-químicos

Cor

Algumas das alterações sensoriais podem ser detetadas por métodos instrumentais, como é o caso das alterações ao nível da cor. Os métodos instrumentais de medição da cor têm vindo a ter cada vez mais importância no controlo da qualidade da indústria alimentar. Tecnologias

mais avançadas têm simplificado o desempenho das metodologias utilizadas (Heia et al., 1997). Os resultados (média \pm desvio-padrão) dos parâmetros da cor (L^* , a^* e b^*) de amostras da cavala comercializadas em Faro constam da Figura 3.7. Os valores de L^* , a^* e b^* determinados para a cavala no início do ensaio (no «dia zero» $L^*=58,76\pm 19,1$, $a^*=-3,04\pm 1,90$ e $b^*=0,33\pm 3,04$), parecem indicar uma aparência superficial clara e azulada, e com pequenos tons amarelados, aliás conforme está descrita a morfologia da espécie (Castro, 2012., Perrotta et al., 2005., Keč & Zorica, 2011). Ao terceiro dia do ensaio, as amostras da cavala apresentaram uma aparência superficial menos azulada e menos brilhante, e os valores da cor foram $L^*=43,43\pm 2,89$, $a^*=-3,52\pm 0,4$ e $b^*=-2,34\pm 1,58$. Ao sétimo dia de armazenamento, as amostras apresentaram uma aparência superficial mais clara ($L^*=78,97\pm 8,37$) em relação ao terceiro dia, mas com perda da cor azul brilhante. E os tons amarelos em algumas partes do corpo já eram visíveis; os valores dos parâmetros a^* e b^* foram $0,26\pm 0,51$ e $6,22\pm 0,97$, respetivamente. Estes resultados, podem indicar que as amostras tinham tons vermelhos e amarelos na superfície. Ao décimo dia, as amostras apresentaram uma aparência superficial menos clara e com tons amarelos bem visíveis; os valores dos parâmetros da cor foram $71,97\pm 18,05$ para L^* , $-1,64\pm 1,87$ para a^* e $3,83\pm 2,13$ para b^* . No final do ensaio, no dia 13, as amostras apresentaram uma aparência superficial mais amarelada e menos clara, com tons vermelhos em algumas partes do corpo; os valores de L^* , a^* e b^* foram $62,73\pm 12,40$, $0,754\pm 4,28$ e $5,26\pm 6,94$, respetivamente.

Relativamente aos resultados da cor (média \pm desvio-padrão) de amostras de carapau (Fig. 3.8), no primeiro dia «dia zero», as amostras apresentaram uma aparência superficial azul-escura. Este aspeto contribuiu negativamente nos valores de L^* ($44,79\pm 11,74$), de a^* ($-1,63\pm 0,44$) e de b^* ($-1,63\pm 1,09$). Ao terceiro dia de armazenamento, não foram registadas grandes alterações nos valores dos parâmetros da cor. Alterações importantes da cor superficial foram registadas ao sétimo dia de armazenamento. Nesse dia os valores dos parâmetros da cor foram $60,85\pm 16,53$ para L^* , $0,32\pm 2,2$ para a^* e $1,92\pm 5,04$ para b^* , o que significa que as amostras apresentaram uma aparência superficial mais clara e com pequenos tons amarelos em relação ao dia zero. Ao décimo primeiro e último dia de ensaio, as amostras voltaram a apresentar o aspeto do primeiro dia, tendo-se registado uma diminuição nos valores de L^* (para $41,94\pm 0,50$), de a^* (para $-0,54\pm 0,65$) e de b^* (para $-0,94\pm 1,21$).

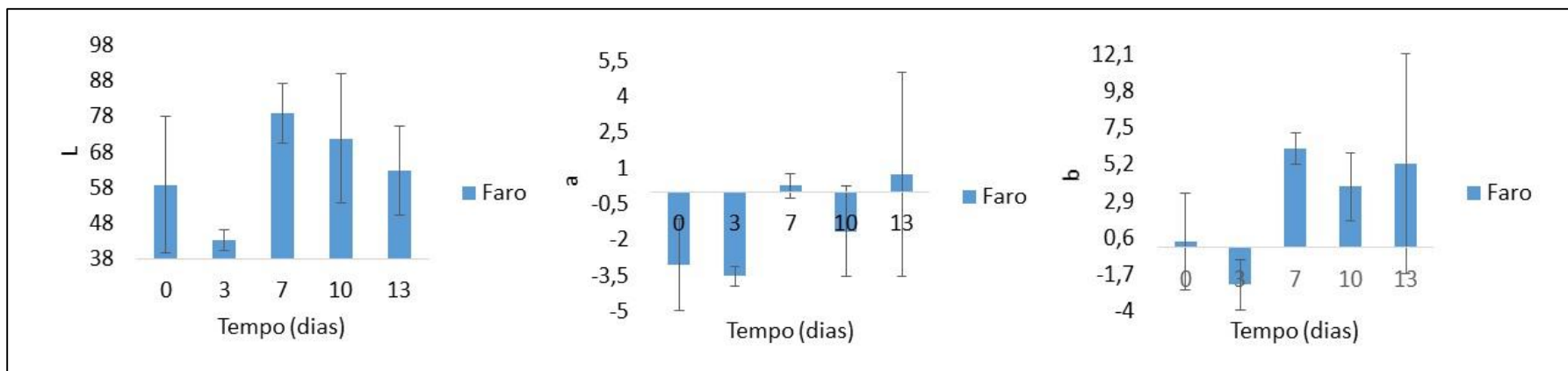


Figura 3.7 - Variação dos parâmetros da cor (L^* , a^* e b^*) de amostras da cavala (*Scomber spp.*) armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.

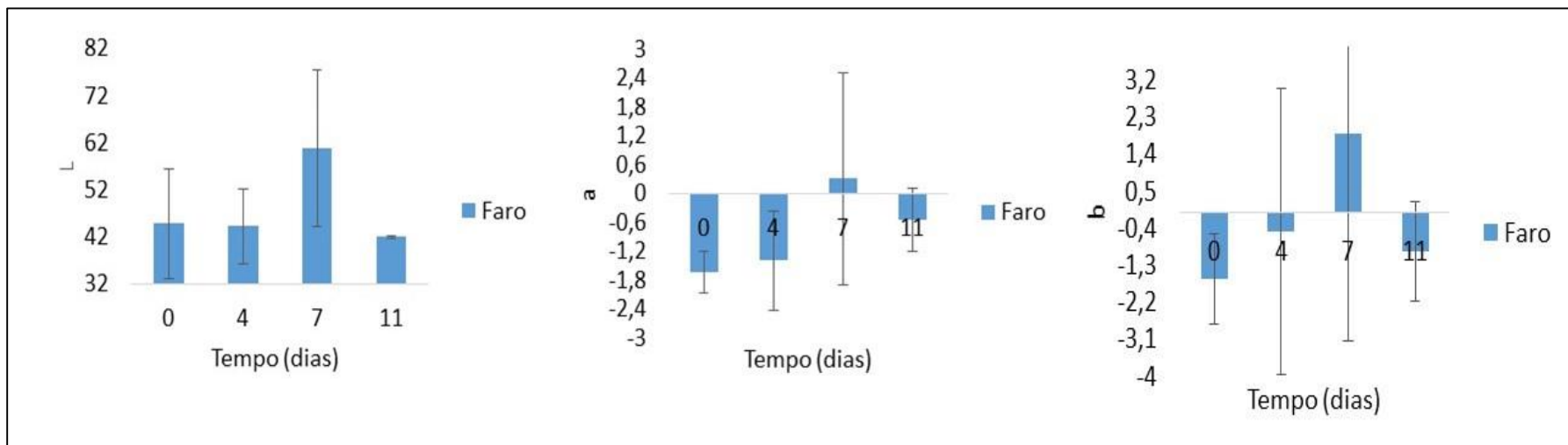


Figura 3.8 - Variação dos parâmetros da cor (L^* , a^* e b^*) de amostras do carapau (*Trachurus spp.*) armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C-.

A coloração do corpo de cavala e carapau, bem como os padrões e variações de cor e pigmentação variada que apresentam, dificultam a medição (instrumental) da cor e muito contribuíram para a variabilidade (em termos de desvio-padrão) observada nos resultados. Por outro lado, a variabilidade dos resultados da cor verificada neste trabalho também pode estar relacionada com metodologia utilizada para medir a cor: para cada exemplar obtiveram-se três medidas dos parâmetros L^* , a^* e b^* em três partes distintas do corpo do peixe. O “ideal” talvez fosse medir a cor numa região mais restrita do corpo.

Não foi possível medir a cor nas amostras processadas em Luanda por falta de colorímetro para o efeito. Todavia, considerando a semelhança nas alterações do aspeto que se foram sucedendo e que foram observadas na análise sensorial (v. Secção 3.2.1) e a relação próxima entre a determinação instrumental da cor e a avaliação sensorial do aspeto (v. Secção 3.2.3), são de esperar resultados semelhantes da variação da cor àqueles resultados das amostras processadas em Faro. Infelizmente, não foi possível encontrar na literatura resultados destes parâmetros da cor para comparação.

Atividade de água (a_w)

A avaliação de a_w é dos parâmetros de qualidade mais importantes a se ter em conta na indústria de processamento e conserva dos alimentos. Pois muitas reações químico-enzimáticas ou escurecimento não enzimático nos alimentos, dependem deste fator. Segundo Troller et al. (1984), a atividade de água afeta os atributos e as características dos alimentos e é utilizada no controlo dos fatores estabilizantes, como as reações enzimáticas e não enzimáticas, a oxidação lipídica e como parâmetro de crescimento microbiológico.

Os resultados de atividade de a_w (média \pm desvio padrão) das amostras da cavala, avaliadas em Novembro de 2014 e Janeiro de 2015, foram $0,98 \pm 0,00$ e $0,98 \pm 0,00$, respetivamente. Quanto aos resultados das amostras de carapau analisadas em Dezembro 2015 e Fevereiro de 2015, consistiram em $0,98 \pm 0,00$ e $0,98 \pm 0,00$ respetivamente. Como se pode verificar, os valores de a_w mantiveram-se inalterados em todas amostras analisadas ao longo dos respetivos períodos. Por outro lado, os valores de a_w encontrados neste trabalho, sugerem que estas espécies são altamente suscetíveis a deterioração. Os autores Alvarez-Parrilla et al (1997), Fogaça (2009) e Marengoni et al (2009), publicaram valores de a_w 0,989, 0,987, 0,985, respetivamente em carapau, merluza e tilápia processados, tendo sugerido que os valores de atividade de água são elevados, sendo estes produtos suscetíveis à deterioração decorrente da atividade metabólica de

microrganismos que necessitam de um limite mínimo da atividade de água, variando de 0,8 a 0,9.

Potencial de hidrogeniônico (pH)

A determinação do pH nos géneros alimentícios é um procedimento importante para avaliar a desaminação e descarboxilação de aminoácidos, com respetiva produção de amónia e de aminas, o que acarretará um aumento do valor do pH pelo carácter básico dessas moléculas (Ascar, 1985).

Na figura 3.9, apresentam-se os valores de pH (média \pm desvio-padrão) obtidos durante o ensaio de conservação em refrigeração das amostras da cavala (A) e do carapau (B), comercializadas em Faro e Luanda.

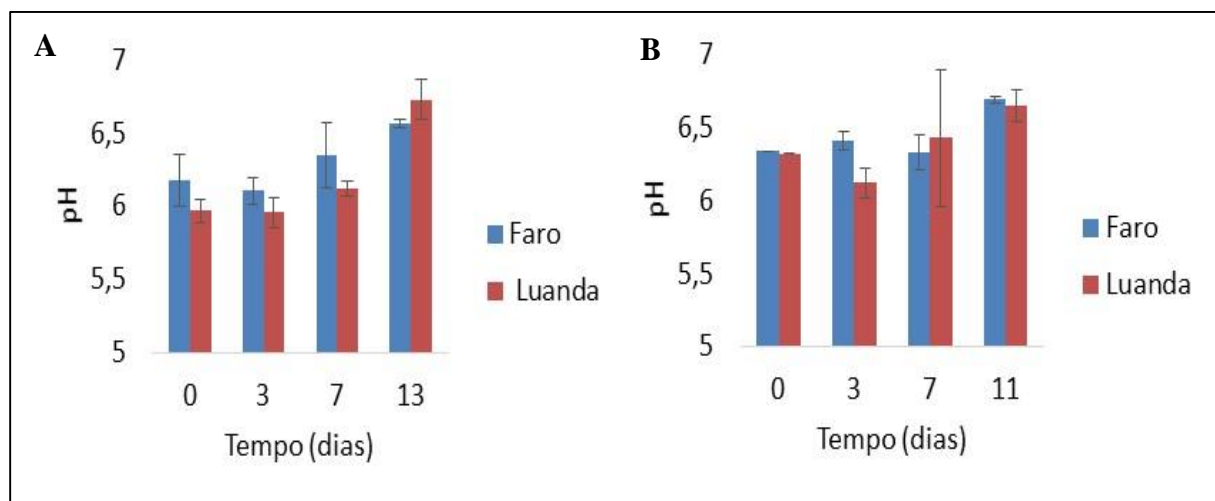


Figura 3.9 - Variação do pH (média \pm desvio padrão) de amostras da cavala *Scomber spp* (A) e do carapau *Trachurus spp* (B) comercializadas em Faro e em Luanda, armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.

No primeiro dia (dia 0), os resultados de pH em cavala foram $6,18 \pm 0,15$ para amostra de Faro e $5,97 \pm 0,08$ para amostras de Luanda. De acordo com Howgate (2009), os valores de pH *post-mortem* de espécies marinhas selvagens e de aquacultura encontram-se no intervalo entre 6,1 e 6,8. Portanto, os resultados do pH das amostras de Faro e Luanda, encontram-se nesse intervalo de pH. Ao terceiro dia, os resultados de pH foram: $6,11 \pm 0,08$ para amostras de Faro e $5,96 \pm 0,101$ para amostras de Luanda. Registrando-se uma ligeira redução aos valores pH em ambos os casos. Este fato pode ter acontecido devido aos fenómenos de glicólise anaeróbia que resultaram na acumulação do ácido lático ao músculo do peixe, e conseqüentemente uma ligeira

redução do pH (Almeida et al., 2006). Ao 7º dia de armazenamento, os resultados do pH foram $6,35 \pm 0,19$ para amostras de Faro e $6,12 \pm 0,05$ para amostras de Luanda, verificando-se um aumento ao valor de pH. Este aumento pode ser atribuído à formação de alguns compostos voláteis resultantes das condições de armazenamento em gelo (Lanzarin et al., 2011). No dia 13, os resultados de pH foram: $6,57 \pm 0,02$ para amostras de Faro e $6,73 \pm 0,13$ para amostras de Luanda, e neste dia, registou-se o valor mais elevado durante o período dos ensaios para os dois casos (Faro e Luanda). Este aumento pode estar relacionado com a continuada formação de compostos azotados ao longo de armazenamento em gelo.

Relativamente aos resultados das amostras do carapau, no dia 0, os resultados de pH foram $6,34 \pm 0,18$ para amostras de Faro e $6,32 \pm 0,10$ para amostras de Luanda. Estes resultados estão dentro dos limites (6,1 a 6,8) referidos por Howgate (2009). Cornélia (2014) obteve pH=6,41 em carapau fresco utilizado para fumagem. Em relação ao terceiro dia de armazenamento, os resultados de pH foram $6,43 \pm 0,11$ para amostras de Faro e $6,12 \pm 0,47$ para amostras de Luanda. Tendo-se observado uma ligeira redução ao valor do pH das amostras de Luanda, e um ligeiro aumento nas amostras de Faro, as causas podem ser aquelas referidas para os resultados das amostras da cavala. Ao sétimo dia, os valores do pH de amostras de Faro e Luanda foram $6,33 \pm 0,057$ e $6,43 \pm 0,112$, respetivamente. Tendo-se observado uma ligeira redução no valor de pH nas mostras de Luanda. Os resultados do pH para o 11º dia de armazenamento foram: $6,69 \pm 0,27$ para amostras de Faro e $6,5 \pm 0,12$ para amostras de Luanda. Neste dia, o pH atingiu os valores mais elevados durante os ensaios. Este aumento pode ser devido a formação de alguns compostos voláteis durante o período de armazenamento.

O pH médio em cavala foi significativamente diferente entre amostras obtidas em Faro e Luanda (ANOVA, $F=30,21$, $p < 0,05$). Pelo contrário, no caso do carapau, o pH médio revelou-se semelhante entre espécimes obtidos em Faro e em Luanda (ANOVA, $F=0,90$, $p=0,348$). Como se descreveu anteriormente, o pH aumentou ao longo do tempo de armazenamento e esse aumento foi significativo em ambas as espécies e locais, Luanda e Faro (ANOVA, $F=23,71$ com $p < 0,05$ e $F=6,75$ com $p < 0,05$, respetivamente para cavala e carapau). A dinâmica do aumento do pH com o tempo de conservação em refrigeração observado para as espécies estudadas neste trabalho foi semelhante entre Luanda e Faro (ANOVA, interação *local* × *tempo*, $F=2,68$ e $p=0,081$ para cavala e $F=1,50$ com $p=0,224$ para carapau) (Tab. A8-A13, pág. 105-108, em Apêndice).

Os resultados obtidos neste trabalho para cavala e carapau são similares àqueles obtidos por outros autores. Metin et al. (2001), ao estudarem a extensão de prazo de validade da cavala (*Scomber japonicus*) armazenada a 4 °C durante 12 dias, obtiveram os seguintes resultados de pH: (6,06), (6,20), (6,31), (6,67) e (6,88), obtidos nos dias zero, três, seis, nove e doze, respetivamente. Outros resultados de pH, foram publicados por Tzikas et al (2007), ao avaliarem a qualidade de duas espécies de carapau *Trachurus mediterraneo* e *Trachurus picturatus* armazenadas e refrigeradas em gelo a 4 °C, onde no primeiro e segundo dia de armazenamento, obtiveram os resultados de pH: (6,2±0,05 e 6,5±0,08) e (6,4±0,12 e 6,9±0,08), respetivamente para a primeira e segunda espécie. Estes resultados são similares àquele obtidos neste trabalho. Stmitis & Arkoudelos (2007), ao avaliarem a qualidade da cavala *Scomber japonicus colias* em atmosfera modificada e em embalagem à vacuo, obtiveram os resultados de pH (5,9 ± 0,1), (6,0 ± 0,1), (6,4 ± 0,1), (6,4 ± 0,1), (6,6 ± 0,1), (6,7 ± 0,2) e (6,8 ± 0,2), em amostras armazenadas ao frio a 3±0,5 °C, obtidos nos dias 0,3,6,8,10,13 e 15 do período de armazenamento. Por outro lado, os autores Chomnawang et al (2007) ao estudarem a evolução do pH ao longo de 15 dias em peixe-gato (*Epinephelus coioides*) concluíram que o pH do pescado aumenta com a idade e o tempo de armazenamento, de 6,41 (dia 0) para 7,07 (dia 15). Os resultados obtidos neste trabalho e publicados na literatura reforçam a afirmação de que o pH do músculo de peixe aumenta com o tempo de conservação em gelo. Por outro lado, as diferenças nos valores de pH, nomeadamente no caso das amostras da cavala comercializadas Luanda e Faro, podem estar associadas a diferenças nas fases do ciclo anual dos espécimes analisados (Orban et al., (2011).

Textura

Na Figura 3.10, apresentam-se os resultados da variação da textura, de fato da dureza (em kgf) das amostras de cavala (A) e de carapau (B) comercializadas em Faro, armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.

Em relação aos resultados da textura de amostras da cavala, no primeiro dia «dia zero» armazenamento, o músculo do peixe estava firme, e dureza atingiu um dos valores elevado (322,42±59,11 kgf). Três dias depois, o músculo do peixe começou a perder a firmeza e a dureza diminuiu para 237,38±59,78 kgf. Ao sétimo dia, o músculo ficou muito mole, e a dureza atingiu o valor mais baixo de todos (184,±14,09 kgf). Ao décimo dia, a dureza atingiu o valor mais

elevado ($343,16 \pm 53,01$) de todos. E ao décimo terceiro dia, o valor da dureza diminui para $257,8 \pm 18,16$ kgf.

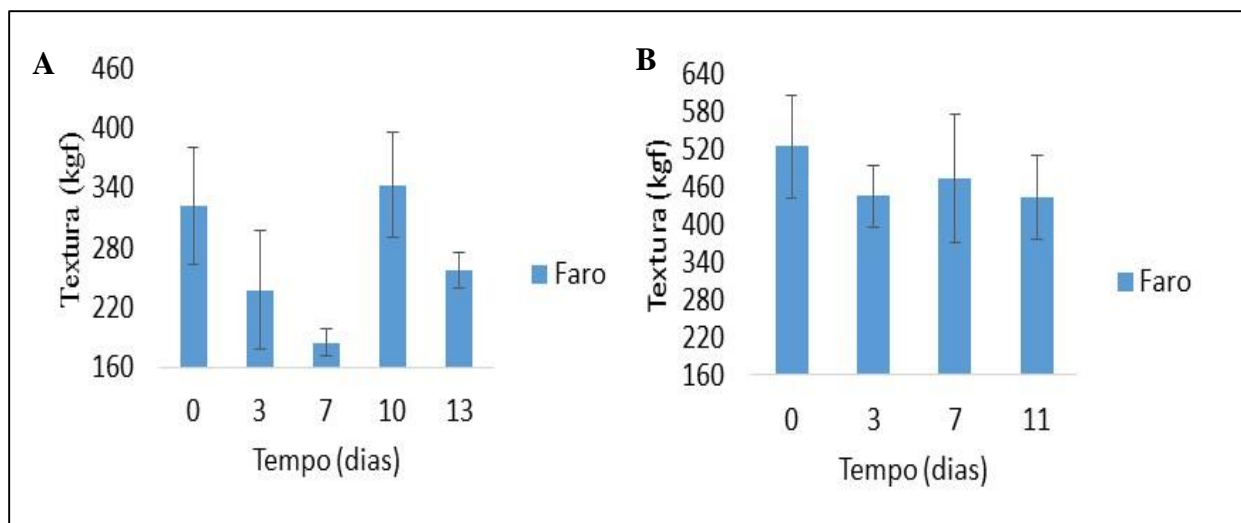


Figura 3.10 - Variação da textura (dureza, em kgf) (média \pm desvio padrão) de amostras da cavala *Scomber spp.* (A) e de carapau *Trachurus spp.* (B) armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.

Quanto aos resultados da textura das amostras de carapau, no primeiro dia «dia zero», o músculo de peixe estava muito firme e a dureza registou o valor mais elevado ($525,01 \pm 81,797$ kgf). Ao terceiro dia, o músculo do peixe ficou mole e o valor da dureza reduziu para $445,68 \pm 50,13$ kgf. Sete dias depois, o valor da dureza foi $474,31 \pm 102,72$ kgf. E ao décimo primeiro dia, o músculo do peixe estava muito mole e valor da dureza registado foi $444,47 \pm 66,67$ kgf. As causas das variações da dureza observadas nos resultados das amostras de cavala e de carapau, durante o armazenamento, podem estar relacionadas com a perda da capacidade de retenção da água, devido a desidratação das amostras. Ou com àquelas relacionadas com a degradação microbiana das amostras durante o armazenamento. Não foi determinada a textura instrumental em Luanda, por falta de um texturómetro. Mas de acordo a metodologia adotada para este fim, e com base as alterações semelhantes verificadas ao longo do período de armazenamento, seriam esperados resultados semelhantes àqueles obtidos nas amostras de Faro. Não foram encontrados na literatura resultados da textura para comparação.

Capacidade de retenção da água (CRA)

A determinação da CRA é uma das metodologias físicas fundamentais para avaliação da qualidade dos produtos cárneos e admite-se ao pescado, pelas suas implicações na qualidade do produto final. Minimizar as perdas de água pela exsudação durante o resfriamento, pela pressão

sob os tecidos durante o armazenamento ou pela desnaturação das proteínas durante o cozimento é um dos fatores a se ter em conta para ajudar a manter alguns atributos sensoriais nomeadamente o sabor e a textura e a suculência do produto (Sebranek, 2011).

Os resultados da CRA (média \pm desvio padrão) de amostras da cavala avaliadas em Novembro de 2014 e Janeiro de 2015, foram respetivamente 23,16 \pm 2,833% e 31,92 \pm 4,658%. Quanto aos resultados das amostras de carapau analisadas em Dezembro 2014 e Fevereiro de 2015, foram respetivamente 25,40 \pm 1,267% e 21,46 \pm 0,980%. Os valores de CRA nas duas espécies avaliadas, variaram em função da época em que estes foram obtidos. De acordo com Jonsson et al (2001), a CRA é influenciada por mudanças na estrutura proteica, distribuição do fluido nos espaços intra- e extracelular, pH, força iônica e forças físicas, como pressão e calor durante o processamento. A CRA não é um parâmetro objetivo, mas sim uma tendência, por causa da ocorrência de mudanças na estrutura proteica durante o resfriamento/congelamento, e que tem implicância direta nos valores da CRA (Castro, 2007). Por esta razão, na literatura não existem resultados reais da CRA para comparar com àqueles obtidos neste trabalho.

Azoto básico volátil total (ABVT)

A determinação do ABVT é uma das metodologias químicas mais utilizada para avaliar a frescura (e qualidade) do pescado. Aliás, é um parâmetro regulamentado para avaliação da qualidade (e segurança) alimentar de produtos da pesca e aquicultura (Regulamento (CE) n.º 1022/2008 da Comissão de 17 de Outubro). Uma das razões científicas para a utilização deste método como índice de qualidade (e de avaliação da frescura de pescado), é o fato de a concentração das bases voláteis no tecido muscular de pescado armazenado em gelo, aumentar exponencialmente com o tempo de armazenamento, devido a transformações enzimáticas e bacterianas, que são responsáveis pela formação de compostos químicos com odores desagradáveis no pescado deteriorado (Gram & Dalaard, 2002).

Os resultados do teor em ABVT (média \pm desvio padrão) das amostras da cavala comercializadas em Luanda e Faro estão apresentados na figura 3.11. Em relação ao primeiro dia de armazenamento, os teores em ABVT foram 17,16 \pm 0,97 mg N/100 g para amostras de Faro e 11,79 \pm 0,49 mg N/100 g para amostras de Luanda. De acordo com Etienne et al (2005), o teor de ABVT após a captura (em fresco) nas espécies pelágicas pode ultrapassar 15 mg N/100 g. Por outro lado, Pereira & Filho (2005) consideram que o teor de ABVT também inclui

amónia, um metabólito presente também no pescado fresco, os valores iniciais do teor de ABVT situam-se acima de zero.

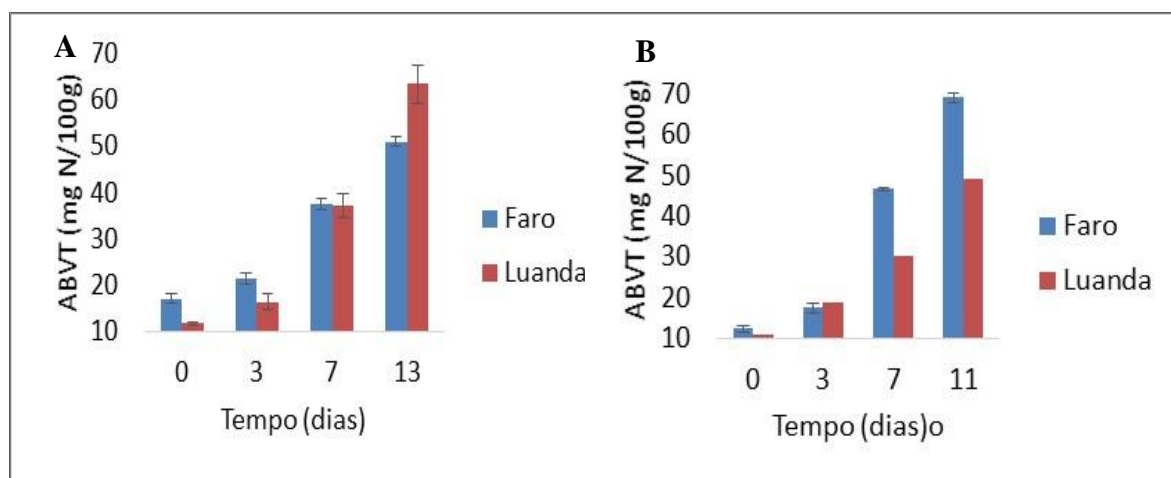


Figura 3.11- Variação do teor em ABVT (mg N/100 g) (média \pm desvio padrão) de amostras da cavala *Scomber* spp. (A) e do carapau *Trachurus* spp. (B) armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.

Três dias depois, os teores de ABVT foram $21,62 \pm 1,18$ mg N/100g para amostras de Faro e $16,52 \pm 1,6$ mg N/100 g para amostras de Luanda. Fagan et al. (2003), ao trabalharem com filetes de cavala (*Scomber* spp.) armazenados e refrigerados a 4 °C, obtiveram 14,1 e 19,2 mg N/100g de ABVT nos dias zero e três respetivamente. Estes resultados, são similares àqueles obtidos neste trabalho nos respetivos dias. Ao 7º dia de armazenamento, os teores de ABVT foram $37,57 \pm 1,17$ mg N/100g para amostras de Faro e $37,34 \pm 2,61$ mg N/100g para amostras de Luanda. A partir deste dia, inclusive, as amostras da cavala apresentaram valores de ABVT, que excederam os limites máximos de 30-35 mg N/100g estabelecidos no Regulamento (CE) n.º 1022/2008. Como era de esperar, no dia 13 os teores em ABVT foram $51,08 \pm 0,92$ mg N/100g para amostras de Faro e $63,52 \pm 4,17$ mg N/100g para amostras de Luanda. Resultados similares foram publicados por Metin et al. (2001), que ao trabalharem com amostras de cavala (*Scomber japonicus*) armazenadas e refrigeradas a 4 °C, obtiveram 50,29 mg N/100 g no final do período de armazenamento de 13 dias.

Os teores médios de ABVT, foram diferentes em amostras de Faro e Luanda (ANOVA, $F=4,954$, $p<0,05$). Entretanto, a dinâmica de deterioração das amostras ao longo do tempo de conservação, foi semelhante em Faro e Luanda (ANOVA, $F=1,104$, $P=0,341$) (Tab. A9, pág. 106, em Apêndice).

Relativamente aos resultados do teor de ABVT (média \pm desvio-padrão) das amostras de carapau (Fig. 3.11), no dia 0 de armazenamento os resultados do teor de ABVT foram $12,37 \pm$

0,802 mg N/100 g para amostras de Faro e $10,86 \pm 0,54$ mg N/100 g para amostras de Luanda. Estes resultados são inferiores àqueles obtidos por Cornélia Alberto (2014) que, ao trabalhar com filetes de carapau, quantificou $19,49 \pm 0,97$ mg/100g em amostras frescas (para posterior fumagem) no dia zero. De acordo com Ogawa & Maia (1999), peixes em excelente estado de frescura apresentam teor de ABVT entre 5-10 mg N/100 g, espécimes que apresentem média qualidade possuem entre 15-25 mg N/100 g e aqueles peixes em estado (inicial) de deterioração, podem ter entre 30-40 mg/100 g, atingindo valores substancialmente maiores para estados mais avançados de deterioração. Três dias depois, os resultados do teor de ABVT foram $17,43 \pm 1,06$ mg/100 g para amostras de Faro e $18,61 \pm 1,27$ mg N/100 g para amostras de Luanda. Como se referiu anteriormente, este aumento do teor em ABVT, pode estar relacionado com a produção de alguns compostos voláteis com carácter básico ao longo dos três dias de armazenamento, conforme referido por Grame & Dalgaard (2002). No dia 7 de armazenamento, os resultados do teor de ABVT foram $46,69 \pm 0,34$ mg N/100 g) para amostras de Faro e $30,15 \pm 3,45$ mg N/100 g para amostras de Luanda. Como se observou para a cavala, a partir deste dia, as amostras apresentaram sinais evidentes de deterioração e os teores em ABVT ultrapassaram os máximos de 30-35 mg N/100 g estabelecidos no Regulamento acima. No dia 11, as amostras apresentaram-se em estado avançado de deterioração, já exalando um odor forte tipo amoniacal durante a preparação dos espécimes. Os resultados do teor de ABVT foram $69,13 \pm 1,07$ mg N/100 g para amostras de Faro e $49,12 \pm 0,84$ mg N/100 g para amostras de Luanda. A variabilidade observada nos teores de ABVT entre amostras de Faro e Luanda, apresentou diferenças significativas (ANOVA, interação *local vs tempo*, $F=4,634$, $P<0,05$) (Tab. A14, pág.108, em Apêndice) indicando diferenças na dinâmica de deterioração das amostras do carapau ao longo do tempo de conservação em Faro e em Luanda, cujas causas podem ser aquelas apontadas na secção de análise sensorial (secção 3.2.1).

Índice de peróxidos

Os resultados do IP (média \pm desvio-padrão) de amostras de cavala (A) e de carapau (B) comercializadas em Faro e Luanda estão apresentados na Figura 3.12.

No dia 0, foram observados valores relativamente mais elevados de oxidação (IP) nas amostras de Faro ($7,58 \pm 1,12$ meq O₂/kg) em comparação com as amostras de Luanda ($2,6 \pm 1,09$ meq O₂/kg), ainda que sejam valores baixos. Em algumas espécies de peixe pelágicos pequenos, são referidos valores de IP, iguais a 10 meq O₂/kg, para sardinha *Clupea pilchardus* (McCallum et

al., 1956), e 27,6 meq O₂/kg óleo para sardinha *Sardinops melanostica*, logo após captura (Cho et al., 1989). Os resultados iniciais obtidos neste trabalho são inferiores aos publicados por estes autores. Ou seja, as amostras de cavala utilizadas neste trabalho, estavam em condições ótimas de frescura. Ao 3º dia, as amostras analisadas em Faro apresentavam-se severamente oxidadas em relação às amostras de Luanda (4,71±0,44 meq O₂/kg vs. 37,40±0,84 meq O₂/kg, respetivamente), tendo-se observado o valor mais elevado do IP durante os ensaios. O aumento verificado no resultado do IP em Faro em relação ao de Luanda, pode estar relacionado com o tempo de exposição durante o processamento dos espécimes ter permitido a oxidação primária dos hidroperóxidos. No dia 7, o nível de oxidação quantificado pelo IP diminuiu bastante nas amostras de Faro (para 24,40±0,33 meq O₂/kg) e aumentou consideravelmente nas amostras analisadas em Luanda (para 19,06±2,35 meq O₂/kg). No último dia do ensaio (dia 13) o IP diminuiu em menor grau nas amostras de Faro (19,49±0,61 meq O₂/kg) e consideravelmente nas amostras analisadas em Luanda (para valores próximos dos iniciais, 4,25±0,35 meq O₂/kg)). A Esta diminuição no IP em amostras de Faro, pode ser devido ao fato de a maioria dos hidroperóxidos ter sido já degradada nas fases anteriores. De acordo com Huss (1995a), um valor baixo de peróxidos num determinado momento da armazenagem pode tanto indicar uma fase inicial de autooxidação como uma fase tardia ou, pelo contrário, um produto severamente oxidado, no qual a maioria dos hidroperóxidos já se deterioraram. A variabilidade nos resultados de IP em amostras de Faro e Luanda, evidenciou a existência de diferenças estatísticas significativas (ANOVA, interação *local vs tempo*, $F=94,832$, $p<0,05$) (Tab. A10, pag.106, em Apêndice) indicando diferenças no processo de deterioração das amostras em Faro e Luanda, ao longo do tempo de conservação.

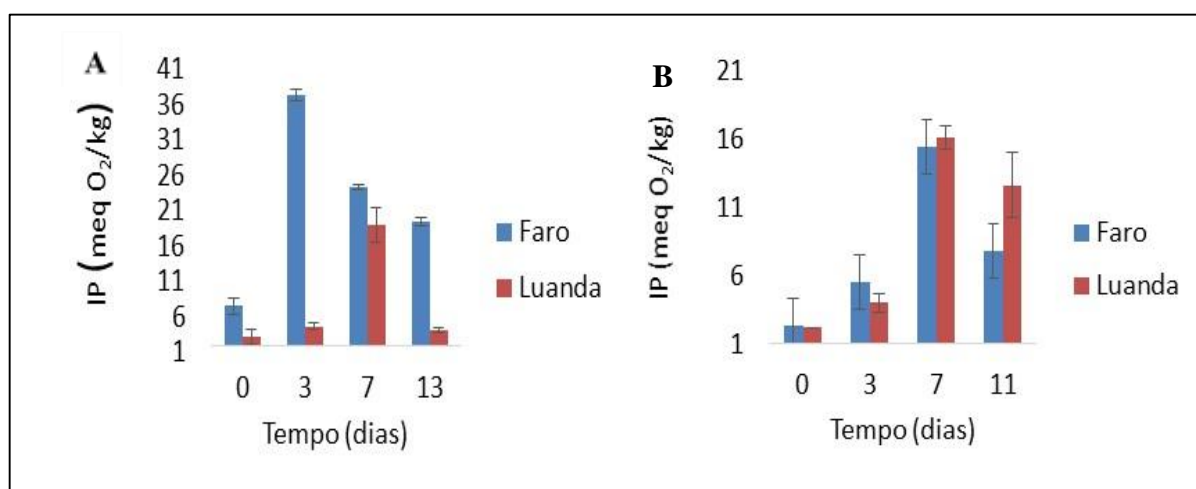


Figura 3.12 - Variação do Índice de Peróxido (IP) (meq O₂/kg) (média ± desvio padrão) de cavala *Scomber spp.* (A) e de carapau *Trachurus spp.* (B) armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.

Relativamente aos resultados do IP em amostras de carapau, no primeiro dia (dia 0) dos ensaios, observaram-se níveis baixos de oxidação nas amostras de Luanda e Faro. Os IP foram, respetivamente, $2,32 \pm 0,2$ meq O₂/kg para amostras de Faro e $2,21 \pm 0,65$ meq O₂/kg para amostras de Luanda. Estes resultados estão abaixo dos valores de IP referidos por McCallum et al (1956), Cho et al (1989), nomeadamente para as espécies pelágicas sardinha *Clupea pilchardus* e sardinha *Sardinops melanostica*, o que permite dizer que as amostras de carapau utilizadas neste trabalho estavam muito frescas. Ao 3º dia de armazenamento, o nível de oxidação aumentou ligeiramente e os resultados do IP foram $5,53 \pm 0,63$ meq O₂/kg e $4,03 \pm 0,88$ meq O₂/kg para Faro e Luanda, respetivamente. Após 7 dias de armazenamento, o nível de oxidação aumentou consideravelmente em ambos os casos e foram registados os valores mais elevados do IP nas amostras de Faro ($15,52 \pm 0,6$ meq O₂/kg) e de Luanda ($16,15 \pm 2,39$ meq O₂/kg). Ao 11º e último dia do ensaio, os IP diminuíram em ambos os locais, para $7,85 \pm 0,85$ meq O₂/kg para amostras de Faro e $12,64 \pm 1,81$ meq O₂/kg para amostras de Luanda. A diminuição nos valores dos IP em amostras de Faro e Luanda no último dia de armazenagem, pode estar associada as causas apontadas para os resultados de IP em amostras da cavala acima. Por outro lado, os IP obtidos neste trabalho, foi semelhante em Faro e Luanda (ANOVA, $F=3,488$, $p=0,071$). Todavia, a dinâmica de oxidação das amostras em Faro e Luanda ao longo do tempo de conservação, foi diferente (ANOVA, interação *local vs tempo* $F=12,162$ e $p<0,05$) (Tab. A15, pág. 109, em Apêndice). Resultados similares aos da cavala e do carapau, foram publicados por Erkan & Özden (2008), ao avaliarem a qualidade de sardinhas (*Sardina pilchardus*) inteiras e evisceradas, armazenada (4 °C) e refrigerada com gelo, onde obtiveram $3,22 \pm 0,09$ meq O₂/Kg, $6,67 \pm 0,12$ meq O₂/Kg, $11,14 \pm 0,28$ meq O₂/Kg, $17,51 \pm 0,46$ meq O₂/Kg e $22,8 \pm 0,41$ meq O₂/Kg, respetivamente para os dias 0, 3, 5, 7 e 9.

Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA ou TBARS)

O índice TBARS quantifica o teor em malonaldeído (MAD), que é um dos produtos maioritário da degradação dos hidroperóxidos lipídicos, formados durante o processo de oxidação dos ácidos gordos insaturados no pescado (Guillen & Ruiz, 2004).

Na figura 3.13 apresentam-se os resultados do teor de TBARS (média \pm desvio-padrão) de amostras de cavala (A) e de carapau (B) comercializadas em Faro e Luanda. Inicialmente, no dia 0, os teores de TBARS foram $3,43 \pm 2,16$ μ g MDA/g para amostras de Faro e $3,5 \pm 0,71$ μ g MDA/g para amostras de Luanda. Os autores Nunes et al. (1992), sugeriram que limite máximo

de TBARS, como indicador de uma boa qualidade do peixe inteiro congelado, refrigerado ou armazenado em gelo, é de 5 µg MAD/g. Enquanto (Neiva, 2003), referido (v. seção 1.7.2) o limite máximo de TBARS para um peixe em condições ótimas para o consumo, varia entre 7-8 µg MDA/g. A concentração de TBARS nas amostras aumentou consideravelmente ao fim de 3 dias de armazenamento, quando os resultados foram 11,07±4,25 µg MDA/g para amostras de Faro e 13,49±2,18 µg MDA/g para amostras de Luanda. Ao 7º dia, a maior concentração das TBARS foi observada nas amostras de Faro (25,12±7,76 µg MDA/g), quase o dobro da concentração das TBARS nas amostras de Luanda (10,51±1,01 µg MDA/g). No fim do ensaio, ao 13º dia, a concentração de TBARS diminuiu ligeiramente nas amostras de Faro (21,63±0,6 µg MDA/g) e aumentou consideravelmente nas amostras de Luanda (17,78±5,77 µg MDA/g). Os autores Simeonidou et al (1997), ao avaliarem a qualidade de sete espécies de pescado do Mediterrâneo incluindo as espécies cavala (*Scomber japonicus colias*) e carapau (*Trachurus trachurus*), armazenadas e refrigerada a 1-3 °C, encontraram 1,82±0,05 µg MDA/g, 3,15±0,07 µg MDA/g e 7,43±0,01 µg MDA/g, respetivamente para os dias zero, três e sete nas amostras da cavala (*Scomber japonicus colias*). Estes resultados são similares àqueles obtidos neste trabalho. A variabilidade dos resultados de TBARS observada neste trabalho, pode ser explicada de acordo com as considerações proferidas por Huss (1995a), na seção do índice de peróxidos acima, pelo fato do teste de TBARS quantificar aldeído malónico (MDA) um dos subprodutos maioritário da degradação dos peróxidos. Os resultados de análise estatística, indicam fases distintas da oxidação secundária das amostras em Faro e Luanda, ao longo do tempo de conservação (ANOVA, interação *local vs tempo*, $F=6,593$, $p<0,05$) (Tab. A11, pág. 107, em Apêndice).

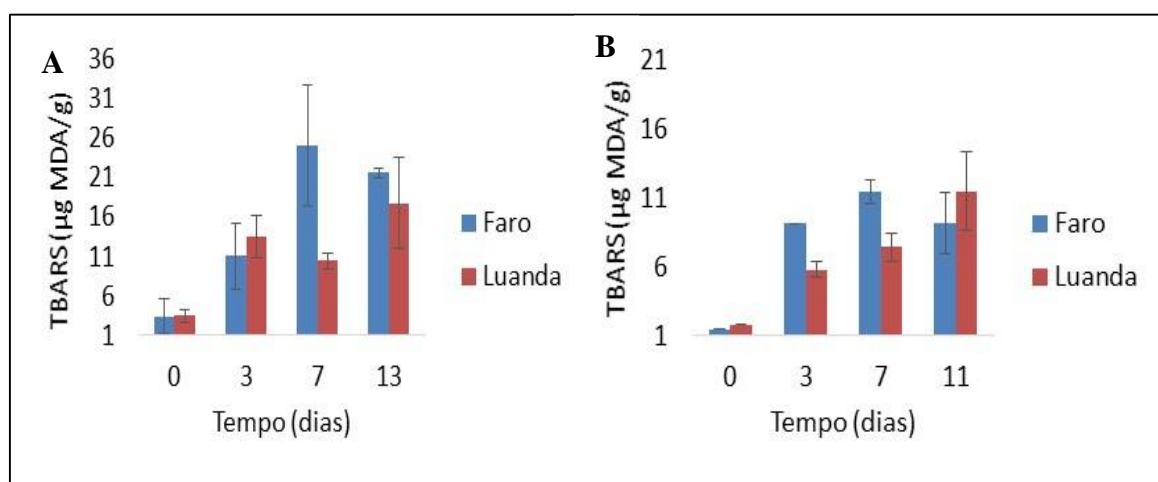


Figura 3.13 - Variação do teor de TBARS (µg MDA/g) (médias ± desvio padrão) de amostras da cavala *Scomber spp* e do carapau *Trachurus spp c*, armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.

Relativamente aos resultados do teor de TBARS em amostras de carapau, no dia 0 os valores foram $1,47 \pm 0,00$ $\mu\text{g MDA/g}$ para Faro e $1,80 \pm 0,058$ $\mu\text{g MDA/g}$ para Luanda. Estes resultados estão abaixo de 5 $\mu\text{g MDA/g}$ e $7-8$ $\mu\text{g MDA/g}$ referidos por Nunes et al. (1992) e Neiva (2003), respetivamente para pescado de boa qualidade. Ao 3º dia, a concentração de TBARS aumentou nas amostras de Faro e de Luanda, respetivamente para $9,15 \pm 0,83$ $\mu\text{g MDA/g}$ e para $5,83 \pm 1,023$ $\mu\text{g MDA/g}$. Após 7 dias, a concentração de TBARS aumentou nas amostras de Faro (para $11,50 \pm 2,18$ $\mu\text{g MDA/g}$) e diminuiu nas amostras de Faro (para $7,44 \pm 2,84$ $\mu\text{g MDA/g}$). Ao 13º e último dia do ensaio, a concentração de TBARS caiu para níveis próximos daqueles observados no 3º dia nas amostras de Faro, $9,21 \pm 1,63$ $\mu\text{g MDA/g}$ e aumentou consideravelmente nas amostras de Luanda, para $11,50 \pm 2,84$ $\mu\text{g MDA/g}$. Resultados similares àqueles obtidos neste trabalho, foram publicados por Simeonidou et al (1997), referidos nesta secção (v. acima) para espécie carapau (*Trachurus trachurus*) de $1,91 \pm 0,05$ $\mu\text{g MDA/g}$, $6,34 \pm 0,03$ $\mu\text{g MDA/g}$ e $9,58 \pm 0,06$ $\mu\text{g MDA/g}$, respetivamente obtidos nos dias 0, 3 e 6 de armazenagem. Outros resultados comparáveis com àqueles obtidos neste trabalho, foram obtidos por Erkan & Özden (2008), referidos na secção do IP (v. acima), para espécie sardinha *Sardina pilchardus*, de $2,7 \pm 0,06$ mg MDA/kg , $10,91 \pm 0,36$ $\mu\text{g MDA/g}$, $19,28 \pm 0,16$ $\mu\text{g MDA/g}$, $20,12 \pm 0,01$ $\mu\text{g MDA/g}$ e $21,54 \pm 0,01$ $\mu\text{g MDA/g}$, respetivamente obtidos nos dias 0, 3, 5, 7 e 9, do período de armazenagem. A variação da concentração de TBARS observada neste trabalho parece dar sequência à variação do IP (v. acima), refletindo os processos oxidativos que se desenvolvem mais tardiamente durante o armazenamento. Foram verificadas diferenças significativas (ANOVA, interação *local vs tempo*, $F=6,998$, $p<0,05$) (Tab. A16, pág. 109, em Apêndice) na variação dos resultados de TBARS em Faro e Luanda, mostrando diferenças nas fases de oxidação secundária das amostras em Faro e Luanda. Onde as possíveis causas destas diferenças, podem ser devido àqueles fatores mencionados na secção do IP (v. acima).

3.2.3. Relação entre parâmetros de qualidade e estimativa do tempo de conservação útil

Visto que nenhum dos métodos *per se* é capaz de avaliar completamente a frescura (e qualidade) do pescado, uma abordagem que permite garantir a qualidade e segurança alimentar é estabelecer (quantitativamente) uma relação entre os resultados de métodos subjetivos (IQ) e objetivos (pH, ABVT, IP e TBARS) na avaliação da frescura (e qualidade) do pescado. Deste modo também se podem estudar as limitações e a interdependência dos parâmetros na definição

de critérios de qualidade das espécies estudadas, cavala e carapau, ao longo de período de armazenamento.

Tomando em consideração as amostras de cavala comercializada em Faro, foram obtidas correlações fortes entre os resultados do IQ, com os de ABVT ($r=0,907$, $p=0,093$) e TBARS ($r=0,884$, $p=0,116$) média entre os resultados do QI e de pH ($r=0,763$, $p=0,237$), e muito fraca entre os resultados do IQ e do IP ($r=0,461$, $p=0,549$) (Tab. A17, pág. 110, em Apêndice). Quanto aos resultados das amostras da cavala comercializadas em Luanda, obtiveram-se coeficientes de correlação elevados entre o índice de qualidade (IQ) e o teor de ABVT ($r=0,917$, $p=0,083$) e de TBARS ($r=0,987$, $p=0,013$) e menores entre IQ e o pH ($r=0,782$, $p=0,218$) e entre o IQ e o IP ($r=0,411$, $p=0,589$) (Tab. A18, pág. 110, em Apêndice). Relativamente aos resultados das amostras de carapau comercializadas em Faro, a análise dos resultados revelou existirem correlações fortes entre os resultados do IQ com os dos parâmetros instrumentais: muito forte com ABVT ($r=0,913$, $p=0,087$) e IP ($r=0,856$, $p=0,144$), e média com pH ($r=0,671$, $p=0,329$) e TBARS ($r=0,663$, $p=0,337$) (Tab. A19, pág. 111, em Apêndice). Em Luanda as correlações foram: forte entre o IQ e o ABVT ($r=0,980$, $p=0,020$), o IP ($r=0,856$, $p=0,105$) e o teor de TBARS ($r=0,828$, $p=0,172$), e média com os resultados de pH ($r=0,751$, $p=0,249$) (Tab. A20, pág. 111, em Apêndice). Neste trabalho foi verificada uma correlação forte entre os resultados de IQ com os teores de ABVT e TBARS, ao longo do período de armazenamento, sugerindo-se como bons índices para avaliar a frescura (qualidade) das espécies em estudo (cavala e carapau). Pelo contrário, não se verificaram boas correlações entre os resultados de pH e IP com o IQ ao longo do período de conservação, cujas causas podem estar relacionadas com àquelas apontadas nas seções dos resultados de pH e do IP. Santos (2011), trabalhando com pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) armazenada em gelo, encontrou uma boa correlação entre os resultados de ABVT com os de IQ ($r=0,893$, $p=0,0471$). Teixeira (2012), ao avaliar a qualidade e segurança do carapau (*Trachurus trachurus*) descarregado na lota de Penincha, relacionou os resultados de IQ com os de ABVT, ao longo de armazenamnto em gelo, tendo verificado que os teores de ABVT, aumentava a medida que aumentava os valores de IQ, e no final do trabalho, concluiu como sendo um bom índice apar do IQ, na avaliação da frescura (qualidade) do pescado.

Considerando os vários parâmetros de qualidade avaliados neste trabalho *viz.* Análise sensorial (através do QIM) e determinações físico-químicas (pH, ABVT, IP e TBARS), e atendendo às condições de armazenamento (com gelo e em refrigeração a 5 °C) é possível avançar como estimativas do tempo de conservação útil de cavala e carapau comercializados em Faro em

Luanda, respetivamente 7 dias para as duas espécies. Outros resultados similares àqueles obtidos neste estudo, foram publicados por Tzikas et al. (2007), ao avaliarem a frescura (e qualidade) das espécies carapau *Trachurus mediterraneus* e *T. picturatus*, armazenadas em gelo e refrigeradas a 2 ± 2 °C, estabelecendo um período máximo de conservação de 10 e 7 dias respetivamente para a primeira e segunda espécies. Ou àqueles publicados por Erkan & Özden (2008), quando trabalharam com sardinhas (*Sardina pilchardus*) inteiras e evisceradas armazenadas em gelo a 4 °C, estimando um tempo máximo de conservação útil de 7 dias.

4 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

Durante a realização deste trabalho, verificou-se existir na literatura muito pouca informação relativamente à composição nutricional e de controlo da qualidade durante o transporte e armazenamento de cavalas (*Scomber spp.*) e de carapau (*Trachurus spp.*). Por conseguinte, os resultados obtidos para a composição nutricional e para os parâmetros de controlo da qualidade obtidos neste trabalho irão complementar e atualizar os poucos resultados já publicados. Isto é de particular relevância no que concerne a Angola, onde estes poderão integrar o início de uma base dados.

Os resultados dos parâmetros de qualidade obtidos no dia zero de armazenagem, nomeadamente os resultados de IQ ABVT e TBRAS, permitiram concluir que as amostras da cavala comercializadas em Faro e Luanda, estavam em bom estado de frescura e aptas para o consumo. Todavia, elas foram rejeitadas pelos provadores ao sétimo dia de armazenagem, e simultaneamente, os valores ABVT ($37,57 \pm 1,17$ mg N/100 g para Faro e $37,34 \pm 2,61$ mg N /100 g para Luanda) e de TBARS ($25,12 \pm 7,756$ µg MDA/g para Faro e $10,51 \pm 1,01$ µg MDA/g para Luanda), corresponde ao IQ ($12,48 \pm 2,379$ para Faro e $16,73 \pm 1,35$ para Luanda) estavam fora dos limites máximos (30-35 mg N/100 g) referidos pelo Reg. (CE) nº 2074. (2005), Reg.(CE) nº 1022. (2008), e de TBARS (7-8 µg MDA/g) sugeridos por Neiva (2003).

De forma semelhante, aos resultados dos parâmetros de qualidade obtidos em amostras da cavala, os espécimes de carapau avaliados neste trabalho no início «dia zero» de armazenagem, estavam em condições ótimas para o consumo. Entretanto, no dia sete de armazenagem, os espécimes foram rejeitados sensorialmente pelos provadores, e portanto, os resultados dos parâmetros de qualidade ABVT ($46,69 \pm 0,34$ mg N /100g para Faro e $30,15 \pm 3,45$ mg N /100g para Luanda) e TBARS ($11,5 \pm 2,18$ µg MDA/g para Faro e $7,44 \pm 2,8$ µg MDA/g para Luanda), correspondente ao IQ de $13,4 \pm 1,92$ para Faro e $11,25 \pm 1,75$ para Luanda, estavam acima dos limites máximos de ABVT e de TBARS, referidos nos resultados das amostras da cavala acima.

Portanto, partindo dos resultados de análise sensorial (QIM) e dos parâmetros de qualidade (pH, ABVT, TBARS IP) obtidos neste trabalho, e com base aos outros resultados publicados por outros autores referidos neste trabalho (v. seção 3.2.3), no final do estudo foi estimado um tempo máximo de conservação útil de 7 dias para cavala e carapau, respetivamente armazenados em gelo e refrigerados a 5 °C, comercializados em Faro e Luanda.

Por outro lado, foi observada neste trabalho uma interação forte entre os resultados de QIM com os de ABVT e TBRAS, e tendo variados de forma linear com o tempo de conservação das amostras de cavala e de carapau, sugerem-se como os índices adequados para avaliar o grau de frescura (qualidade) das referidas espécies armazenadas em gelo e refrigeradas a 5 °C.

Com o conhecimento angariado neste trabalho, pretende-se futuramente trabalhar com outras espécies nomeadamente a espada (*Triacurus* spp) e galo (*Selene* spp). Estas espécies são muito importantes na pesca comercial, entretanto muito consumidas em Luanda (Angola). Todavia na literatura Angolana recentemente existem poucas informações sobre o controlo de qualidade e segurança alimentar por parte das duas espécies frescas e refrigeradas durante o transporte e armazenamento.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ababouch, L. H., Souibri, L., Rhaliby, K., Ouahdi, O., Battal, M. and Busta, F. F. (1996). Quality changes in sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice and at ambient temperature. *Food Microbiology*, 13: 123– 132.
- Abaunza, P., Gordo, L., Karlou-Riga, C., Murta, A., Eltink, A.T.G.W., Santamaria, M.T.G., Zimmermann, C., Hammer, C., Lucio, P., Iversen, S.A., Molloy, J., Gallo, E. (2003). Growth and Reproduction of Horse Mackerel, *Trachurus trachurus* (Carangidae). *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 13: 27-61.
- A.C.L. (2012). *Balanço de capturas de pescado em Portugal*. Lisboa.
- Alasalvar, C., Shalidi, F., Miyaslita, K. E., Wanasundara, U. (2011). *Handbook of Seafood Quality, Safety and Health Applications*. Blackwell Publishing Ltd. UK.
- Al-Kahtani, H. A., Abu-Tarboush, H. M., Bajaber, A. S. (1996). Chemical changes after irradiation and post-irradiation storage in Tilapia and Spanish mackerel. *Journal of Food Science*, v. 61, n. 4, p. 729-733.
- Almeida, N. M., Batista, G. M., Kodaira, M., Lessi, E. (2006). Alterações post-mortem em tambaqui (*Colossoma macropomum*) conservados em gelo. *Ciência Rural*, 36(4), 1288–1293. <http://doi.org/10.1590/S0103-84782006000400038>.
- Alvarez-Parrilla, E., Puig, A., Lluch, M. A.i. (1997). “Preparation and Chemical and Microstructural Characterization of Surimi from Hake (*Merluccius Merluccius*) and 41 Horse Mackerel (*Trachurus Trachurus*). *Food Science and Technology Internacional*, London, v. 3, N. 1, P. 49-60.”
- Amaral, G, V, D & Freitas, D. D. G. C. (2013). Método do índice de qualidade na determinação do frescor de peixes. *Ciência Rural*, v.43, n.11, p. 2093-2100.
- Andrade, A., Nunes, M. L., Batista, I. (1997). Freshness quality grading of small pelagic species sensory analysis. In: Olafsdóttir, G.; Lutén, J., Dalgaard, P., Careche, M.; VerrezBagnis, V., Martinsdóttir, E., Heia, K. (editors). *Methods to determine the freshness of fish in research and industry*. Proceedings of the Final Meeting of the Concerted Action “Evaluation of Fish Freshness”, AIR3CT942283 (FAIR Programme of the EU) Nantes Conference, November 12 – 14, International Institute of Refrigeration, Paris, pp. 333 – 338.
- Andrade, S. C. S., Mársico, E. T., Franco, R. M., Godoy, R. L. O., Pacheco, S., Queiroz, M. F., Guimarães, C. F. M. (2012). Validade comercial de sardinhas inteiras e refrigeradas avaliadas por análises físico-químicas, bacteriológicas e sensorial. *Ciência Rural*, v.42, n.10, p.1901-1907.
- AOAC. (1998). Nitrogen (total) in seafood (940.25). In: *Official Methods of Analysis*, 16th, 4th revision, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. .

- Ascar, J. M. (1985). Alimentos: Aspectos bromatológicos e legais. São Leopoldo (RS): UNISINOS.
- Bahuaud, D., Mørkøre, T., Østbye, T.-K., Veiseth-Kent, E., Thomassen, M.S., Ofstad, R., Veiseth-Kent, E., Thomassen, M.S., Ofstad, R. (2010). Muscle structure responses and lysosomal cathepsins B and L in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) pre- and post-rigor fillets exposed to short and long -term crowding stress. Food Chem. 118, 602 – 615.
- Bligh, E. G., Dyer, W. J. (1959). A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. Canadian journal of biochemistry and physiology, v. 37, n. 8, p. 911-917.
- Bandarra, N., Nunes, M., Oliveira, L., Batista, I., Calhau, A. (2004). Composição e valor nutricional dos produtos da pesca mais consumidos em Portugal. Publicações Avulsas do IPIMAR. Lisboa.
- Bandarra, NM., Calhau, MA., Oliveira, L., Ramos, M., Dias, MG., Bártole, H., Faria, MR., Fonseca, MC., Gonçalves, J., Batistas, I., Nunes, M. (2005). Composição e valor nutricional dos produtos da pesca mais consumidos em Portugal. INIAP/IPIMAR, INSA, FC.
- Beirão, L. H., Teixeira, E., Meinert, M., Espirito Santo, M. L. (2003). Processamento e industrialização de moluscos. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível: <<http://www.setorpesqueiro.com.br/tecnologiadealimentos/index.shtml>>. Acesso em: 26 set.2006.
- Beraquet, N. J., Lindo, M. M. K. (1985). Transformações bioquímicas “post mortem” em pescado. São Paulo: Boletim ITAL., 1985.v.22, p. 169-192.
- Bernardo F., Martins, H. (1997). Moluscos. In: O Pescado na Alimentação Portuguesa, ed. Bernardo F., Martins H., pp. 122-134. Lisboa: Instituto Nacional de Formação Turística.
- Bogdanović, T., Šimat, V., Frka-Roić, A., & Marković, K. (2012). Development and Application of Quality Index Method Scheme in a Shelf-Life Study of Wild and Fish Farm Affected Bogue (*Boops boops, L.*). *Journal of Food Science*, v.n. 2, P. 99-106., 77(2). <http://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02545.x>
- Boran, G., & Karacam, H. (2011). <Title/>. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11(1), 1–5. <http://doi.org/10.4194/trjfas.2011.0101>
- Botta, J. R. (1995). *Evolution of seafood freshness quality. P.180. VCH.*
- Bremner HA., Sakaguchi, M. (2000). A critical look at whether freshness can be determined” *Journal of Aquatic Food Product Technology* 9(3), 5-25.
- Bremner, A., & Associate. (2002). “Understanding the Concepts of Quality and Freshness in Fish. In A. H. Bremner, Safety and Quality Issues in Fish Processing (pp. 163-172). Boca Raton Boston New York Washington, DC: Wood Head Publishing Limited.”
- Cabral, H.N. e Murta, A.G. (2000). “(em Publicação). The Diet of Blue Whiting, Hake, Horse Mackerel and Mackerel off Portugal. *Journal of Applied Ichthyology.*”

- Cardoso, C., Mendes, R., Vaz-Pires, P., Nunes, M. L. (2006). *Tecnologias de Pescado.*, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar., Universidade do Porto.
- Careche, M. & Barroso, M. (2009). Instrumental Texture Measurement. *Fishery Products: Quality, Safety and Authenticity.* Rehbein, H e Oehlenschlager, J. John Wiley and Sons Ltd., pp. 214-239.
- Cascado S. (2005). Estudio de alternativas para la evaluación de la frescura y la calidad del boquerón (*Engraulis encrasicolus*) y sus derivados. Dissertação de Doutoramento Universidade de Barcelona.
- Castro, D. (2007). “Perdas de água Em Filé de Pescado Do Pantanal., Campo Grande, 50p. (Mestrado Em Ciência Animal) Faculdade de Medicina Veterinária E Zootecnia.
- Castro, R. J. D. S. (2012). Ectoparasites of Atlantic mackerels (*Scomber colias* and *S. scombrus*): biological tags and macro and microhabitats dynamics. Universidade do Porto.
- CEE N° 149. (1995). Establecimientos de valores límite de nitrógeno básico volátil total NBVT de determinadas categorías de productos pesqueros y los métodos de análisis que deben utilizarse. Diario oficial n° L 097 de 29/04/1995 : 84-87.
- CE n° 2406. (1996). Regulamento do Conselho de 26 de Novembro de 1996 relativo à fixação de normas comuns de comercialização para certos produtos da pesca. Jornal Oficial da União Europeia L 334.
- CE n° 2074. (2005). Regulamento que estabelece medidas de execução para determinados produtos ao abrigo do regulamento (CE) n° 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho e para a organização de controlos oficiais ao abrigo do regulamento (CE) n°854/2004 do Parlamento Europ.
- Chebét, L. (2010). “Rapid” (alternative) methods for evaluation of fish freshness and quality. Akureyri, 2010. 66 f. Thesis (Masters of Science in Natural Resource Science - Fisheries Science). University of Akureyri, Akureyri.
- Cho, S., Endo, Y., Fujimoto, K. and Kaneda, T. (1989). “Oxidative Deterioration of Lipids in Salted and Dried Sardines during Storage at 5 °C. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55: 541-544.”
- 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* 103:420 – 427..
- Contreras-Guzman, E, S. (1994). *Bioquímica de pescados e derivados.* Jaboticabal: FUNEP, 409 p.
- Cornélia da Natividade Alberto Trabalho, A. (2014). Valorização de Produtos de Pesca «Produção de filetes e paté de carapau fumado». Mestrado em empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar. Instituto Politécnico de Viana de Castelo.

- Costa, A. M. (2001). Contribuição para o estudo da fecundidade temporal e espacial do carapau (*Trachurus trachurus L.*) na costa Portuguesa. Tese para acesso à categoria de Investigador Auxiliar – IPIMAR, 180 pp.
- Cristas, A. S. A. (2012). “Capacidade de Retenção de água E de Gordura de Diferentes Concentrados Proteicos Usados Em Produtos Cárneos Emulsificados. Dissertação Para Obtenção Do Grau de Mestre Em Engenharia Alimentar – Qualidade E Segurança Alimentar. Instituto Superior de Agronomia. Universidade de Lisboa.
- Dalgaard, P. (2000). Freshness, quality and safety in seafoods. Danish Institute for Fisheries Research Technical Manual, Lyngby, Denmark, p.31.
- De Vido, D, M. N., Paredi, M, E & Crupkin, M. (2001). Postmortem changes in the adductor muscle of scallop (*Chlamys tehuilchus*) in chilled and frozen storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 10 (3), 49 – 59, 10.
- DGPA. (2007a). Plano estratégico nacional para a pesca 2007-2013. MADRP – Direcção Geral das Pescas e Aquicultura, 84 p.
- DGPA. (2007b). Programa operacional pesca 2007-2013. Direcção Geral das Pescas e Aquicultura, 98 p.
- DGPA. (2011a). Artes da pesca, acedido em 31 de Agosto de 2011, de <http://www.dgpa.minagricultura.pt/xportal/xmain?xpid=dgpa&selectedmenu=107321&xpgid=genericPage & conteudoDetalhe=171021>.
- DGPA. (2011b). Envolvente arrastante, xávega, acedido em 31 de Agosto de 2011, <http://www.dgpa.minagricultura.pt/xportal/xmain?xpid=dgpa&xpgid=genericPage &conteudoDetalhe>.
- DGPA. (2011c). Redes de emalhar e tresmalho, acedido em 31 de Agosto de 2011, de <http://www.dgpa.minagricultura.pt/xportal/xmain?xpid=dgpa&xpgid=genericPage&conteudoDetalhe=170941>.
- Docapesca. (2012). Disponível em: <http://www.docapesca.pt/pt/component/docman/download/241-campanha-dacavala.html>, consultado.
- D.E.C. (2006). Atualização do perfil ambiental de Angola Comentários adicionais. Angola.
- Erikson, U., Misimi, E. (2008). Atlantic Salmon Skin and Fillet Color Changes Effected by Perimortem Handling Stress, Rigor Mortis, and Ice Storage. *Journal of Food Science: Food Chemistry*, v. 73, p. 50 – 59.
- Erkan, N., Özden, Ö. (2008). Quality assessment of whole and gutted sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. *International Journal of Food Science and Technology*, V.43, p.1549-1559.
- ENSAN. (2008). Estratégia Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Projeto Portatil de Angola.

- Erzini, K., Afonso, C., SOUSA, I., Henriques, S, N., Monteiro, P., Oliveira, F., Rangel, M., Bentes, L., Gonçalves, S, M, J. 2015. “VALORIZAÇÃO DE RECURSOS PESQUEIROS:Cavala VRP. CCMAR. Faro.”
- Esteves E., & Anibal. J. (2007). Quality Index Method (QIM): utilização da análise sensorial para determinação da qualidade do pescado. Congresso do Algarve., Anais. p. 365-73.
- Etienne, M., Ifremer, E. N. (2005). Methods for chemical assessment: Volatile amines as criteria for chemical quality assessment. Seafood plus. Pp. 422. France.
- Fagan John., T Ronan Gormley BSc PhD ., M. M. U. M. (2003). Freeze-Chilling and Gas Flushing of Raw Fish Fillets. National Food Centre Agriculture and Food Development Authority Final Report Project Rmis No. 5017, (5017).
- FAO. (1999). Trends in Global Aquaculture Production (consultado em 03/03/2003). Disponível em VRL: <http://www.fao.org/fi/trends/worldprod99s.asp>.
- FAO. (2001). Food and Agricultural Organization. Fisheries Index. Rome.
- FAO. (2006). The State of World Fisheries and Aquaculture 2006. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2009). The State of World Fisheries and Aquaculture. Fisheries and Aquaculture Department. Rome: FAO. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/015/ba0058t/ba0058t>.
- FAO. (2010),The State of World Fisheries and Aquaculture. Fisheries and Aquaculture Department. Rome: FAO.
- Fogaça, F, H, S. (2008). “Caracterização Do Surimi de Tilápia Do Nilo: Morfologia E Propriedades Físicas, Químicas E Microbiológicas. 2008. 75 F. Tese (doutorado Em 42 Aquicultura) -Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.”
- Foran, J., Carpenter, D., Hamilton, M., Knuth, B., Schwager, S. (2005). Risk-based consumption advice for farmed Atlantic and wild Pacific salmon contaminated with dioxins and dioxin-like compounds. Environmental health perspectives. 113: 552-556.
- Garcia, M, D. (2004). “Análise de Atividade de água Em Alimentos Armazenados No Interior de Granjas de Integração Avícola. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul: Faculdade de Veterinária Programa de Pós-Graduação Em Ciências Veterinárias.”Brasil.
- Geada, A. C. G. (2012). Filetes de sardinha (*Sardina pilchardus*): efeito da suplementação de antioxidantes naturais na estabilidade oxidativa. Mestre em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar- Escola Superior de Turismo e ecnologia do Mar – Peniche Instituto Politécnico de Le.
- Geromel, E.J. Forster, R. J. (1989). Princípios Fundamentais em Tecnologia de Pescado. São Paulo, 127p.

- Gómez-Guillén, M. C., Montero, P., Hurtado, O., Borderías, A. J. (2000). Biological Characteristics Affect the Quality of Farmed Atlantic Salmon and Smoked Muscle. *Food Chemistry and Toxicology*, Vol.65, 1, 53-60.
- Gonçalves, A. A., Soares, P, M, K. (2012). Qualidade e segurança do pescado Seafood quality and safety. Departamento de Ciências Animais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil.
- Gram, L., & Huss, H, H. (1996). Microbiological spoilage of fish and fish products. *Int. J. Food Microbiol.*, v.33, p.121-137.
- Gram, L., Dalgaard, P. (2002). Fish spoilage bacteria problems and solutions. *Current Opinion Biotechnology*, v.13, p.262-266.
- Guillen, M.D., & Ruiz, A. (2004). “Analytical, Nutritional and Clinical Methods. Study of the Oxidative Stability of Salted and Unsalted Salmon Fillets by H Nuclear Magnetic Resonance. *Food Chemistry*, 86: 297 – 304.”
- Haard, N. F. (1992). Control of Chemical Composition and Food Quality Attributes of Cultured Fish. *Food Research International*, 25, .289–307.
- Hallier, A., Chevallier, S., Serot, T., Prost, C. (2007). Influence of farming conditions on colour and texture of European catfish (*Silurus glanis*) flesh. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 87, p. 814 – 823.
- Hannesson, R. (2002). Aquaculture and fisheries. *Marine policy*. 27: 169-178.
- Hardy, R., Burt, J. R.. (1992). Composition and deterioration of pelagic fish in: BURTS, J.R., R. HAERDY, K. J. WHITTLE (Eds.). *Pelagic Fish: The resource and its exploitation*. Fishing News Books, Oxford, xv; 352pp.
- Heia, K., F. Sigernes, H. Nielsen, J. Oehlenschläger, K. Schubring, J. Borderias, K. Nilsson, B. Jorgensen, P. N. (1997). Evaluation of fish freshness by physical measurement techniques pp: 374- 351 in: *Proceedings of the final meeting of the concerted action “Evaluation of fish freshness”*. International Institute of Refrigeration, 396pp.
- Hites, R., Foran, J., Carpenter, D., Hamilton, M., Knuth, B., Schwager, S. (2004). Global Assessment of Organic Contaminants. *Farmed Salmon Science*. 303: 226-229.
- Honikel, K, O., Hamm, R. (1994). “Measurement of Water – Holding Capacity and Juiciness In: Pearson, H, M., Dutson, T, R. (Ed) *Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products* . Cap. 5, P. 125-159.”
- Howgate, P.F. (1982). Quality assessment and quality control. In: *Fish Handling & Processing*, 2nd edition, Aitken, A., Mackie, I.M., Merritt, J.H., Windsor, M.L., Eds., Ministry of Agriculture, Fisheries & Food, Torry Research Station: HMSO, Edinburgh; pp 177-186.
- Howgate, P. (2006). O review of the kinetics of degradation of inosine monophosphate in some species of fish during chilled storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 41: 341 – 353. Howgate, P., 2009. Traditional methods. In: *Fishery products:*

- quality, safety and authenticity. Rehbein, H., Oehlenschläger, J., Eds. Blackwell Publishing Ltd; Oxford; pp 19-41.
- Howgate, P. (2009). Traditional methods. In: Rehbein, H., Oehlenschläger, J. Fishery products: quality, safety and authenticity. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, p.19-41.
- Huff-Lonergan, E. (2012). “Water-Holding Capacity of Fresh Meat. Disponível Em: [Http://www.extension.org/pages/27339/water-Holding-Capacity-of-Fresh-Meat](http://www.extension.org/pages/27339/water-Holding-Capacity-of-Fresh-Meat). Acesso Em: 2 de Setembro de 2012.”
- Huss, H. H. (1994). Assurance of seafood Quality. Rome: FAO Fisheries Technical Paper, No.334., (334).
- Huss H, H. (1995a). Assessment of Fish Quality” in Quality and quality changes in fresh fish FAO Fisheries Technical Paper 348.
- Huss, H. H . (1995b). Quality and quality changes in fresh fish. Food and Agriculture Organization of United Nations, Fisheries Technical Paper, n.348, 195p.
- Huss, H, H. (1995c). Quality and quality changes in fresh fish. Food and Agriculture Organization of United Nations, Fisheries Technical Paper, n.348, 195p.
- Huss, H, H. (1997). Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros. In: FAO Documentos técnicos de pesca T- 334, Roma: Ministério de Pesca da Dinamarca; p. 147 Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/003/T1768S/T1768S00.HTM>, acedido em Setembro 24, 2010.
- Hyldig G., N. J. (2004). QIM a tool for determination of fish freshness. In: Shahidi F, Simpson BK, editors. Seafood quality and safety- advances in the new millennium. St John’s: Science Tech. Publishing Company, p. 81-89.
- Hyldig G, Bremner A., Martinsdóttir E., S. R. (2007). Quality Index Methods. In: Nollet LML, Boylston T, Chen F, editors. Handbook of meat, poultry and seafood quality. Oxford: Blackwell, p. 499-510.
- Hyldig G., Martinsdóttir E., Sveinsdóttir K., Schelvis R., B. A. (2010). Quality Index Methods. In: Nollet LML, Toldrá F, editors. Handbook of seafood and seafood products analysis. New Jersey: CRC Press, p. 463-481.
- I.N.E. (1998). Estatísticas da Pesca. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, 96 pp.
- I.N.E. (2010). Balança Alimentar Portuguesa 2003 – 2008. Destaque à comunicação social de 30 de Novembro. Lisboa.
- I.N.E. (2013). Estatísticas da Pesca 2012. Estatísticas Oficiais, Edição 2013, Lisboa.
- Jonsson, A., Sigurgisladottir, S., Hafsteinsson, H., Kristbergsson, K. (2001). “Textural Properties of Raw Atlantic Salmon (*Salmo Salar*) Fillets Measured by Different Methods in Comparison to Expressible Moisture. Aquaculture Nutrition, v. 81, P. 81-89.”
- Karolina, M. de P. S., Alex A. G. (2012). “Qualidade E Segurança Do Pescado Seafood Quality

- and Safety. Departamento de Ciências Animais, Universidade Federal Rural Do Semi-Árido, Brasil.” 71(1): 1–10.
- Keč, V. Č., & Zorica, B. (2011). Biometry markers of chub mackerel, *Scomber japonicus* Houttuyn, 1782, in the Adriatic Sea. Instituto of Oceanography and Fisheries, P.O. BOX 500,21000 Split,Croatia. *Acta Adriat*, 52(2), 215–222. Retrieved from http://jadran.izor.hr/acta/pdf/52_2_pdf/52_2_5.pdf.
- Kistnasam, N. (2000). Southern African marine linefish status reports. *Special*, (7), 1–262. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:SOUTHERN+AFRICAN+Marine+LINEFISH+STATUS+REPORTS#0>.
- Kodaira, M., Tomé, E., Pérez, M. (2001). Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre los cambios post-mortem y frescura en híbridos de cachama (*Colossoma macropomum* x *piaractus brachyomus*) cultivados. *Aneles Venezolanos de Nutrición*. Universidade de Barcelona.
- Kołakowska, A. (2003). Lipid oxidation in food systems. In: Chemical and functional properties of food lipids. Sikorski, Z.E., Kołakowska, A., Eds., CRC Press LLC, Florida, USA; pp 133-166.
- Konosu, S., Yamaguchi, K. (1982). The flavour components in fish and shellfish. In: Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products. Martin, R.E., Flick, G.J., Hebard, C.E., Ward, D, R., Eds., AVI Publishing Company Inc., Westport; pp 367 - 404.
- Lanzarin, M., Almeida Filho, E. S., Ritter, D. O., Mello, C. A., Corrêa, G. S. S., & Ignácio, C. M. S. (2011). Ocorrência de *Aeromonas* sp. e microrganismos psicrotóxicos e estimativa do prazo de validade comercial de filé de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) mantidos sob refrigeração. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria E Zootecnia*, 63(6), 1541–1546. <http://doi.org/10.1590/S0102-09352011000600035>.
- Lapa-Guimarães, J. (2005). Aminas biogênicas, aminas voláteis, triptofano livre e uréia como índices químicos de qualidade e frescor do pescado. Campinas. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.
- Lefèvre, F., Bugeon, J., Auperin, B., Aubin, J. (2008). Rearing oxygen level and slaughter stress effects on rainbow trout flesh quality. *Aquaculture* 284, 81 – 89.
- Leite, A, M., Gil, D.B., Metelo, M, B., & Ferraz, D.S. (1988). Definição e classificação dos tipos de navios de pesca (Versão portuguesa de FAO Fish. Tech. Pap. No. 267). Publicações avulsas do INIP, 13, 71 pp.
- Leinstner, L., Rodel, W. (1975). “The Significance of Water Activity for Micro-Organismo in Meat. In: R. B. Duckworth (ed.). *Water Relation of Foods*. Academic Press , London. P.309-333.
- Ludorff W., Meyer, V. (1978). *El pescado y los productos de la pesca*. 2.ed. Zaragoza: Acribia, 342p.

- Lutz, I. A. (1985). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. Ed. Soa Paulo: IMESP.
- Machado, Z. L. (1984). Tecnologia de produtos pesqueiros: parâmetros, processos e produtos. Ministério do Interior.Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE-DRN). Recife, 277p.
- Madrid, M.M.R. & Phillips, H. (2000). Post-harvest handling and processing. In: Freshwater prawn culture. The farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Ed. M.B. New & W.C. Valenti, Osney Mead, Oxfor, uk., p. 236-344.
- Mallikarjunan, P. (2011). Physical Measurements. Handbook of frozen food processing and packaging.Second Edition, Da-Wen Sun,CRC Press, pp.549 – 562.
- Marengoni, N. G., Pozza, M. S. S., Braga, G. C., Lazzeri, D. B., Castilha, L. D., Bueno, G.W. (2009). “Caracterização Microbiológica, Sensorial E Centesimal de Fishburgers de Carne de Tilápia Mecanicamente Separada. Revista Brasileira de Saúde E Produção Animal, Salvador, v. 10, N. 1, P. 168-176.” *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Martinsdóttir, E. (2002). Quality management of stored fish. In: Bremner A, editor. Safety and quality issues in fish processing. Hirtshals: Woodhead Publishing Ltd, p. 360-378.
- Martinsdóttir E., Luten JB., Schelvis-Smit AAM, Hyldig G. (2003). Developments of QIM - past and future. In: Luten JB., Oehlenschläger J., Ólafsdóttir G., editors. Quality of fish from catch to consumer. Netherlands: Wageningen Academic Publishers, p. 265- 272.
- Martinsdóttir, E. (2004). Sensory evaluation of fish freshness. Reference manual for the fish sector, QIM- Eurofish, Svanspret ehf, Islândia. 58p.
- Martinsdóttir, E., Guðbjörnsdóttir, B., Lauzon, H.L., Ólafsdóttir, G., Þóroddsson, Þ., Tryggvadóttir, S, T, and Arnarson, G, Ö. (2004). Effects of skin freezing on the quality of fish fillets. Icelandic Fisheries Laboratories Report Summary. 69 p. Iceland: Icelandic Fisheries Laboratories.
- Martinsdóttir, E., Schelvis, R., Hyldig, G., Sveinsdóttir, K., (2009a). Sensory evaluation of seafood: general principles and guidelines. In: Fishery products: quality, safety and authenticity. Rehbein, H.; Oehlenschläger, J., Eds. Blackwell Publishing Ltd; Oxford; pp 411-424.
- Martinsdóttir, E., Schelvis, R., Hyldig, G., Sveinsdóttir, K. (2009b). Sensory evaluation of seafood: methods. In: Fishery products: quality, safety and authenticity. Rehbein, H.; Oehlenschläger, J., Eds., Blackwell Publishing Ltd; Oxford; pp 425-443.
- Martinsdóttir, E., Schelvis, R., Hyldig, G., Sveinsdóttir, K. (2009). Sensory evaluation of seafood: general principles and guidelines. In: Fishery products: quality, safety and authenticity. Rehbein, H., Oehlenschläger, J., Eds., Blackwell Publishing Ltd; Oxford; pp 411-424.
- McCallum, W.A., Dyer, W.J., Curi, S., Simoncic, J. J., Kovacevic, M., Horne, D.C., McNeill, R.J., Krvaric, M. and Lisac, H. (1956). “Quality of Sardines (*Clupea Pilchardus*) While

- Held Unfrozen prior to Canning. *Food Technol.*, 10: 432-438.”
- Meilgaard, M., Civille, G. V., Carr, B. T. (1999). *Sensory evaluation techniques*. 3 ed. New York: CRC, 281 p.
- Mendes (1991). *Proteínas de Pescado – Composição, alterações e aspectos funcionais*. Trabalho de Síntese apresentado para provas de acesso à categoria de Assistente de Investigação. DTPA – INIP, pp 121.
- Metin, S., Erkan, N., Varlik, C., & Aran, N. (2001). Extension of shelf-life of chub mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn 1780) treated with lactic acid. *European Food Research and Technology*, 213(3), 174–177. <http://doi.org/10.1007/s002170100362>
- Morga, A. A. (1975). *Avaliação do índice de frescor da pescada foguete (Macrodon ancylodon), conservado em gelo*. Campinas, p. 80. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola. Universidade Estadual de Campinas.
- Mouchrek-filho, V.E., Nascimento, A.R., Mouchrek-Filho, J.E., Santos, A.A.dos., Marinho, S, C., Martins, A, G, L, de A., Garcia Júnior, A.V., Chaar, J, S. (2003). *Avaliação da qualidade microbiológica e bromatológica do Pirarucu (Arapaima gigas) salgado-seco, comercializado nas Feiras-Livres da Cidade de Manaus-AM*. *Higiene Alimentar*, v.17, p.66-72.
- Neiva, C. R. P. (2003). *Obtenção e caracterização de minced fish de sardinha e sua estabilidade durante a estocagem sob congelamento*. São Paulo, 78p. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo.
- Nielsen, J. (1997). *Sensory analysis of fish*. In: the final Meeting of the Concerted Action - Evaluation of Fish freshness, Nantes. [Anais...] Nantes. P.279 -286.
- Nielsen, D. (2005). *Quality Index Method provides objective seafood assessment*. *Glob Aquacutl Advoc*, 36-38.
- NP 904. (1972). *Gorduras e óleos comestíveis. Determinação do índice de peróxidos*. Instituto Português de Qualidade, Lisboa.
- NP 2032. (1988). *Pescado. Determinação do teor de cinza*. Instituto Português de Qualidade, Lisboa.
- NP 2929. (1988). *Pescado. Determinação do teor de cloretos*. Instituto Português de Qualidade, Lisboa.
- NP 2930. (1988). *Pescado. Determinação do teor de azoto básico volátil total (ABVT). Método de Conway*. Instituto Português de Qualidade, Lisboa.
- NP 2930. (1988). *Pescado. Determinação do teor de azoto básico volátil total (ABVT). Método de Conway*. Instituto Português de Qualidade, Lisboa.
- NP 3356. (1990). *Pescado. Determinação do índice de ácido tiobarbitúrico (TBA). Método espectrofotométrico*. Instituto Português de Qualidade, Lisboa.

- NP, 2282. (1991). Pescado. Determinação da humidade. Processo de referência. Instituto Português de Qualidade, Lisboa.
- NP, 1974. (1992). Pescado. Determinação de matéria gorda total. Instituto Português de Qualidade, Lisboa.
- Nunes ML, Batista I, Morão de Campos R. (1992). “Physical, Chemical and Sensory Analysis of Sardine (Sardine *Pilchardus*) Stored in Ice. *J Sci Food Agric* 59:37 – 43.”
- Nunes, M.L., Batista, I., Cardoso, C. (2007). Aplicação do índice de qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado. Publicações Avulsas do IPIMAR, 15, Lisboa; 51 p., Nr. 15.
- Oehlenschläger, J., Rehbein, H. (2009). Basic facts and figures. In : Fishery products: quality, safety and authenticity. Rehbein, H., Oehlenschläger, J., Eds., Blackwell Publishing Ltd. Oxford; pp 1-18.
- Oetterer, M. (1998). Técnicas de beneficiamento e conservação do pescado de água doce. *Panorama da Aquicultura*, v. 8, n. 46, p. 14-20.
- Oetterer, M. (2002). Industrialização do pescado cultivado. Guaíba: Editora Agropecuária. 200 P.
- Ogawa, N. B. P., Maia, E. L. (1999). Manual de Pesca: ciência e tecnologia do pescado. São Paulo: Livraria Varela, v.1, 430 p.
- Ogawa, O., & Diniz, F. M. (1999). Conservação de produtos pesqueiros. In: Manual de pesca, ciência e tecnologia do pescado. Ed. M.I Ogawa & E,L, Maia. p. 159-171.
- Ólafsdóttir G., Martinsdóttir E., Oehlenschläger J., Dalgaard P., Jensen B., U. I. (1997). Methods to evaluate fish freshness in research and industry. *Trends F Sci Technol*, p. 258-265.
- Ólafsdóttir, G., Nesvadba, P., Di Natale, C., Careche, M., Oehlenschläger, J., Tryggvadóttir, S.V., Schubring, R., Kroeger, M., Heia, K., Esaiassen, M., Macagnano, A., Jørgensen, B. M. (2005). Multisensor for fish quality determination. *Trends in Food Science and Technology*, v.15, p. 8693.
- Orban, E., Di Lena, G., Navigato, T., Masci, M., Casini, I., & Caproni, R. (2011). Proximate, unsaponifiable lipid and fatty acid composition of bogue (*Boops boops*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the Italian trawl fishery. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(8), 1110–1116. <http://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.03.009>.
- Ozogul, Y. (1999). The possibility of using crustacean waste products (CWP) on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) feeding. *Turkish Journal of Biology* 24, 845-854.
- Patrícia, C. (2013). Processo Produtivo de Preparados de Peixe. Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar. Instituto Politécnico de Leiria.

- Pereira, W.D., Athayde, A. H., Pinto, K. P. (2001). Avaliação da qualidade de peixes comercializados na cidade de Maceió-AL. *Higiene Alimentar*, São Paulo v.15,n.84,p.6774.
- Pereira, A. A. F., Filho, A. (2005). Avaliação de condições de consumo da sardinha (*Sardinella brasiliensis*) *Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas* v.25, n.4, Oct./Dec.
- Periago, M. J., Ayala, M. D., Lopez-Albors, O., Abdel, I., Martínez, C., García-Alcazar, A., Rosa, G., Gil, F. (2005). Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture* 249, 175 – 188.
- Perrotta, R. G., Carvalho, N., & Isidro, E. (2005). Comparative study on growth of chub mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) from three different regions: NW Mediterranean, NE and SW Atlantic. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Argentina. *Revista de Investigaciones En Desarrollo Pesquero*, 17, 67–79.
- Poli, B. M., Parisi, G., Scappini, F., Zampacavallo, G. (2005). Fish welfare and quality as affected by pre- slaughter and slaughter management. *Aquaculture International*, 13: 29-49.
- Pons, S. (2005). Estudio de alternativas para la evaluación de la frescura y la calidad del boquerón (“*Engraulis encrasicolus*”) y sus derivados [tesis]. Universidad de Barcelona: España. *Doctor*.
- QIM. (2009). Eurofish. [http://WWW. Qim-eurofish.com/](http://WWW.Qim-eurofish.com/)accessed 25/11.
- QIM-Eurofish. (2012). QIM Introduction. Disponível em www.qim-eurofish.com. Consultado a 25 de Março.
- Ribeiro, S. C. A., Ribeiro, C. D. F. A., Park, K. J., & Araujo, E. A. F. (2007). Alteração Da Cor Da Carne De Mapará (*Hypophthalmus edentatus*) Desidratada Osmoticamente E Seca. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais. Campina Grande.*, 9(2), 125–135.
- Riedel, G. (2005). Controle Sanitário dos Alimentos. São Paulo: Atheneu. 454p
- Robb, D. (2002). The Killing of Quality: The Impact of Slaughter Procedures on Fish Flesh. In: *Seafood Quality, Technology and Nutraceutical Applications*, Alasalvar, C. and T. Taylor (Eds.). Springer, New York, USA., pp: 7-15.
- Rocha, A. (2013). Avaliação da Qualidade do Polvo Congelado. Mestrado em Engenharia Alimentar. Dissertação apresenta na Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Beja.
- Roth, B., Imsland, A., Gunnarsson, S., Foss, A. and Schelvis-Smit, R. (2007). Slaughter quality and rigor contraction in farmed turbot (*Scophthalmus maximus*); a Comparison between different stunning methods. *Aquaculture*, 272: 754-761.
- Ruiz-Capillas, C., & Moral, A. (2001). Correlation between biochemical and sensory quality indices in hake stored in ice. *Food Research International*, v.34, n.5, p.441-447.

- SÁ, E. (2004). Conservação do Pescado. *Aqüicultura & Pesca* ed.01, Jun. Disponível em: <<http://páginas.terra.com.br/educação/seafoodgroup/home.htm>>. Acesso em: 28 set.
- Salavessa, M.S. J. (2009). “Caracterização E Melhoramento Da Tecnologia de Fabrico Dos Maranhos. Dissertação de Doutorado Apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária DA Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.
- Sanches-Cascado, S. P. (2005). Estudio de alternativas para la evaluación de la frescura y la calidad del boquerón (*Engraulis encrasicolus*) y sus derivados. 287f. Tese (Doctorado Nutrición, Tecnología e Higiene de los Alimentos) – Facultad de Farmácia, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- 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), 2253–2259. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.004>.
- Santos, C, A, M, L. (2006). “A Qualidade Do Pescado E a Segurança Dos Alimentos. II Simcope - Simpósio de Controle Do Pescado. São Vicente. Anais... São Vicente. Disponível Em: [Ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/qualidade_pescado](ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/qualidade_pescado). Pdf. Acesso Em: Nov. 2011.”
- Santos, J. M. S. (2008). “Filetes de Pregado (*Psetta Maxima*) Embalados Em Atmosfera Modificada: Avaliação Da Qualidade Física, Química E Microbiológica. Dissertação Apresentada à Faculdade de Farmácia Da Universidade Do Porto Para Obtenção Do Grau de Mestre Em Controlo de Qualidade na área Científica Água e Alimentos .p. 170.”
- Sato, K., Ohashi, C., Ohtuki, K., & Kawabata, M. (1991). Type V collagen in trout (*Salmo gairdneri*) muscle and its solubility change during chilled storage of muscle. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 39, 1222 – 1225.
- Sartori, A. G. D. O., & Amancio, R. D. (2012). Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. *Segurança Alimentar E Nutricional*, 19(2), 83–93.
- 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 *Xyphopenaeus kroyeri*. *Brazilian Journal of Food Technology*, VII, 139 –144.
- Scherer, R., Augusti, P. R., Lazzeri, R., Lima, R. L., Neto, J. R. (2004). Efeito do gelo clorado sobre parâmetros químicos e microbiológicos da carne de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) *Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas* v.24, n.4, Oct./Dec.
- Schormuller, J. (1969). *Handbuch der lebensmittelchemie (Band IV)*. Springer Verlag. Heidelberg, Berlin., (Band IV). Schubring, R. (2011). *Quality Assessment of Fish and Fishery Products by Color Measurement. Sensory Analysis of Foods of Animal Origin*. Edited by Toldrá, F., CRC Press, pp. 199 – 228.

- Schubring, R. (2011). Quality Assessment of Fish and Fishery Products by Color Measurement. Sensory Analysis of Foods of Animal Origin. Edited by Toldrá, F., CRC Press, pp. 199 – 228.
- Sebranek, J. (2011). Midiendo la capacidad de retención de agua de los productos cárnicos desponivel em <http://www.carnetc.com/Industry/TechnicalArticles/Details/19413?Allowguest>. Acesso em: 2 de Setembro de 2012.
- Sikorski, Z., Kolakowska, A., Burt, J. (1990). Seafood: resources, nutritional composition and preservation. CRC Press. Florida.
- Sikorski, Z. (2001). Functional properties of proteins in food systems. In: Chemical & Functional properties of food proteins, Sikorski, Z. (Ed), Technomic Publishing Co, Inc., Landcaster, USA, 113-132.
- Sikorski, Z. E., & Kolowaska A. K. (2003). The role of lipids in food quality. pp:1-8 In: Sikorski, Z. E., A. Kolakowska (Ed.). Chemical and Functional Properties of Food Lipids. Chemical and Functional Properties of Food Components Series. CRC Press. U.S.A. 388pp.
- Sikorski, E. Z., & Kolakowski, E. (2010). Seafood Quality Issues. Environmental Effects on Seafood Availability, Safety, and Quality, Edited by E.Grayna Daczowska- Kozon and Bonnie Sun Pan, CRC Press, 19 – 37.
- Silva, F. A. M., Borges, M. F. M., Ferreira, M. A. (1999). Métodos param avaliação do grau oxidação lipídico e da capacidade antioxidante. *Química nova*, v. 22, n. 1, p. 94-103.
- Simeonidou, S., Govaris, A., & Varelziz, K. (1997). Quality assessment of seven Mediterranean fish species during storage on ice. *Food Research International*, 30(7), 479–484. [http://doi.org/10.1016/S0963-9969\(98\)00008-8](http://doi.org/10.1016/S0963-9969(98)00008-8).
- Simões, J. M. S. (2005). Programa de Boas Práticas de Fabricação na Indústria de Laticínios Mineira. 105 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção). Pró- Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal de Ouro Preto.
- Skjervold P, O., Rora a, M. B., Fjæra S, O., Vegusdal A, Vorre A, E. O. (2001). Effects of pre-, in-, or post-rigor filleting of live chilled Atlantic salmon. *Aquaculture* 194:315 – 26.
- Smith-Vaniz, W. (1986). Fishbase. World Wide Web electronic publication. [Www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (07/2007).
- Siqueira, A. A. Z. C. (2001). Efeitos de irradiação e refrigeração na qualidade e no valor nutritivo da tilápia (*Oreochromis niloticus*). Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz” - USP.Piracicaba-SP.
- Surti, T., Taylor, K, D. A., Maruf, W. F. (2001). The effect of storage at tropical ambient temperature on quality and shelf life of grouper (*Plectropomus maculates*). *International Journal of food Science and Technology*, v. 36, p. 517-522.

- Stamatis, Nikolaos, and John Arkoudelos. (2007). "Quality Assessment of *Scomber Colias Japonicus* under Modified Atmosphere and Vacuum Packaging." *Food Control* 18(4): 292–300. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713505002483>.
- Taha, P. (1988). *Microbiologia e deterioração do pescado exercido pela WEG – Penha Vaz-Pires*, P. (2006). *Tecnologia do Pescado*. Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar. Porto.
- Teixeira Neto, R. O., Denizo, N., Quast, D. G. (1976). Atividade de água em alguns alimentos de teor intermediário de umidade II. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, v. 7, p. 191-207.
- Tejada, M. (2009). ATP-derived products and K-value determination. In: *Fishery products: quality, safety and authenticity* (Eds. Rehbein, H. e Oehlenschläger, J.), Blackwell Publishing Ltd, Oxford,. pp 68-88.
- Tidwell, J.H., Allan, G. L. (2001). Ecological and economic importance of fish farming and capture fisheries. *Embo Report*. 2: 958-963.
- Tinbo, M. G., Kolset, S. O., Ofstad, R., Enersen, G., and Hannesson, K. O. (2005). Sulfated glycosaminoglycans in the extracellular matrix of muscle tissue in Atlantic cod (*Gadus morhua*) and Spotted wolffish (*Anarhichas minor*). *Biochem. Physiol. B* 140, 349- 357.
- Tolentino, S. (2012). "Estudo Da Segurança Alimentar e da Qualidade Sensorial de Pernas curadas de Ovinos e Caprinos. Dissertação Apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança Para obtenção do grau de Mestre em Qualidade e Segurança Alimentar. Bragança." *Uma ética para quantos?* XXXIII(2): 81–87. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15003161><http://cid.oxfordjournals.org/lookup/doi/10.1093/cid/cir991><http://www.scielo.cl/pdf/udecada/v15n26/art06.pdf><http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84861150233&partnerID=tZOtx3y1>.
- Tomé, E., Iglesias, M., Kodaira, M., Valls, J. (2001). Efecto del tiempo de retardo en la refrigeración la frescura de la talipia (*Oreochromis spp*) cultivada. *Anales de la Nutrición*. Caracas, v. 14, n. 1.
- Torres, J. A., Saraiva, J. A., Guerra-Rodrigues, E. (2014). Effect of combining high pressure processing and frozen storage on the functional and sensory properties of horse mackerel (*Trachurus trachurus*). *Innovative Food Science and Emerging technology*, 21: 2-11., 21.
- Triqui, R., Bouchriti, N. (2003). Freshness assessment of Moroccan sardine (*Sardine pilchardus*): Comparison of Overall sensorial changes to instrumentally determined volatiles. *Journal of Agricultura and food Chemistry*, v. 51, p. 7540., 7540.
- Troller, J.A., Bernard, D.T., Scott, N.C. (1984). "Measurement of Water Activity. In *Speck*, L.M. et Al. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. American Public Health Association, New, P. 124-134.
- Trondsen T., Scholderer J., Lund E., E. A. (2003). Perceived barriers to consumption of fish among Norwegian women. *Appetite*., 41 (3):301-14, 41.

- Tzikas, Z., Ambrosiadis, I., Soultos, N., & Georgakis, S. (2007). Quality assessment of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) and blue jack mackerel (*Trachurus picturatus*) during storage in ice. *Food Control*, 18(10), 1172–1179. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.07.014>
- Udo, P. J., & Arazu, V. N. (2011). The Biochemical Composition of Three Exotic Fish Delicacies : *Scomber scombrus* , (Linnaeus , 1758), *Trachurus trachurus* (Linnaeus , 1758) and *Sardina pilchard* (Walbaum , 1792) Frozen and Imported into Nigeria, 10(12), 1158–1162.
- UFMS. (2002). “Universidade Federal de Santa Maria. Atividade de Água . Disponível Em <Http://www.ufsm.br/lamac/Aw.html>. Acesso Em 20 Novembro. Brasil.”
- UNESCO. (1986). *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Editors Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.-L., Hureau, J.-C., Nielsen, J., Tortonese, E. Vol. II., II.
- Van Der Kraak., Ken D. Oakes, G. J. (2003). Utility of the TBARS assay in detecting oxidative stress in white sucker (*Catostomus commersoni*) populations exposed to pulp mill effluent., v. 51, p. 7540-7546., 7546.
- Vasconcelos, J., Afonso-Dias. M., & Faria, G. (2012). Atlantic chub mackerel (*Scomber colias*) spawning season , size and age at first maturity in Madeira waters. *Arquipelago - Life and Marine Sciences*, 29(Collette 1999), 43–51.
- Vaz-Pires, P. (2006). *Tecnologia do Pescado*. Instituto de Ciências Abel Salazar, Universidade do Porto. Porto. 211 pp.
- Vaz-Velho, F. F. C. (1989). Estudos de alguns métodos de determinação da idade e crescimento de *Trachurus trecae* Cadenat, 1949 na plataforma de Angola. Tese de Licenciatura em Biologia. Faculdade de Ciências-Universidade Agostinho Neto. Luanda.
- Veciana-Nogués, M. C. (1997). Biogenic amines as hygienic quality indicators of tuna. Relationship with microbial counts, ATP- related compounds volatile amines and organoleptic changes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.45, p.2036-2041
- Velloso, E. A. (2004). Avaliação Sensorial e Físico- Química de filés de Tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*) refrigerados e submetidos à radiação gama. Monografia do curso de especialização em irradiação de alimentos. Universidade Federal Fluminense. Niterói.
- Zhang, B., & Deng.S. (2012). Quality Assessment of *Scomber Japonicus* during Different Temperature Storage : Biochemical , Textural and Volatile Flavor Properties, 12, 301–307.
- Zayas, J.F. (1997). “Functionality of Proteins in Food. Berlin: Springer, Pp. 6–22

APÊNDICES

Tabela A1 – Resultados do teste t-Student utilizado para comparar a composição nutricional da cavala (*Scomber spp*) processada em novembro de 2014 e janeiro de 2015, em Faro.

Teste de amostras independentes										
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		Teste-t para Igualdade de Médias						
		F	Sig.	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
									Inferior	Superior
Cinzas	Variâncias iguais assumidas	3,666	,092	-1,798	8	,110	-,05600	,03114	-,12782	,01582
	Variâncias iguais não assumidas			-1,798	4,656	,136	-,05600	,03114	-,13787	,02587
Humidade	Variâncias iguais assumidas	,052	,827	-12,387	6	,000	- 4,10867	,33170	- 4,92030	- 3,29704
	Variâncias iguais não assumidas			-12,258	4,203	,000	- 4,10867	,33517	- 5,02181	- 3,19552
Cloretos	Variâncias iguais assumidas	4,515	,078	-19,372	6	,000	-,51400	,02653	-,57892	-,44908
	Variâncias iguais não assumidas			-23,236	5,902	,000	-,51400	,02212	-,56835	-,45965
Gordura	Variâncias iguais assumidas	,633	,449	12,816	8	,000	6,70000	,52276	5,49450	7,90550
	Variâncias iguais não assumidas			12,816	6,251	,000	6,70000	,52276	5,43319	7,96681

Tabela A2 – Resultados do Teste t- student utilizado para comparar a composição nutricional da cavala (*scomber spp*) processada em faro e Luanda, em dezembro de 2014 e em janeiro de 2015°

Teste de amostras independentes										
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		Teste-t para Igualdade de Médias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
									Inferior	Superior
Humidade	Variâncias iguais assumidas	1,267	,297	6,883	7	,000	8,65000	1,25671	5,67835	11,62165
	Variâncias iguais não assumidas			9,703	5,900	,000	8,65000	,89145	6,45975	10,84025
Cinzas	Variâncias iguais assumidas	,193	,672	5,728	8	,000	,21400	,03736	,12784	,30016
	Variâncias iguais não assumidas			5,728	7,404	,001	,21400	,03736	,12662	,30138
Cloretos	Variâncias iguais assumidas	,040	,849	38,744	6	,000	,59800	,01543	,56023	,63577
	Variâncias iguais não assumidas			39,662	4,657	,000	,59800	,01508	,55837	,63763
Gordura	Variâncias iguais assumidas	,610	,457	-23,114	8	,000	-10,25600	,44371	-11,27920	-9,23280
	Variâncias iguais não assumidas			-23,114	7,144	,000	-10,25600	,44371	-11,30094	-9,21106

Tabela A3 - Resultados do teste t- student utilizado para comparar a composição nutricional da cavala (*Scomber spp*) processadas em Faro e Luanda, em janeiro de 2014 e em abril de 2015 respetivamente.

Teste de amostras independentes										
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		Teste-t para Igualdade de Médias						
		F	Sig.	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
									Inferior	Superior
Cinzas	Variâncias iguais assumidas	5,365	,049	6,595	8	,000	,15800	,02396	,10275	,21325
	Variâncias iguais não assumidas			6,595	5,159	,001	,15800	,02396	,09698	,21902
Humida de	Variâncias iguais assumidas	1,831	,213	14,135	8	,000	5,35000	,37849	4,47719	6,22281
	Variâncias iguais não assumidas			14,135	6,713	,000	5,35000	,37849	4,44718	6,25282
Cloretos	Variâncias iguais assumidas	4,850	,059	3,960	8	,004	,08400	,02121	,03508	,13292
	Variâncias iguais não assumidas			3,960	5,975	,008	,08400	,02121	,03204	,13596
Gordura	Variâncias iguais assumidas	,059	,814	-6,086	8	,000	-3,55600	,58432	-4,90344	-2,20856
	Variâncias iguais não assumidas			-6,086	7,619	,000	-3,55600	,58432	-4,91528	-2,19672
Proteínas	Variâncias iguais assumidas	,245	,636	6,752	7	,000	3,28000	,48576	2,13135	4,42865
	Variâncias iguais não assumidas			6,773	6,641	,000	3,28000	,48428	2,12218	4,43782

Tabela A4 - Resultados do teste t- student utilizado para comparar a composição nutricional do carapau (*Trachrus spp*) processado em dezembro de 2015 e fevereiro de 2015, em Faro.

Teste de amostras independentes										
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		Teste-t para Igualdade de Médias						
		F	Sig.	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
									Inferior	Superior
Humida de	Variâncias iguais assumidas	10,368	,015	3,857	7	,006	5,49000	1,42329	2,12446	8,85554
	Variâncias iguais não assumidas			3,412	3,129	,039	5,49000	1,60925	,48615	10,49385
Cinzas	Variâncias iguais assumidas	2,720	,143	,393	7	,706	,05250	,13370	-,26366	,36866
	Variâncias iguais não assumidas			,356	3,680	,741	,05250	,14733	-,37098	,47598
Cloretos	Variâncias iguais assumidas	7,956	,030	-3,035	6	,023	-,06600	,02175	-,11921	-,01279
	Variâncias iguais não assumidas			-4,047	4,000	,016	-,06600	,01631	-,11128	-,02072
Proteínas	Variâncias iguais assumidas	2,004	,230	-8,313	4	,001	-5,78333	,69573	-7,71500	-3,85167
	Variâncias iguais não assumidas			-8,313	3,223	,003	-5,78333	,69573	-7,91320	-3,65347
Gordura	Variâncias iguais assumidas	3,774	,093	-4,053	7	,005	-5,61350	1,38498	-8,88847	-2,33853
	Variâncias iguais não assumidas			-3,663	3,583	,026	-5,61350	1,53247	-	-1,15622
									10,07078	

Tabela A5 – Resultados do teste t- student para comparar a composição nutricional do carapau (*Trachurus spp*) processado em dezembro de 2015 e maio de 2015, em Faro e Luanda respetivamente.

Teste de amostras independentes										
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		Teste-t para Igualdade de Médias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
								Inferior		Superior
Cinzas	Variâncias iguais assumidas	3,699	,096	-,581	7	,579	-,07550	,12992	-,38271	,23171
	Variâncias iguais não assumidas			-,522	3,440	,634	-,07550	,14467	-,50431	,35331
Humidade	Variâncias iguais assumidas	1,177	,314	,874	7	,411	1,51200	1,72915	-2,57679	5,60079
	Variâncias iguais não assumidas			,827	4,840	,447	1,51200	1,82746	-3,23267	6,25667
Cloretos	Variâncias iguais assumidas	3,612	,106	,287	6	,784	,01600	,05571	-,12033	,15233
	Variâncias iguais não assumidas			,383	4,000	,721	,01600	,04179	-,10001	,13201
Gordura	Variâncias iguais assumidas	,087	,777	-1,457	7	,189	-2,57750	1,76921	-6,76102	1,60602
	Variâncias iguais não assumidas			-1,421	5,827	,207	-2,57750	1,81413	-7,04875	1,89375
Proteínas	Variâncias iguais assumidas	,296	,606	-1,217	6	,269	-1,18750	,97609	-3,57591	1,20091
	Variâncias iguais não assumidas			-1,217	5,534	,273	-1,18750	,97609	-3,62555	1,25055

Tabela A6 – Resultados do teste t- student para comparar a composição nutricional do carapau (*Trachurus spp*) processado em fevereiro de 2015 e maio de 2015, em Faro e Luanda respetivamente.

Teste de amostras independentes										
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		Teste-t para Igualdade de Médias						
		F	Sig.	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
									Inferior	Superior
Cinzas	Variâncias iguais assumidas	,295	,602	-2,126	8	,066	-,12800	,06020	-,26682	,01082
	Variâncias iguais não assumidas			-2,126	7,649	,068	-,12800	,06020	-,26794	,01194
Humidade	Variâncias iguais assumidas	16,422	,004	-4,293	8	,003	-3,97800	,92672	-6,11501	-1,84099
	Variâncias iguais não assumidas			-4,293	4,539	,010	-3,97800	,92672	-6,43487	-1,52113
Cloretos	Variâncias iguais assumidas	1,858	,210	1,828	8	,105	,08200	,04486	-,02144	,18544
	Variâncias iguais não assumidas			1,828	5,191	,125	,08200	,04486	-,03204	,19604
Gordura	Variâncias iguais assumidas	3,996	,086	2,175	7	,066	2,82500	1,29894	-,24651	5,89651
	Variâncias iguais não assumidas			2,370	5,687	,058	2,82500	1,19193	-,13097	5,78097
Proteínas	Variâncias iguais assumidas	,291	,613	3,858	5	,012	4,07000	1,05503	1,35795	6,78205
	Variâncias iguais não assumidas			4,121	4,981	,009	4,07000	,98767	1,52824	6,61176

Tabela A7, ANOVA – Resultados de IQ dos efeitos entre o local de captura e o tempo de armazenagem da cavala (*Scomber spp*) comercializada em Faro e Luanda.

Testes de efeitos entre sujeitos					
Variável dependente: IQ					
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Modelo corrigido	5947,150 ^a	7	849,593	387,610	,000
Intercepto	10605,012	1	10605,012	4838,330	,000
Tempo	5034,421	4	1258,605	574,214	,000
Local	353,394	1	353,394	161,229	,000
Tempo * Local	231,657	2	115,829	52,845	,000
Erro	197,269	90	2,192		
Total	16533,000	98			
Total corrigido	6144,418	97			
a. R Quadrado =,968 (R Quadrado Ajustado =,965)					

Tabela A8, ANOVA – Resultados de pH dos efeitos entre o local de captura e o tempo de armazenagem da cavala (*Scomber spp*) comercializada em Faro e Luanda

Testes de efeitos entre sujeitos					
Variável dependente: pH					
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Modelo corrigido	2,910 ^a	7	,416	20,135	,000
Intercepto	1853,117	1	1853,117	89747,435	,000
Tempo	2,265	4	,566	27,426	,000
Local	,738	1	,738	35,728	,000
Tempo * Local	,131	2	,065	3,167	,051
Erro	,970	47	,021		
Total	2183,178	55			
Total corrigido	3,881	54			
a. R Quadrado =,750 (R Quadrado Ajustado =,713)					

Tabela A9, ANOVA – Resultados de ABVT dos efeitos entre o local de captura e o tempo de armazenagem da cavala (*Scomber spp*) comercializada em Faro e Luanda

Testes de efeitos entre sujeitos					
Variável dependente: ABVT					
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Modelo corrigido	17834,710 ^a	7	2547,816	139,892	,000
Intercepto	42952,022	1	42952,022	2358,351	,000
Tempo	16155,291	4	4038,823	221,758	,000
Local	90,222	1	90,222	4,954	,031
Tempo * Local	40,217	2	20,109	1,104	,341
Erro	764,935	42	18,213		
Total	67261,038	50			
Total corrigido	18599,645	49			
a. R Quadrado =,959 (R Quadrado Ajustado =,952)					

Tabela A10, ANOVA – Resultados de IP dos efeitos entre o local de captura e o tempo de armazenagem da cavala (*Scomber spp*) comercializada em Faro e Luanda

Testes de efeitos entre sujeitos					
Variável dependente: IP					
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Modelo corrigido	3691,142 ^a	7	527,306	368,001	,000
Intercepto	5985,262	1	5985,262	4177,047	,000
Tempo	2078,951	4	519,738	362,719	,000
Local	1120,810	1	1120,810	782,201	,000
Tempo * Local	271,767	2	135,884	94,832	,000
Erro	32,957	23	1,433		
Total	9381,952	31			
Total corrigido	3724,099	30			
a. R Quadrado =,991 (R Quadrado Ajustado =,988)					

Tabela A11, ANOVA – Resultados de TBARS dos efeitos entre o local de captura e o tempo de armazenagem da cavala (*Scomber* spp) comercializada em Faro e Luanda

Testes de efeitos entre sujeitos					
Variável dependente: TBARS					
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Modelo corrigido	,293 ^a	7	,042	18,168	,000
Intercepto	1,051	1	1,051	456,657	,000
Tempo	,259	4	,065	28,080	,000
Local	,017	1	,017	7,361	,012
Tempo * Local	,030	2	,015	6,593	,005
Erro	,053	23	,002		
Total	1,300	31			
Total corrigido	,346	30			
a. R Quadrado = ,847 (R Quadrado Ajustado = ,800)					

Tabela A12, ANOVA – Resultados de IQ dos efeitos entre o local de captura e o tempo de armazenagem da cavala (*Trachurus* spp) comercializada em Faro e Luanda

Testes de efeitos entre sujeitos					
Variável dependente: IQ					
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Modelo corrigido	3052,089 ^a	7	436,013	139,590	,000
Intercepto	8871,815	1	8871,815	2840,326	,000
Tempo	2747,907	3	915,969	293,249	,000
Local	127,516	1	127,516	40,824	,000
Tempo * Local	79,730	3	26,577	8,509	,000
Erro	274,870	88	3,124		
Total	11802,000	96			
Total corrigido	3326,958	95			
a. R Quadrado = ,917 (R Quadrado Ajustado = ,911)					

Tabela A13, ANOVA – Resultados de pH dos efeitos entre o local de captura e o tempo de armazenagem da cavala (*Trachurus spp*) comercializada em Faro e Luanda.

Testes de efeitos entre sujeitos					
Variável dependente: pH					
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	Gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Modelo corrigido	1,449 ^a	7	,207	3,843	,002
Intercepto	2006,543	1	2006,543	37264,202	,000
Tempo	1,090	3	,363	6,745	,001
Local	,048	1	,048	,895	,348
Tempo * Local	,242	3	,081	1,497	,224
Erro	3,338	62	,054		
Total	2878,519	70			
Total corrigido	4,787	69			

a. R Quadrado =,303 (R Quadrado Ajustado =,224)

Tabela A14, ANOVA – Resultados de ABVT dos efeitos entre o local de captura e o tempo de armazenagem da cavala (*Trachurus spp*) comercializada em Faro e Luanda

Testes de efeitos entre sujeitos					
Variável dependente: ABVT					
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Modelo corrigido	10741,332 ^a	7	1534,476	439,874	,000
Intercepto	32123,685	1	32123,685	9208,605	,000
Local	205,610	1	205,610	58,940	,000
Tempo	7151,127	3	2383,709	683,316	,000
Local * Tempo	48,499	3	16,166	4,634	,007
Erro	153,491	44	3,488		
Total	52321,785	52			
Total corrigido	10894,824	51			

a. R Quadrado =,986 (R Quadrado Ajustado =,984)

Tabela A15, ANOVA – Resultados de IP dos efeitos entre o local de captura e o tempo de armazenagem da cavala (*Trachurus spp*) comercializada em Faro e Luanda

Testes de efeitos entre sujeitos					
Variável dependente: IP					
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Modelo corrigido	1025,820 ^a	6	170,970	76,683	,000
Intercepto	2219,906	1	2219,906	995,663	,000
Tempo	954,629	3	318,210	142,722	,000
Local	7,777	1	7,777	3,488	,071
Tempo * Local	54,232	2	27,116	12,162	,000
Erro	71,346	32	2,230		
Total	3515,540	39			
Total corrigido	1097,167	38			
a. R Quadrado =,935 (R Quadrado Ajustado =,923)					

Tabela A16, ANOVA – Resultados de TBARS dos efeitos entre o local de captura e o tempo de armazenagem da cavala (*Trachurus spp*) comercializada em Faro e Luanda

Testes de efeitos entre sujeitos					
Variável dependente: TBARS					
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	Gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Modelo corrigido	,105 ^a	7	,015	23,964	,000
Intercepto	,366	1	,366	585,961	,000
Tempo	,083	3	,028	44,315	,000
Local	,003	1	,003	4,875	,035
Tempo * Local	,013	3	,004	6,998	,001
Erro	,019	30	,001		
Total	,490	38			
Total corrigido	,124	37			
a. R Quadrado =,848 (R Quadrado Ajustado =,813)					

Tabela A17 – Resultados da correlação de Pearson entre os resultados de IQ com os de pH, ABVT, IP e TBARS da cavala (*Scomber spp*) comercializada em Faro.

Correlações						
		IQ	pH	ABVT	IP	TBARS
IQ	Correlação de Pearson	1	,763	,907	,451	,890
	Sig. (bilateral)		,237	,093	,549	,110
	N	4	4	4	4	4
pH	Correlação de Pearson	,763	1	,963*	-,231	,726
	Sig. (bilateral)	,237		,037	,769	,274
	N	4	4	4	4	4
ABVT	Correlação de Pearson	,907	,963*	1	,034	,856
	Sig. (bilateral)	,093	,037		,966	,144
	N	4	4	4	4	4
IP	Correlação de Pearson	,451	-,231	,034	1	,310
	Sig. (bilateral)	,549	,769	,966		,690
	N	4	4	4	4	4
TBARS	Correlação de Pearson	,890	,726	,856	,310	1
	Sig. (bilateral)	,110	,274	,144	,690	
	N	4	4	4	4	4

*. A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral).

Tabela A18 – Resultados da correlação de Pearson entre os resultados de IQ com os de pH, ABVT, IP e TBARS da cavala (*Scomber spp*) comercializada em Luanda.

Correlações						
		IQ	pH	ABVT	TBARS	IP
QIM	Correlação de Pearson	1	,782	,917	,987*	,411
	Sig. (bilateral)		,218	,083	,013	,589
	N	4	4	4	4	4
pH	Correlação de Pearson	,782	1	,956*	,795	-,121
	Sig. (bilateral)	,218		,044	,205	,879
	N	4	4	4	4	4
ABVT	Correlação de Pearson	,917	,956*	1	,903	,165
	Sig. (bilateral)	,083	,044		,097	,835
	N	4	4	4	4	4
TBARS	Correlação de Pearson	,987*	,795	,903	1	,289
	Sig. (bilateral)	,013	,205	,097		,711
	N	4	4	4	4	4
IP	Correlação de Pearson	,411	-,121	,165	,289	1
	Sig. (bilateral)	,589	,879	,835	,711	
	N	4	4	4	4	4

*. A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral).

Tabela A19 – Resultados da correlação de Pearson entre os resultados de IQ com os de pH, ABVT, IP e TBARS, do carapau (*Trachurus spp*) comercializado em Faro

Faro. Correlações						
		QIM	pH	ABVT	TBARS	IP
QIM	Correlação de Pearson	1	,671	,913	,663	,856
	Sig. (bilateral)		,329	,087	,337	,144
	N	4	4	4	4	4
pH	Correlação de Pearson	,671	1	,746	-,077	,253
	Sig. (bilateral)	,329		,254	,923	,747
	N	4	4	4	4	4
ABVT	Correlação de Pearson	,913	,746	1	,572	,601
	Sig. (bilateral)	,087	,254		,428	,399
	N	4	4	4	4	4
TBARS	Correlação de Pearson	,663	-,077	,572	1	,803
	Sig. (bilateral)	,337	,923	,428		,197
	N	4	4	4	4	4
IP	Correlação de Pearson	,856	,253	,601	,803	1
	Sig. (bilateral)	,144	,747	,399	,197	
	N	4	4	4	4	4

Tabela A20 – Resultados da correlação de Pearson entre os resultados de IQ com os de pH, ABVT, IP e TBARS, da cavala (*Trachurus spp*) comercializada em Luanda.

Correlações						
		QIM	pH	ABVT	TBARS	IP
QIM	Correlação de Pearson	1	,751	,980*	,828	,895
	Sig. (bilateral)		,249	,020	,172	,105
	N	4	4	4	4	4
pH	Correlação de Pearson	,751	1	,841	,683	,544
	Sig. (bilateral)	,249		,159	,317	,456
	N	4	4	4	4	4
ABVT	Correlação de Pearson	,980*	,841	1	,760	,894
	Sig. (bilateral)	,020	,159		,240	,106
	N	4	4	4	4	4
TBARS	Correlação de Pearson	,828	,683	,760	1	,502
	Sig. (bilateral)	,172	,317	,240		,498
	N	4	4	4	4	4
IP	Correlação de Pearson	,895	,544	,894	,502	1
	Sig. (bilateral)	,105	,456	,106	,498	
	N	4	4	4	4	4

*. A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral).