



**UAAlg**

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

Avaliação sensorial da frescura de produtos da  
pesca através do método QIM (Quality Index  
Method): revisão dos métodos desenvolvidos  
nos últimos 20 anos

João Paulo Nunes Batista

Trabalho Final de Mestrado em Tecnologia de Alimentos

Faro, 2012



**UAAlg**

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

Avaliação sensorial da frescura de produtos da  
pesca através do método QIM (*Quality Index  
Method*): revisão dos métodos desenvolvidos  
nos últimos 20 anos

João Paulo Nunes Batista

Trabalho Final de Mestrado em Tecnologia de Alimentos  
Departamento de Engenharia Alimentar, Instituto Superior de Engenharia

Trabalho orientado por

Professor Doutor Eduardo Esteves  
Professor Doutor Jaime Aníbal

Faro, 2012

**Avaliação sensorial da frescura de produtos da pesca através do método QIM (Quality Index Method): revisão dos métodos desenvolvidos nos últimos 20 anos**

**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.

---

(João Paulo Nunes Batista)

©2012 João Paulo Nunes Batista

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.

## Agradecimentos

A realização desta dissertação só foi possível devido ao apoio e disponibilidade por parte de várias pessoas.

Nesta página, gostaria de expressar os meus agradecimentos, a todos, os que de alguma maneira contribuíram para que este objetivo fosse atingido.

Ao professor Doutor Eduardo Esteves, pela disponibilidade, simpatia e compreensão demonstrados durante este complicado período, manifestando todo o interesse em me transmitir os seus conhecimentos de forma alegre e bem-disposta.

Pela orientação prestada durante o período de desenvolvimento da dissertação, agradeço ao Professor Doutor Jaime Aníbal, pela sua colaboração inexcelente e por me transmitir os seus conhecimentos, sempre de forma simpática e positiva na realização da mesma.

Aos funcionários da Biblioteca do Campus da Penha da Universidade do Algarve, pela sua simpatia e compreensão durante os largos meses de escrita.

Pela companhia, entajuda, companheirismo, entre muitas outras, gostaria de agradecer às minhas colegas e queridas amigas Miriam Alves-Julião, Tânia Barros, Vanessa Sousa, Catarina Francisco e Ana Rita Sousa, obrigado por tudo o que fizeram por mim, não só no período de elaboração desta dissertação, mas também por tudo o que vivemos juntos, por me ampararem nos meus momentos maus e por todos os momentos bons e inesquecíveis que vivemos e ainda pelas nossas aventuras, que um dia contaremos aos nossos filhos, nunca vos esquecerei...

Um muito obrigado á minha família, em geral e mais propriamente ao meu pai Reinaldo Batista por ter mostrado a sua preocupação pelo meu futuro ao questionar-me se não desejaria continuar os meus estudos, ao ingressar neste mestrado e ainda financiando o mesmo, à minha mãe Ludovina Batista, não só pela sua preocupação, carinho e devoção para comigo, durante todo o tempo em que levaram os meus estudos, mas também pelas suas palavras de apoio nos meus momentos mais baixos, pelo seu sorriso nos maus momentos e pela sua compreensão quando sabia que eu tinha errado.

Um agradecimento muito especial á minha irmã, Patrícia Batista por me ter “aturado”, ouvido as minhas preocupações e medos, sempre com uma palavra de apoio pronta e pela sua nossa inquestionável amizade que sei nunca cessará, ao meu sobrinho, Rafael Seromenho pelo seu carinho e compreensão quando não pude acompanhá-lo nas suas travessuras e brincadeiras, mas que sabe tem aqui alguém que estará sempre disposto a ajuda-lo e acompanha-lo ao longo da sua vida, ao meu cunhado, Paulo Seromenho pela sua alegria e camaradagem que sempre demonstrou, ao longo destes anos.

Um agradecimento especial aos meus Tios, Vitorino e Adília, pelo seu apoio incondicional em tudo na minha vida.

A todos os meus amigos, cuja companhia muitas vezes privei devido á realização desta dissertação, queria mandar um grande abraço e agradecer as suas brincadeiras, as suas palavras amigas e por, às vezes, me “darem na cabeça” quando pouco trabalhava,

espero que saibam estarão sempre no meu coração e que amizades destas não se encontram todos os dias.

A uma pessoa especial que, apesar de não ter estado sempre presente, me marcou de uma forma que poucos o fizeram durante a elaboração desta dissertação.

A todas as pessoas, que ao longo do tempo em que levou a elaboração desta dissertação me ajudaram ou colaboraram, muito obrigado por tudo.

A todos, muito obrigado!

## Resumo

No Regulamento (CE) 2406/96, de 26 de Novembro, aplicável na União Europeia, encontram-se fixadas normas de comercialização para mais de 40 espécies de produtos da pesca e da aquicultura, incluem-se tabelas de avaliação do grau de frescura para alguns grupos de peixes (brancos, azuis e elasmobrânquios), cefalópodes e crustáceos. As “deficiências” dessas tabelas têm sido apontadas em vários países e por vários autores, o que impulsionou o desenvolvimento de esquemas alternativos de avaliação da qualidade do pescado. O método do índice de qualidade (QIM) é um método de avaliação da frescura/qualidade do pescado baseado nos parâmetros de qualidade sensorial considerados relevantes, cuja aplicação é específica.

Neste trabalho utilizou-se a meta-análise para estudar como varia o QIM relativamente à categoria de pescado (peixes gordos, peixes magros, crustáceos e cefalópodes) e modo de conservação (água, ar, atmosfera e gelo) num conjunto de 39 estudos primários compilados de 27 trabalhos (entre artigos científicos, dissertações e teses, relatórios). Paralelamente, testou-se a possibilidade de se utilizar o esquema QIM por categoria de pescado e/ou métodos de conservação, ao invés de ser aplicado individualmente para cada espécie de pescado, tal como acontece com o disposto no Regulamento (CE).

Tendo em conta a variabilidade observada entre os estudos primários analisados, não se reuniram evidências que suportem o agrupamento dos esquemas QIM por categoria do pescado e/ou método de conservação. Sendo assim, parece oportuno continuar a desenvolver, e utilizar, os esquemas QIM de modo específico.

*Palavras-chave:* QIM, Regulamento (CE), pescado, meta-análise, qualidade alimentar

## **Abstract**

Marketing standards for more than 40 species of fishery products and aquaculture include tables for evaluating the freshness of specimens belonging to some groups of fish (white, blue and elasmobranchs), cephalopods and crustaceans are set in the Regulation (EC) 2406/96 of 26 November, applicable in the European Union. The "deficiencies" in these tables have been identified in various countries and by various authors, which prompted the development of alternative schemes for assessing the quality of fish. The quality index method (QIM) is a method of assessing the freshness/quality of seafood based on sensory quality parameters considered relevant, the application of which is specific.

In this work we used meta-analysis to study the variation of the QIM schemes among categories of seafood (fatty fish, lean fish, crustaceans and cephalopods) and method of preservation (water, air, atmosphere and ice) in a set of 39 primary studies compiled from 27 studies (including scientific articles, theses and dissertations, reports). In parallel, we tested the possibility of using the QIM scheme by category of fish and/or preservation methods, rather than being applied individually for each species of fish, as is stipulated in the Regulation (EC).

Given the variability observed among the primary studies analyzed, we're not able to gather evidence that supports the grouping of QIM schemes by category of fish and / or preservation method. Therefore, it seems appropriate to continue to develop and use the QIM schemes for each species.

*Key words:* QIM, Regulation (EC), seafood, meta-analysis, food quality.

# Índice

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Produção e consumo de pescado em Portugal.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Produtos da pesca e aquicultura.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Composição nutricional do pescado .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4. Alterações <i>post-mortem</i> nos produtos da pesca .....</b>	<b>5</b>
<b>1.5. Frescura do pescado .....</b>	<b>7</b>
<b>1.6. Avaliação sensorial da qualidade do pescado.....</b>	<b>8</b>
<b>1.6.1. Escala <i>Torry</i> .....</b>	<b>8</b>
<b>1.6.2. Regulamento (CE) 2406/96.....</b>	<b>9</b>
<b>1.6.3 Métodos do Índice de Qualidade.....</b>	<b>14</b>
<b>1.7 Meta-análise.....</b>	<b>18</b>
<b>2. Objetivos .....</b>	<b>20</b>
<b>3. Metodologia.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1. Compilação da informação de base.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2. Meta-análise dos resultados .....</b>	<b>22</b>
<b>4. Resultados .....</b>	<b>26</b>
<b>5. Discussão .....</b>	<b>35</b>
<b>5.1. Efeito da categoria do pescado sobre o QIM .....</b>	<b>36</b>
<b>5.2. Efeito dos métodos de conservação sobre o QIM .....</b>	<b>38</b>
<b>5.3. Considerações sobre a utilização da meta-análise.....</b>	<b>40</b>
<b>5.4. Perspetivas futuras .....</b>	<b>40</b>
<b>6. Conclusão .....</b>	<b>42</b>
<b>7. Bibliografia .....</b>	<b>43</b>

# 1. Introdução

## 1.1. Produção e consumo de pescado em Portugal

Com um crescimento sustentado da produção de pescado e a melhoria dos canais de distribuição, o abastecimento mundial de pescado para fins alimentares tem crescido dramaticamente nas últimas cinco décadas, com uma taxa média de crescimento de 3,2% por ano no período de 1961-2009, superando o aumento de 1,7% por ano da população mundial (FAO, 2012). Os dados mais recentes (FAO, 2012) apontam para uma produção mundial de pescado da ordem de 148 milhões de toneladas das quais ca. de 40% dizem respeito à produção em aquicultura – i.e. o cultivo de animais (e.g. peixes, moluscos, crustáceos) e plantas aquáticas, que requer algum tipo de intervenção humana no processo de criação e cujo objetivo principal é a produção de proteína de origem animal para consumo humano (Diniz, 1998; Vaz-Pires *et al.*, 2006).

Portugal destaca-se, no quadro da União Europeia a 25 países, pela sua localização periférica e pela sua vasta Zona Económica Exclusiva (ZEE), que resulta de uma extensa linha de costa continental e da natureza arquipelágica das Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira. Num país como Portugal, com uma ZEE de 1656 mil km<sup>2</sup> e uma costa continental com cerca de 942 km, a pesca deveria constituir uma importante fonte de alimento e rendimento das populações costeiras.

Ainda que noutra escala, em Portugal a pesca (145 mil toneladas por ano) e a produção aquícola (ca. 8000 toneladas) têm elevada importância socioeconómica uma vez que envolvem quase 17000 pessoas distribuídas por 4900 embarcações e que representam um volume de negócios de mil milhões de euros (INE, 2009). O emprego direto no sector (pesca/captura, aquicultura e indústria transformadora dos produtos da pesca) representa 0,6% da população ativa de cerca de 5,5 milhões de pessoas.

Todavia, os desembarques têm vindo a diminuir, de 153 mil toneladas (em 1999) para 138 mil toneladas em 2007 (tendo-se apenas verificado um ligeiro aumento dos desembarques em 2003 e 2007 relativamente aos anos imediatamente anteriores (DGPA, 2007). A concomitante quebra de importância do sector na economia nacional deve-se, em grande parte, à tendência decrescente dos preços de venda registados desde

o ano de 2002. Assim, não é através destes indicadores económicos que se poderá medir a importância efetiva desta atividade (DGPA, 2007).

No Plano Estratégico Nacional para a pesca 2007-2013 (MADRP-DGPA, 2007) recomenda-se uma reflexão profunda e fundamentada sobre a forma como se pretendem enfrentar os constrangimentos e desafios que o futuro coloca ao sector da pesca (e aquicultura) em Portugal. Este sector evidencia uma redução das oportunidades da pesca e, conseqüentemente, das capturas pelo que se impõe a necessidade de uma gestão dos recursos e do meio marinho mais eficaz, equilibrada e sustentada de modo a garantir a sustentabilidade dos recursos, fomentar a competitividade do sector e assegurar a sustentabilidade económica e social das comunidades piscatórias (MADRP-DGPA, 2007)

Contextualizando este trabalho, para além da perspetiva da produção, aproximadamente 80% (i.e. 115 milhões de toneladas) da produção mundial de pescado são para consumo humano ou seja estima-se um consumo mundial *per capita* de 16,4 kg/ano. Mais, estima-se que em Portugal se consumam 57,1 kg de pescado/habitante/ano (FAO, 2007). Os habitantes portugueses são, de longe, os habitantes da União Europeia que mais pescado consome e, mundialmente, são o 6º maior consumidor de produtos da pesca e aquicultura (FAO, 2007). Em 2003, Veiga *et al.* (2009) estimavam que desse consumo, 66% eram peixe (fresco, refrigerado, congelado ou em conserva), 16% de bacalhau e outros peixes secos, salgados, fumados ou em salmoura, e 18% eram crustáceos e moluscos (frescos, refrigerados, congelados ou em salmoura).

## **1.2. Produtos da pesca e aquicultura**

Segundo a Portaria n.º 559/76, de 7 de Setembro, entende-se como “pescado” os “animais subaquáticos (crustáceos, moluscos, ciclóstomos, equinodermes, batráquios, répteis e mamíferos) e as suas partes ou produtos destinados a fins alimentares”. A mesma portaria refere ainda que “peixe vivo é o que reage ou apresenta reflexos musculares à percussão ou palpação das suas superfícies externas, e pescado fresco o que não tenha sofrido, desde a sua captura, qualquer operação de conservação, exceto a

refrigeração com ou sem a adição de gelo fragmentado simples ou misturado com sal, ou que tenha sido conservado a bordo em água do mar em salmoura refrigerada.”

No atual contexto europeu, e de acordo com o código de práticas para peixe e produtos da pesca (CAC, 2004) entende-se como “peixe”, “qualquer vertebrado aquático de sangue frio (ectotérmico)”. Mais, “peixe fresco” é “peixe ou outro produto da pesca, excluindo anfíbios e répteis aquáticos, que não tenha sido sujeito a tratamento de conservação para além da refrigeração” (CAC, 2004).

### **1.3. Composição nutricional do pescado**

A composição química do pescado varia muito, quer interespecificamente, quer intraespecificamente, dependendo da idade, sexo, meio ambiente e época do ano. No entanto, a fração edível do pescado corresponde, em regra, a cerca de 45-50% do peso total do seu corpo e os componentes fundamentais da parte edível são: água, lípidos e proteínas. Dos constituintes menores destacam-se as substâncias azotadas não-proteicas, os minerais, as vitaminas e uma quantidade pouco significativa de hidratos de carbono (FAO, 1995).

A variação na composição química do pescado está muito relacionada com às migrações e ciclos reprodutivos, no caso das espécies capturadas, e com as condições de cultivo utilizadas na produção em aquicultura (FAO, 2005). O pescado tem certos períodos de fraca alimentação devido a razões naturais e/ou fisiológicas (tal como a migração e/ou a desova) ou ainda por causa de fatores externos tais como a escassez de alimentos. Normalmente, a desova, quer ocorra após longas migrações ou não, exige maiores níveis de energia. Os peixes têm então de depender das suas reservas lipídicas para sobreviver (Hyldig *et al.*, 2007). As espécies que realizam grandes migrações, muito antes de chegarem aos locais de desova específicos, utilizam tanto os lípidos como as suas proteínas como fonte de energia, quase esgotando assim as suas reservas, resultando numa redução geral das condições biológicas dos mesmos. Para além disso, muitas espécies não costumam ingerir muito alimento durante a migração e portanto não são capazes de armazenar energia através da alimentação (Hyldig *et al.*, 2007).

No início dos períodos de maior alimentação, o teor de proteína no tecido muscular aumenta até um determinado ponto, dependendo dos nutrientes que tenham sido

esgotados. De seguida, o conteúdo lipídico vai demonstrar um acentuado aumento. Após a desova, o pescado volta ao seu comportamento alimentar normal e muitas vezes migra para encontrar fontes de alimento adequadas. Espécies que se alimentam de plâncton, tal como o arenque, são muito dependentes do meio, uma vez produção de plâncton depende da época e de vários parâmetros oceanográficos (Hyldig *et al.*, 2007).

Embora a fração proteica seja bastante constante na maioria das espécies, observou-se a redução do teor em proteínas no salmão durante as migrações de desova (Ando *et al.* 1985; Ando & Hatano, 1986) e no bacalhau no mar Báltico durante a época de desova (Borresen, 1992).

A fração lipídica é a componente nutricional do pescado que mostra a maior variação. Muitas vezes, a variação em determinada espécie apresenta valores mínimos aquando da época da desova (Ando *et al.* 1985). O teor em gordura é um dos critérios usados para a categorização de espécies de peixe para efeitos da avaliação da frescura. Nos “peixes magros”, o teor em matéria gorda é geralmente inferior a 5%, sendo a variação sazonal pouco expressiva. Nestas espécies a matéria gorda encontra-se essencialmente localizada no fígado, os quais estão normalmente ligados às proteínas. Entre os peixes magros destacam-se a maruca, a pescada, a dourada, a raia e a carpa. No caso dos “peixes gordos”, os espécimes contêm em geral mais de 8% de matéria gorda. A gordura encontra-se na forma de glóbulos extracelulares no tecido muscular e na membrana serosa que envolve os intestinos e sob a forma de camadas sob a pele e na cavidade abdominal. Os teores de gordura são variáveis em função da época do ano. A sardinha, o arenque, a enguia e a cavala são alguns dos principais peixes gordos (Oehlenschläger & Rehbein. 2009). Os peixes denominados por "semi-gordos" apresentam um teor de gordura intermédio, acumulada mais no fígado que no tecido muscular, *e.g.* os peixes chatos - linguado (Oehlenschläger & Rehbein. 2009).

O conteúdo em gordura das espécies é (muito) relevante para a dinâmica da perda de qualidade e posterior deterioração *post-mortem* (i.e. após captura ou abate) e, por conseguinte, para compreender quais as tecnologias mais adequadas a usar, de forma a retardar estas situações. As mudanças que ocorrem no músculo do pescado fresco pode ser previsto a partir do conhecimento das reações bioquímicas na fração de proteína, enquanto nas espécies gordas as mudanças nas frações lipídicas devem ser tidas em conta. A implicação pode ser que o tempo de armazenamento é reduzido devido à

oxidação lipídica, e às precauções especiais que devem ser tomadas para as evitar (Hyldig et al., 2007).

#### **1.4. Alterações *post-mortem* nos produtos da pesca**

Logo após a morte o pescado inicia um processo de alteração da qualidade que terminará na putrefação, nesta evolução é possível distinguirem-se três fases (Sainclivier, 1983; Oehlenschläger & Rehbein. 2009): pré *rigor mortis*, em *rigor mortis*; e em fase de resolução do *rigor mortis* (figura 1). Estas fases descrevem-se a seguir:

*Pré-rigor mortis* – Após a morte, os músculos ainda se encontram extensíveis, possuem acumulações de glicogénio, fosfocreatina e ATP que estão relacionados com o estado fisiológico do pescado. Nesta altura, a circulação sanguínea diminui, assim como os transportes de oxigénio, criando um ambiente anaeróbio. (Sainclivier, 1983; Oehlenschläger & Rehbein. 2009).

Em *rigor mortis* – O *rigor mortis* é um sinal reconhecível de morte que causa a impossibilidade de movimentar ou de manipular cadáveres e é causado por uma mudança química nos músculos, provocando um endurecimento dos músculos dos mesmos (Huss, 1995). Por *rigor mortis* entende-se a rigidez do tecido muscular de um animal, decorrente de uma série de alterações complexas. Estas alterações ocorrem nos seus tecidos, surgindo após a morte, depois do glicogénio ter sido esgotado. Sendo assim, quanto mais altos forem os níveis de glicogénio, mais tempo demora até o aparecimento do *rigor mortis*, fazendo com que a qualidade se mantenha durante mais tempo, visto que o meio ácido não é favorável ao crescimento microbiano (Lidon & Silvestre, 2008). Se o peixe estiver mal alimentado ou tenha estado em condição de desova, fica mais frágil e portanto o *rigor mortis* é neste caso mais profundo e rápido, sofrendo o tecido muscular rutura imediata. Para peixes de água temperada, o início e a duração do *rigor mortis* será célere, a altas temperaturas, já para os peixes de água tropical será igualmente rápido, mas a uma temperatura de 0 °C (FAO, 1995).

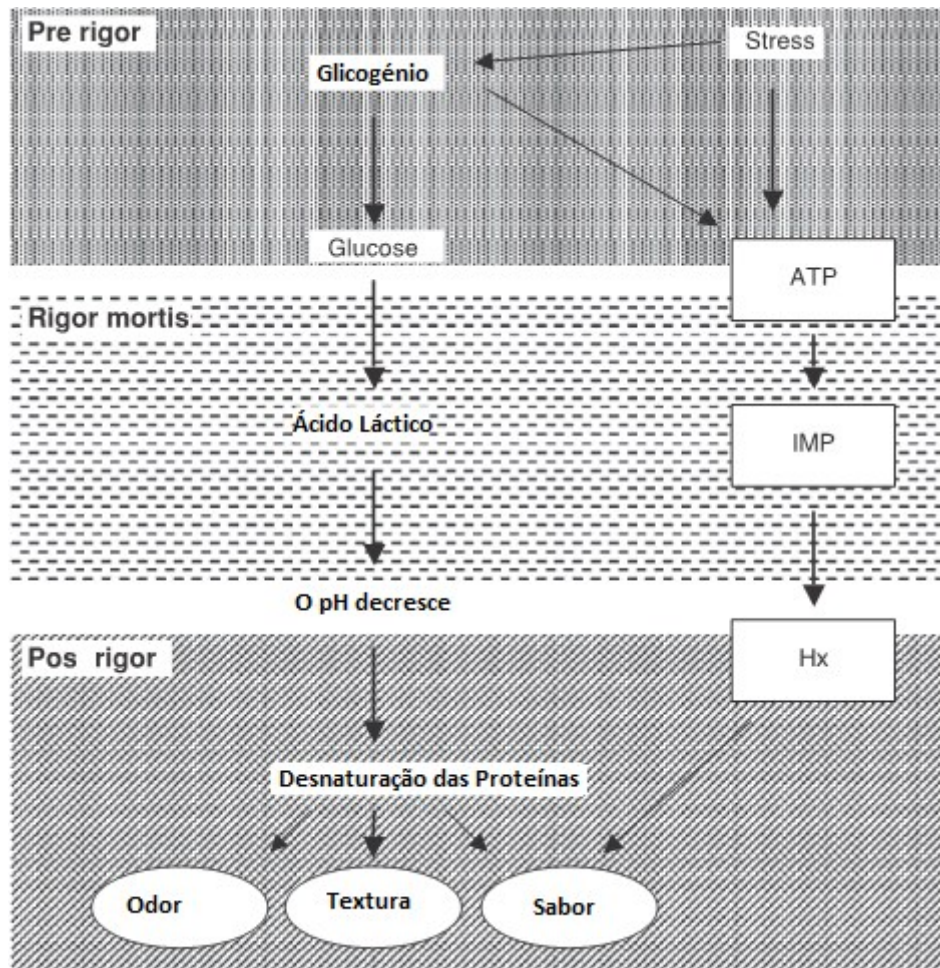
Normalmente o *rigor* acontece várias horas após a morte e desaparece espontaneamente após dois dias, apesar do tempo de início e a duração dependerem da temperatura ambiente. Em média, presumindo-se a existência de uma temperatura de aproximadamente 20 °C, começa entre as três a quatro horas *post-mortem*, endurecendo

a carne e aumentando a acidez, nesta fase não ocorre deterioração (Lidon & Silvestre, 2008), o efeito máximo do rigor surge nas doze horas subsequentes, finalmente o relaxamento ocorre aproximadamente 36 horas após a morte

O progresso do *rigor mortis* é influenciado especialmente pela reserva de glicogénio, o pH do músculo e a temperatura. Quanto mais o *rigor mortis* se prolongar, mais tempo o pescado se mantém em qualidade (Lidon & Silvestre, 2008).

Diversas condições influenciam o início e a intensidade do *rigor mortis* nos peixes, destacando-se a espécie, temperatura, método de manipulação e morte (Lidon & Silvestre, 2008). Desta maneira, torna-se também indispensável recorrer a um conjunto de práticas de manuseamento e conservação apropriadas.

Fase de resolução de *rigor mortis* – Os processos que levam a esta fase aparentam ter uma natureza autolítica (Mendes, 1991). Paralelamente a este processo, reações de degradação celular ocorrem, tais como a desnaturação das proteínas, a libertação de ácidos gordos, a autólise, e o desalinamento progressivo do aparelho contráctil (Sainclivier, 1983). Todos estes processos de degradação, mais a atuação de algumas enzimas microbianas conduzem novamente ao relaxamento do músculo, tornando a textura do peixe mole (Vaz-Pires, 2006).



**Figura 1** – Principais alterações *post-mortem* do pescado (adaptado de Green, 2011)

### 1.5. Frescura do pescado

É normal separar as alterações que o pescado sofre após a morte em quatro tipos diferentes: sensoriais, químicas, físicas e microbiológicas. Considera-se ainda, muitas vezes separadamente, a oxidação lipídica, embora possa ser incluída, por exemplo, nas alterações químicas e sensoriais (Vaz-Pires, 2006).

A qualidade do pescado é, em grande parte, determinada pelo grau de frescura, cuja apreciação é feita com base em critérios subjetivos, mediante exames organoléticos, que é o método utilizado pelos consumidores e o mais usado pelos inspetores sanitários (Baixas-Nogueras *et al.*, 2003). Há, contudo, a possibilidade de recorrer a “metodologias” mais objetivas, com base em determinações físicas, químicas e microbiológicas, para avaliar a frescura do pescado. A regulamentação europeia,

designadamente o Regulamento (CE) 2074/2005 da Comissão, de 5 de Dezembro, que estabelece as medidas de execução dos Regulamentos (CE) 852/2004, 853/2004, 854/2004 e 882/2004 (vulgo “pacote higiene”), refere-se à determinação do azoto básico volátil total (ABVT) como sendo um método que permite determinar se o pescado está apto para consumo assim como quantificar o seu grau de alteração (Martin *et al.*, 1997; Pons-Sánchez-Cascado *et al.*, 2005). A determinação do pH muscular é usada com ressalvas, sendo, no entanto, uma metodologia de fácil e rápida execução. A determinação do índice de refração do humor aquoso (conforme aumenta o período *post-mortem*, os sinais de deterioração evidenciam-se, entre eles há o turvamento dos líquidos oculares e cristalinos que logra ser analisado através do índice de refração), que aumenta em função da deterioração do pescado, é outra metodologia indicada (Martin, 1978). Farber (1965) sugere existir uma boa correlação entre o índice de refração do humor aquoso e a avaliação organolética. As análises microbiológicas não pretendem fornecer informações acerca da frescura do pescado, mas permitem detetar a presença de bactérias patogénicas, de microrganismos indicadores de contaminação fecal ou até de eventuais práticas de manuseio deficientes (Huss, 1994; Matos, 1994; Fontes *et al.*, 2007), *i.e.* determinar o nível de contaminação microbiológica dos produtos da pesca e garantir a respetiva salubridade para consumo humano (cf. Regulamentos (CE) 2073/2005 e 1441/2007 da Comissão).

Todavia, segundo Nielsen (1997) a análise sensorial continua a ser essencial, mesmo que se desenvolvam métodos instrumentais de fácil aplicação, pois fornece informação mais completa sobre o estado do pescado.

## **1.6. Avaliação sensorial da qualidade do pescado**

### **1.6.1. Escala *Torry***

O primeiro método de quantificação da qualidade/avaliação da frescura usado em peixes e produtos da pesca foi desenvolvido pela Estação de Pesquisa *Torry* (*Torry Research Station*), no Reino Unido (Green, 2011). A escala *Torry* é uma escala de 10 pontos originalmente desenvolvida para avaliar a qualidade de amostras de pescado cozinhado. Foram atribuídas pontuações de 10 (peixe muito fresco em sabor e odor) a 3

(pescado deteriorado). Pontuações abaixo de 3 são consideradas desnecessárias, já que o pescado não estará apto para o consumo humano. A escala *Torry* foi desenvolvida para espécies de peixe magro, gordo e meio gordo. Os atributos da deterioração podem ser observados tanto no pescado cozinhado como no pescado cru e poderão elaborar-se esquemas de pontuação nas duas formas (Green, 2011).

### 1.6.2. Regulamento (CE) 2406/96

Na UE, o Regulamento (CE) 2406/96 do Conselho, fixa de normas comuns de comercialização para certos produtos da pesca, designadamente em termos de categorias de frescura. O grau de frescura é definido por meio de tabelas de cotação específicas (Tabelas 1 a 5) indicadas por tipos de produtos (Peixes brancos, peixes azuis, esqualos, crustáceos e cefalópodes).

**Tabela 1** – Tabela de conotação de frescura dos peixes brancos

	Critérios			
	Categoria de frescura			Não admitidos (!)
	Extra	A	B	
Pele	Pigmento vivo e irisado (excepto para os cantarilhos) ou opalescente; sem descoloração	Pigmentação viva, mas sem brilho	Pigmentação baça e em vias de descoloração	Pigmentação baça (²)
Muco cutâneo	Aquoso, transparente	Ligeiramente turvo	Leitoso	Cinzento amarelado, opaco
Olho	Convexo (abaulado); pupila negra e viva; córnea transparente	Convexo e ligeiramente encovado; pupila negra e baça; córnea ligeiramente opalescente	Chato; córnea opalescente; pupila opaca	Côncavo no centro; pupila cinzenta; córnea leitosa (²)
Guelras	Cor viva; sem muco	Cor menos viva; muco transparente	Castanho/ /cinzento em descoloração; muco opaco e espesso	Amareladas; muco leitoso (²)
Peritoneu (no peixe eviscerado)	Liso; brilhante; difícil de separar da carne	Ligeiramente baço; pode ser separado da carne	Grumoso; bastante fácil de separar da carne	Descolado da carne (²)

	Critérios			
	Categoria de frescura			Não admitidos <sup>(1)</sup>
	Extra	A	B	
Cheiro das guelras e da cavidade abdominal — peixes brancos, excepto solha ou patruça  — solha ou patruça	A algas marinhas  A óleo fresco; apimentado; cheiro a terra	Ausência de cheiro a algas marinhas; cheiro neutro  A óleo; a algas marinhas ou ligeiramente adocicado	Fermentado; ligeiramente acre  A óleo; fermentado, bafiento, ligeiramente rançoso	<sup>(2)</sup>  Acre  Acre
Carne	Firme e elástica; superfície macia <sup>(3)</sup>	Menos elástico	Ligeiramente mole (flácida), menos elástico; superfície mole como cera (aveludada) e baça	Mole flácida <sup>(2)</sup> , escamas facilmente separáveis da pele, superfície rugosa

#### Critérios suplementares para os tamboris descabeçados

Vasos sanguíneos (músculos da barriga)	Salientes, de cor vermelho vivo	Salientes, sangue a ficar escuro	Difusa e castanha	Totalmente <sup>(2)</sup> difusa, carne castanha e amarelada
--	---------------------------------	----------------------------------	-------------------	--

<sup>(1)</sup> Esta coluna apenas será aplicável até ser adoptada uma decisão da Comissão que fixe as características do peixe impróprio para consumo humano, nos termos da Directiva 91/493/CEE do Conselho.

<sup>(2)</sup> Ou num estado de decomposição mais adiantado.

<sup>(3)</sup> O peixe fresco, antes dos primeiros sintomas do rigor mortis, não se apresentará firme e elástico, sendo no entanto ainda classificado na categoria Extra..

**Tabela 2** - Tabela de cotação de frescura de peixes azuis

	Critérios			
	Categoria de frescura			Não admitidos <sup>(1)</sup>
	Extra	A	B	
Pele <sup>(2)</sup>	Pigmentação viva, cores vivas, brilhantes, irisadas; diferença nítida entre superfície dorsal e ventral	Perda de brilho; cores mais baças; menos diferença entre superfície dorsal e ventral	Baça, sem brilho, cores deslavadas; pele plissada quando se dobra o peixe	Pigmentação muito baça; pele a destacar-se da carne <sup>(2)</sup>
Muco cutâneo	Aquoso, transparente	Ligeiramente turvo	Leitoso	Cinzento amarelado, opaco <sup>(2)</sup>
Consistência da carne <sup>(2)</sup>	Muito firme, rígida	Bastante rígida, firme	Ligeiramente mole	Mole (flácida) <sup>(2)</sup>
Opérculos	Prateados	Prateados, ligeiramente tingidos de vermelho ou de castanho	Escurecimento e extravasações sanguíneas extensas	Amarelados <sup>(2)</sup>

	Critérios			
	Categoria de frescura			Não admitidos (1)
	Extra	A	B	
Olho	Convexo, abaulado; pupila azul-preto vivo, «pálpebra» transparente	Convexo e ligeiramente encovado; pupila escura; córnea ligeiramente opalescente	Chato: pupila enevoadada; extravasações sanguíneas à volta do olho	Côncavo no centro; pupila cinzenta; córnea leitosa (2)
Guelras (2)	Vermelho vivo a púrpura por todo o lado; sem muco	Cor menos viva, mais pálida nos bordos; muco transparente	Em descoloração muco opaco	Amareladas; muco leitoso (2)
Cheiro das guelras	A algas marinhas frescas; picante; iodado	Ausência de cheiro a algas marinhas; cheiro neutro	Cheiro gordo (4), um pouco sulfuroso, a toucinho rançoso ou a fruta podre	Extremamente acre (2)

(1) Esta coluna apenas será aplicável até ser adoptada uma decisão da Comissão que fixe as características do peixe impróprio para consumo humano, nos termos da Directiva 91/493/CEE do Conselho.

(2) Ao arenque, à sarda e à cavala conservados em água do mar fria [ou refrigerada com gelo (CSW) ou por meios mecânicos (RSW)] que preencham os requisitos fixados no anexo II, ponto 8 da Directiva 92/48/CEE (JO n.º L 187 de 7. 7. 1992, p. 41) aplicam-se as seguintes categorias de frescura:

— o critério A aplica-se às categorias Extra e A.

(3) Ou num estado de decomposição mais adiantado.

(4) O peixe congelado fica rançoso antes de ficar bafiento, o peixe CSW/RSW fica bafiento antes de ficar rançoso.

**Tabela 3** - Tabela de conotação de frescura de esqualos

	Critérios			
	Categoria de frescura			Não admitidos (1)
	Extra	A	B	
Olho	Convexo, muito brilhante e irisado; pupilas pequenas	De convexo e ligeiramente encovado; perda de brilho e irisação, pupilas ovais	Chato, baço	Côncavo amarelado (2)
Aspecto	<i>In rigor mortis</i> ou parcialmente <i>in rigor</i> ; presença de um pouca de muco claro na pele	Estádio <i>rigor</i> ultrapassado; ausência de muco na pele e especialmente na boca e nas aberturas das guelras	Algum muco na boca e nas aberturas das guelras; mandíbula ligeiramente achatada	Grandes quantidades de muco na boca e nas aberturas das guelras (2)
Cheiro	A algas marinhas	Sem cheiro ou cheiro muito ligeiro a ranço mas não a amoníaco	Cheiro a amoníaco, acre	Forte cheiro a amoníaco (3)

**Critérios específicos ou adicionais para as raia**

	Extra	A	B	Não admitidos
Pele	Pigmentação viva, irisada e brilhante; muco aquoso	Pigmentação brilhante; muco aquoso	Pigmentação baça e em vias de descoloração; muco opaco	Descoloração pele rugosa, muco espesso

	Extra	A	B	Não admitidos
Textura da carne	Firme e elástica	Firme	Mole	Flácida
Aspecto	Bordo das barbatanas translúcido e encurvado	Barbatanas duras	Mole	Caído
Abdómen	Branco e brilhante, com um bordo arroxeadado à volta das barbatanas	Branco e brilhante, com zonas encarnadas à volta das barbatanas apenas	Branco e baço, com numerosas zonas encarnadas ou amarelas	Abdómen de amarelado a esverdeado; manchas encarnadas na própria carne

(f) Esta coluna apenas será aplicável até ser adoptada uma decisão da Comissão que fixe as características do peixe impróprio para consumo humano, nos termos da Directiva 91/493/CEE do Conselho.

(g) Ou num estado de decomposição mais adiantado.

**Tabela 4** - Tabela de conotação de frescura de cefalópodes

	Critérios		
	Categoria de frescura		
	Extra	A	B
Pele	Pigmentação viva, pele aderente à carne	Pigmentação baça; pele aderente à carne	Descolorada; facilmente separada da carne
Carne	Muito firme; branca nacarada	Firme; branco de cal	Ligeiramente mole; branco rosado ou a amarelecer ligeiramente
Tentáculos	Resistentes ao arranque	Resistentes ao arranque	Mais fáceis de arrancar
Cheiro	Fresco; a algas marinhas	Fraco ou nulo	Cheiro a tinta

**Tabela 5** - Tabela de conotação da frescura de crustáceos

1. Camarões

	Critérios	
	Categoria de frescura	
	Extra	A
Características mínimas	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Superfície da casca: húmida e brilhante;</li> <li>— Em caso de transvasamento, os camarões devem cair separados;</li> <li>— Carne sem cheiro anormal;</li> <li>— Sem areia, muco ou outros corpos estranhos</li> </ul>	As mesmas que para a categoria Extra

	Critérios	
	Categoria de frescura	
	Extra	A
Aspecto do		
1) camarão provido de casca	Nítido cor-de-rosa avermelhado, com pintas brancas; parte peitoral da casca predominantemente clara	— Do cor-de-rosa avermelhado ligeiramente deslavado ao encarnado azulado com pintas brancas; parte peitoral da casca predominantemente clara, a tender para o cinzento
2) camarão-ártico	Cor-de-rosa uniforme	— Cor-de-rosa com possibilidade de início de enegrecimento da cabeça.
Estado da carne durante e após a descasca	— Descasca-se facilmente, apenas com perdas de carne tecnicamente inevitáveis; — Firme, não dura	— Descasca-se menos facilmente, com pequenas perdas de carne; — Menos firme, ligeiramente dura
Fragmentos	Ocasionalmente, admitem-se fragmentos	Admite-se uma pequena quantidade de fragmentos
Cheiro	Fresco, a algas marinhas, ligeiramente adocicado	Ácido; ausência de cheiro a algas marinhas

## 2. Lagostins

	Critérios		
	Categoria de frescura		
	Extra	A	B
Carapaça	Do cor-de-rosa esbatido ou do cor-de-rosa ao vermelho-laranja	Do cor-de-rosa esbatido ou do rosa ao vermelho-laranja; Sem manchas negras	Ligeira descoloração; algumas manchas negras e cor acinzentada, principalmente na carapaça e entre os segmentos da cauda
Olhos e guelras	Olhos negros e brilhantes; guelras cor-de-rosa	Olhos baços e cinzento-negro; guelras acinzentadas	Guelras cinzento escuro ou cor esverdeada na superfície dorsal da carapaça
Cheiro	Característico dos crustáceos doces	Perda do cheiro característico dos crustáceos. Sem cheiro a amoníaco	Ligeiramente acre
Carne (cauda)	Transparente, de cor azul a tender para o branco	Já sem transparência, mas não descorada	Opaca e de aspecto baço

Os produtos são classificados, com base nas tabelas referidas, em lotes correspondentes a uma das seguintes categorias de frescura: a) Extra, A ou B para peixes, esqualos, cefalópodes e lagostins (os lagostins vivos são classificados na categoria E); b) Extra ou A para camarões.

Em Portugal, a norma portuguesa NP 2287 (IPQ, 1988) estabelece a classificação por categorias de frescura do peixe para consumo humano e os critérios nacionais definidores do estado de salubridade do peixe. Da norma constam tabelas, muito semelhantes àquelas incluídas no Regulamento (CE), que se aplicam apenas aos peixes, à exceção dos elasmobrânquios (raia, cação, etc.). Esta NP encontra-se atualmente em processo de revisão (Eduardo Esteves, com. pess.).

### **1.6.3 Métodos do Índice de Qualidade**

O método do índice de qualidade ou *quality index method* (QIM no acrónimo em inglês) foi inicialmente desenvolvido por Bremner e colaboradores (Hyldig *et al.* 2007a) na *Tasmanian Food Research Unit* (TFRU) da *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization* (CSIRO), Austrália, no início da década de 1980. Entretanto “adotado” por vários investigadores nos países nórdicos, foi muito estudado na década de 1990 e ficou “estabelecido” no início do séc XXI.

O esquema QIM ultrapassa algumas das limitações inerentes ao Regulamento 2406/96 (Ólafsdóttir *et al.*, 1997; Nielsen & Hyldig, 2004), nomeadamente pelo rigor, a precisão e a robustez alcançável entre os diferentes grupos de utilizadores; mas também permite a sua adaptabilidade à evolução das circunstâncias e a futuras exigências. A facilidade de uso, o custo de desenvolvimento/aplicação e a probabilidade de adoção em vários países são outras características importantes do método (Hyldig *et al.* 2007). A terminologia utilizada no desenvolvimento do sistema/esquema QIM é consistente com as preocupações levantadas por Bremner & Sakaguchi (2000) acerca da possibilidade de determinar a “frescura”. Mais ainda, a qualidade dos alimentos, designadamente dos produtos da pesca e aquicultura não é “claramente” definível, Botta (1995), por exemplo, cita 15 definições diferentes de qualidade, que vão de declarações gerais até às definições dadas o consumidor, o que pode originar confusão ou falha de comunicação entre os intervenientes no “ciclo de vida” daqueles produtos, por exemplo entre

operadores/produtores e inspetores ou entre investigadores e a indústria (Bremner, 2000).

O esquema QIM não pretende medir a qualidade *per se* ou a frescura do pescado, mas sim o grau ou a taxa de alteração de critérios importantes usados para descrever essas qualidades. A soma total dessas mudanças pode ser interpretada em termos de dias equivalentes de armazenamento (a 0 °C) e tempo de conservação útil (i.e. tempo-de-prateleira) restante (Green, 2011).

QIM é um método de classificação que permite obter dados robustos, refletindo os diferentes “níveis” de qualidade do pescado de uma forma simples e bem documentada. Baseia-se na avaliação dos atributos sensoriais mais significativos através dum sistema de classificação por pontos de demérito (de 0 a 3). A soma dessas classificações, índice de qualidade (IQ), quantifica a falta de qualidade do ponto de vista sensorial. (Esteves & Aníbal, 2007). Um IQ de 0 corresponde a pescado “muito” fresco e vai aumentando gradualmente com a deterioração do pescado.

Mais ainda, verifica-se que a qualidade do pescado do ponto de vista sensorial, i.e. o IQ, está linearmente (cor)relacionado com o tempo de conservação, o que torna possível prever o tempo de conservação útil restante (Hyldig *et al.* 2007). Definindo o momento, ou seja, o tempo de conservação a partir do qual o pescado é rejeitado e/ou considerado impróprio para consumo humano, é possível, a partir da relação normalmente estabelecida entre o IQ, e o tempo, estimar o tempo de conservação útil restante (por exemplo, dias em gelo) (Hyldig *et al.* 2007).

Uma vez que o QIM toma em consideração as diferenças inerentes às espécies de peixes/pescado, por conseguinte, é necessário desenvolver esquemas para cada espécie. As Tabelas 6 e 7 demonstram essas especificidades dos esquemas QIM, desenvolvidos para o carapau para a dourada.

**Tabela 6** – Tabela de avaliação do grau de frescura do carapau através do método do índice de qualidade (QIM) (Nunes et al. 2007)

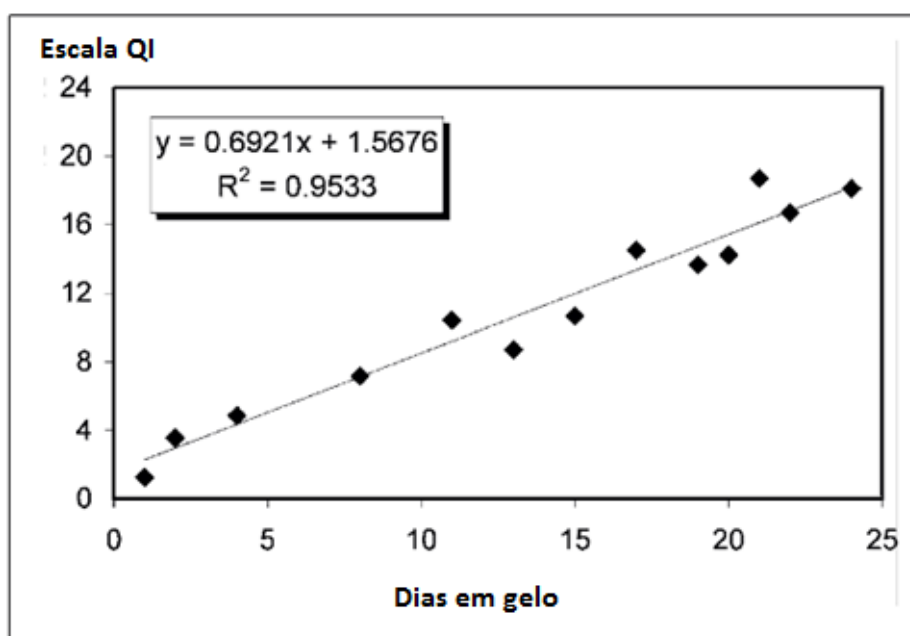
ATRIBUTOS DE QUALIDADE		DESCRITORES	PONTOS DE DEMÉRITO
<i>Aspecto Geral</i>	<i>Pele</i>	Iridiscente, brilhante	0
		Pigmentação menos viva e brilhante	1
		Baça e ligeiramente amarelada	2
	<i>Firmeza da carne</i>	Muito firme, rija	0
		Firme, elástica	1
		Ligeiramente mole	2
<i>Olhos</i>	<i>Pupila</i>	Preta azulada viva	0
		Preta enevoadada	1
		Cinzenta, leitosa	2
	<i>Forma</i>	Convexa	0
		Achatada, plana	1
		Côncava, encovada	2
<i>Brânquias</i>	<i>Cor</i>	Vermelha púrpura	0
		Vermelha acastanhada	1
		Acastanhada	2
		Castanha descorada	3
	<i>Cheiro</i>	Algas, fresco	0
		Algas pouco intenso, metálico	1
	Relva ou ligeiramente azedo	2	
	Azedo, rançoso	3	
<i>Abdómen</i>	<i>Parede abdominal</i>	Firme, intacta	0
		Pouco firme, mas ainda intacta	1
		Mole, enrugada, roturada	2
<b>ÍNDICE DE QUALIDADE (Total de Pontos de Demérito)</b>			<b>0-16</b>

**Tabela 7** – Tabela de avaliação do grau de frescura da dourada através do método do índice de qualidade (QIM) (Nunes *et al.* 2007)

ATRIBUTOS DE QUALIDADE		DESCRITORES	PONTOS DE DEMÉRITO
<b>Aspecto Geral</b>	<b>Pele</b>	Brilhante, iridiscente	0
		Menos brilhante e iridiscente	1
		Ligeiramente descorada	2
		Muito descorada	3
	<b>Aspecto do ânus</b>	Fechado	0
		Ligeiramente aberto	1
		Aberto	2
	<b>Coloração do abdómen</b>	Branca prateada	0
		Esbranquiçada ou ligeiramente amarelada	1
		Amarelada	2
	<b>Firmeza da carne</b>	Rígida	0
		Firme, elástica	1
Mole		2	
<b>Olhos</b>	<b>Córnea</b>	Límpida, translúcida	0
		Ligeiramente turva	1
		Turva, amarelada	2
	<b>Pupila</b>	Negra brilhante	0
		Acinzentada (ligeiramente leitosa)	1
		Branca acinzentada	2
	<b>Forma</b>	Convexa	0
		Plana	1
		Côncava	2
Afundada		3	
<b>Brânquias</b>	<b>Cor</b>	Vermelha brilhante	0
		Vermelha menos brilhante	1
		Vermelha descorada ou acastanhada	2
	<b>Cheiro</b>	A algas (pouco intenso)	0
		A bafo	1
	Ligeiramente metálico	2	
<b>ÍNDICE DE QUALIDADE (Total de Pontos de Demérito)</b>			<b>0-20</b>

A seleção de parâmetros dum esquema QIM é determinada como uma combinação dos “melhores” descritores da qualidade do pescado em deterioração/deteriorado que, simultaneamente, cumprem o objetivo complementar de permitir estimar o tempo de conservação útil restante do produto/pescado. A título de exemplo, a Figura 2 mostra a relação entre o IQ (máximo de 20 pontos) de um lote de salmão conservado durante 24 dias em gelo. Os resultados do perfil sensorial das amostras analisadas, por um painel de provadores treinados, mostraram que o salmão com um IQ entre 0 e 7 tem um odor a pepino e a mar, sabor a cogumelos, sabor doce e sabor a óleo de peixe fresco –

correspondendo a pescado considerado fresco. Com um IQ entre 8 e 15, o salmão foi classificado como neutro em odor e sabor. Quando o IQ está entre 16 e 20, o pescado está a ficar azedo e rançoso e quando o IQ é acima de 20 já não é próprio para consumo humano (Sveinsdottir, 2002). Neste caso, um lote de salmão classificado com 12 pontos de demérito, i.e. IQ=12, terá um tempo de conservação útil remanescente de 5 dias em gelo.



**Figura 2** – Exemplo de um gráfico QIM do salmão conservado em gelo (adaptado de Sveinsdottir, 2002).

## 1.7 Meta-análise

A meta-análise (do grego *μετα*, "depois de/além", e *ανάλυση*, "análise") visa extrair informação adicional de dados preexistentes através da conjugação de resultados de diversos trabalhos e pela aplicação de uma ou mais técnicas estatísticas. É, portanto, um método quantitativo, estatístico que permite combinar os resultados de estudos (ditos primários) realizados de forma independente (geralmente extraídos de trabalhos publicados) e sintetizar as suas conclusões ou mesmo extrair nova(s) conclusão(ões) (Borenstein *et al.*, 2009). Os manuais de Hunter & Schmidt (2004), Lipsey & Wilson (2001) e, principalmente, de Borenstein *et al.* (2009) constituem-se como referências principais sobre meta-análise.

Segundo Finney (1995), o termo meta-análise foi utilizado pela primeira vez, no sentido aqui adotado, por G.V. Glass, em 1976, num artigo intitulado “Primary, secondary and meta-analysis of research”, na revista *Educational Research*. Antes disso, em diversos trabalhos foram utilizadas técnicas estatísticas para combinar ou reunir dados já publicados ou utilizados em outros estudos, sem entretanto ter-se cunhado um termo específico para definir o método utilizado. O surgimento de um termo específico para definir esse procedimento ocorreu ao mesmo tempo que aumentava muito a sua utilização em diversas áreas do conhecimento. A explicação para esse aumento da popularidade da meta-análise nas últimas três ou quatro décadas pode estar na atual explosão de informação disponível a nível mundial, em especial no “mundo científico ou acadêmico”. Para efeitos de comparação, o número de publicações científicas aumentou em média dez vezes nesse período em diversas áreas, por exemplo ciências biomédicas, psicologia ou matemática (Olkin, 1995). Para além do crescimento na quantidade de publicações e, conseqüentemente, de trabalhos publicados, temos ainda o aumento significativo na velocidade da divulgação dos trabalhos via *internet*. Também associado ao desenvolvimento dos recursos eletrônicos e computacionais, vimos aumentar muito a capacidade de aquisição, armazenamento, transporte e análise de dados na forma digital, o que, com certeza, influenciou na decisão de alguns cientistas em reanalisarem conjuntos de dados ou resultados já disponíveis ao invés de obterem seus próprios dados.

Quase todas as técnicas de análise estatística poderão ser aplicadas na meta-análise, dependendo apenas da natureza dos dados e dos objetivos do estudo (Borenstein *et al.* 2009). No ponto de vista da meta-análise, existem 3 tipos de resultados, designados efeitos no contexto da meta-análise, as médias, as probabilidades de ocorrência e a correlação. Da mesma maneira, qualquer área da ciência poderá utilizar a meta-análise para esclarecer problemas, cuja abordagem experimental ou os levantamentos individuais abrangentes têm fortes impedimentos práticos ou custos muito elevados. Em Wolf (1986), aparecem alguns exemplos de aplicação em problemas de ciências sociais, mas é também possível a sua aplicação em psicologia, medicina, agricultura e ecologia. Não se conhecem estudos de meta-análise envolvendo o QIM.

## **2. Objetivos**

O objetivo principal deste trabalho foi a revisão crítica da literatura técnico-científica relativamente ao desenvolvimento de esquemas de avaliação da frescura de produtos da pesca e aquicultura no âmbito do método do índice de qualidade (QIM). Neste contexto, utilizou-se a meta-análise para estudar como variam os esquemas QIM em termos de categoria de pescado (peixes gordos, peixes magros, crustáceos e cefalópodes) e modo de conservação (água, ar, atmosfera e gelo), e relacionar as eventuais “regularidades” com as características bioquímicas e/ou de composição nutricional das espécies, ou até mesmo dos grupos de pescado. Paralelamente, testou-se a possibilidade de se utilizar um esquema QIM por categoria de pescado e, eventualmente, por método de conservação, tal como acontece com o disposto no Regulamento (CE) 2406/96 ao invés de ser aplicado individualmente para cada espécie de pescado.

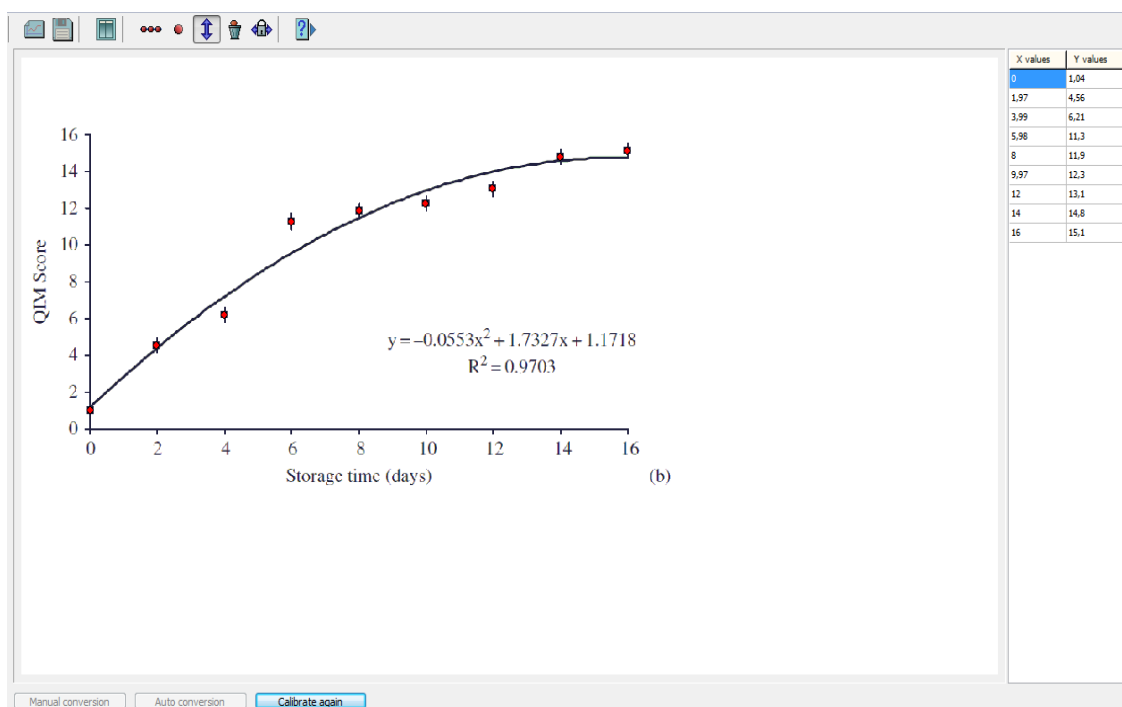
### 3. Metodologia

#### 3.1. Compilação da informação de base

A informação analisada neste trabalho foi retirada de 27 estudos (primários), entre artigos científicos, capítulos de livros, teses/dissertações, sobre o desenvolvimento do *Quality Index Method* em várias espécies de pescado. Não se incluíram neste trabalho de meta-análise estudos que envolvessem apenas a utilização de tabelas QIM para avaliação da qualidade/frescura de pescado. Os estudos considerados aqui integram bases-de-dados bibliográficas e/ou repositórios académicos eletrónicos, designadamente B-on.pt, Scopus, ScienceDirect da Elsevier, Google Scholar e ISI Web of Knowledge.

As informações necessárias à meta-análise realizada neste trabalho, nomeadamente o tipo/modo de conservação, a temperatura de conservação, o período de tempo decorrido em cada estudo, o tempo de conservação útil (vulgo tempo-de-prateleira), o número de parâmetros do esquema QIM desenvolvido/aplicado e o número máximo de pontos de demérito (i.e. a classificação total máxima do esquema QIM), foram recolhidas diretamente dos estudos primários.

Como geralmente acontece, a soma dos pontos de demérito (ou seja, o índice de qualidade, IQ) do pescado está linearmente (co)relacionada com o tempo de conservação. Os parâmetros da equação da reta e demais estatísticas relevantes, viz. interceção, declive e coeficiente de correlação ( $r$ ), foram obtidos de cada estudo. Nos casos em que os resultados da análise de regressão (da relação pontos de demérito-tempo de conservação) não constava explicitamente dos estudos primários, a solução foi utilizar o programa informático GraphConverter Lite V1.0 (Falco Software Co., Rússia) para obter os dados a partir das imagens dos gráficos originais (figura 3) e estimar a reta de regressão e demais estatísticas usando as ferramentas de análise de dados da folha-de-cálculo Microsoft® Office Excel 2010 (Microsoft Inc., EUA).



**Figura 3** – Exemplo de um gráfico QIM do choco (*Sepia officinalis*, L.) trabalhado no programa informático GraphConverter Lite V1.0

### 3.2. Meta-análise dos resultados

O efeito de interesse em cada estudo primário foi o coeficiente de correlação linear ( $r$ ) uma vez que, por um lado, resume de forma numérica, quantitativa o esquema QIM desenvolvido (i.e. a relação entre o índice de qualidade e o tempo de conservação) e, por outro, é um dos “denominadores comuns” entre os estudos considerados nesta meta-análise. Mais ainda, o coeficiente de correlação ( $r$ ) está diretamente relacionado com o declive da reta:  $r = b(Sx/Sy)$  este é um dos argumentos favoráveis à meta-análise usando  $r$  em vez do declive  $b$  (Hunter & Schmidt, 2004).

A maioria dos estudos de meta-análise não utiliza diretamente o  $r$  de cada um dos  $k$  estudos primários mas converte aqueles coeficientes para a escala  $z$  de Fisher (Borenstein et al. 2009) através de:

$$z = 0,5 \ln \left( \frac{1+r}{1-r} \right).$$

Este foi o formato que, também neste trabalho, a informação foi tratada (este é o “efeito” analisado e genericamente designado  $Y$ ). A variância do efeito  $z$  é dada por

$$V_z = \frac{1}{n-3}$$

em que  $n$  é o tamanho da amostra (n.º pontos de demérito) no estudo primário. O erro-padrão de  $r$  é dado por  $SE_z = \sqrt{V_z}$ . Esta é a informação (o efeito  $z$  e a respetiva variância,  $V_z$ ) que é objeto de meta-análise. No final da meta-análise e para apresentação dos resultados, poderemos retrocalcular resultados através de  $r = (e^{2z} - 1)/(e^{2z} + 1)$ . Este *modus operandi*, advogado por Borenstein *et al.* (2009) e que se decidiu seguir neste trabalho, é, de certa forma, criticado por Hunter & Schmidt (2004) que propõem uma abordagem alternativa, mas bastante mais complexa, à utilização da informação proveniente dos estudos primários.

Uma vez que é comum que os estudos primários utilizados para meta-análise apresentem diferenças nos métodos e/ou nas características das amostras (Viechtbauer, 2010) e que se julgou apropriado considerar que os estudos primários utilizados neste trabalho constituem uma amostra aleatória de estudos primários de desenvolvimento de esquemas QIM, abordou-se a meta-análise considerando *random/mixed-effects models* i.e. modelos de efeitos aleatórios/mistos (Borenstein *et al.*, 2009; Viechtbauer, 2010).

Para verificar se existe heterogeneidade nos efeitos (dos estudos primários), i.e. variação na “verdadeira” magnitude dos efeitos, num contexto de *random-effects model*, calcula-se

$$Q = \sum W_i (Y_i - M)^2$$

em que  $W_i = 1/V_i$ ,  $Y_i$  é o efeito em cada estudo  $i$ , e  $M$  é o efeito médio ponderado dos estudos. Sabendo que  $Q$  tem distribuição  $\chi^2$  com  $(k - 1)$  graus de liberdade, pode-se testar a hipótese nula ( $H_0$ ) que os estudos partilham um efeito (médio) comum – teste  $Q$  de Cochran (cf. Viechtbauer, 2010). Complementarmente obtêm-se estimativas da variância e do erro-padrão do “verdadeiro” efeito, respetivamente  $\tau^2$  e  $\tau$ , através de  $T^2 = (Q - df)/C$  e de  $T = \sqrt{T^2}$  em que  $df = k - 1$  e  $C = \sum W_i - \sum (W_i^2)/\sum W_i$ .

Nesta fase da meta-análise importa, também, avaliar que proporção da variância observada reflete as reais diferenças na magnitude do efeito (comum) entre os estudos primários. Propõe-se o cálculo do índice  $I^2$ :

$$I^2 = \frac{Q - df}{Q} \cdot 100\%$$

que se pode entender como um indicador do tipo sinal-ruído: é uma “estatística” que, se se aproximar de zero, quer dizer que quase toda a variação observada nos efeitos é espúria; pelo contrário, se for grande/se se aproximar de 1, pode-se especular sobre as possíveis razões para essa (maior) variabilidade – logo será apropriado considerar a influência de outros fatores (ou variáveis moderadoras) e realizar uma “análise de subgrupos” (*sensu* Borenstein et al. 2009).

A análise de subgrupos (*sensu* Borenstein et al. 2009) permite testar se, eventualmente, subgrupos dos estudos primários (e.g. peixes magros, peixes gordos, moluscos cefalópodes, e crustáceos) têm influência sobre a variabilidade dos efeitos de forma bastante similar à análise de variância. Optou-se por abordar esta parte da meta-análise considerando um modelo de efeitos-mistos (“mixed-effects model” *sensu* Viechtbauer (2010)) no qual se consideraram duas variáveis moderadoras estabelecidas *a priori*, grupo de organismos (*Grupo*: crustáceos, moluscos cefalópodes e peixes magros e gordos) e modo de conservação do pescado (*Conservação*: ar, água, atmosfera modificada e gelo), e que em cada subgrupo (nível da variável) os estudos primários efetivamente considerados correspondam a uma amostra (aleatória) dos estudos possíveis de serem incluídos. Nesse sentido, o modelo de efeitos-mistos é (Viechtbauer, 2010):

$$\theta_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x'_{ip} + u_i$$

em que  $\theta_i$  corresponde ao “verdadeiro” (e desconhecido) efeito para o estudo  $i$ ,  $x_{ij}$  corresponde ao efeito da variável moderadora  $j$  (*Grupo* ou *Conservação*) para o estudo  $i$  e se assume que  $u_i \sim N(0, \tau^2)$ . De forma similar à ANOVA em estudos primários, em meta-análise propõe-se (e.g. Borenstein et al. 2009) a utilização do teste-Q (cf. Viechtbauer, 2010) para comparar os efeitos (médios) entre (mais de dois) subgrupos/variáveis moderadoras. Como na ANOVA, é possível decompor a variabilidade em componentes *viz.*  $Q_T = Q_M + Q_E$ , relativas à variabilidade total, aos efeitos das variáveis moderadoras e ao erro, respetivamente. Complementarmente, estimaram-se os coeficientes  $\beta$  e testou-se a respetiva significância usando testes de Wald (Viechtbauer, 2010).

Utilizaram-se representações gráficas para suplementar a meta-análise, nomeadamente *forest plots* para ilustrar os efeitos por estudo e respetivos intervalos de confiança assim como os efeitos (médios) por variável moderadora, *funnel plots* úteis para diagnosticar a presença de heterogeneidade nos efeitos e certas formas de enviesamentos relativamente aos estudos primários considerados e *Q-Q normal plots* para aferir a distribuição (normal) dos resíduos (normalizados).

A meta-análise descrita acima, assim como as representações gráficas suplementares, foram realizadas usando a versão 1.6-0 do pacote *metafor* (Viechtbauer, 2010) desenvolvido para o R versão 2.15.0 (R Development Core Team, 2012). Para ponderar o nível de confiança nos resultados da meta-análise e a quantidade de informação disponível, utilizou-se um nível de significância  $\alpha = 0,10$ .

## 4. Resultados

A informação retirada dos estudos primários está compilada na tabela 8. As várias espécies estão dispostas por ordem alfabética, numeradas e divididos por categorias de pescado (peixes gordos, peixes magros, crustáceos e cefalópodes). Dos 39 estudos primários considerados, 13 são relativos a peixes gordos, 16 são de peixes magros, três são de crustáceos e sete são cefalópodes. Quanto aos métodos de conservação utilizados no pescado, 30 estudos dizem respeito a espécies conservadas em gelo, quatro conservados em atmosfera modificada (30% CO<sub>2</sub> com 70% N<sub>2</sub>), 2 conservados em ar, 2 conservados em água.

A soma dos pontos de demérito (índice de qualidade, IQ) do pescado está linearmente relacionada com o tempo de conservação (Hyldig *et al.* 2007). Os parâmetros da equação da reta e outras estatísticas relevantes, tais como a interseção (*a*), o declive (*b*) e o coeficiente de correlação (*r*), obtidos de cada estudo primário e também se apresentam na tabela 8. Entre os estudos, todos os valores da interseção (*a*) variaram entre -2,69 e 13,37, os valores do declive (*b*) variaram de 0,03 a 5,57 e os valores de coeficiente de correlação (*r*) variaram entre 0,381 e os 0,994.

Quanto ao número de pontos de demérito em cada tabela/esquema QIM, de cada estudo primário, existem estudos com apenas 4 e outros com 16 pontos. O tempo de duração do estudo QIM em cada estudo primário também foi levado em consideração e o estudo que foi realizado em menos tempo, durou apenas 75 horas, enquanto o mais longo prolongou-se por 26 dias. Foram recolhidos igualmente o tempo de prateleira (*t* prateleira) estimado em cada um dos estudos primários, apesar de em 9 dos 39 estudos não terem sido referenciadas, tempo que variou entre 15 horas e 22 dias. A temperatura de conservação (*T*), dos estudos primários, variou de 0 a 12 °C, exceto em 4 casos, em que as mesmas não foram referenciadas. O número de características analisadas em cada esquema QIM (*n*) variou entre 7 e 15 atributos sensoriais e, com essas características, o número máximo de pontos de demérito nos esquemas foi de 40 e o mínimo de 16 pontos.

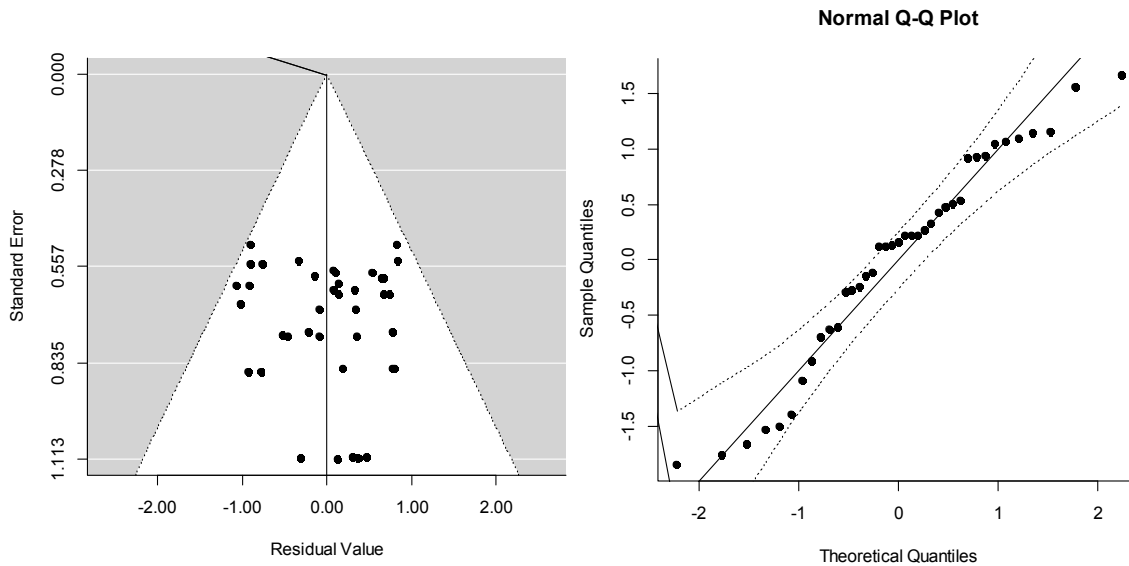
**Tabela 8 - Tabela de compilação de estudos primários considerados neste trabalho**

Numero	Espécie	Nome científico	Grupo	Conservação	Decive Ordenada na origem	R <sup>2</sup>	n pontos	t	t prateleira	T	n	Nr maximo	Artigo
1	Alabote	Hippoglossus hippoglossus	Peixe gordo	gelo	0,9478	-2,6920	14	0-26 dias	22 dias	4 °C	10	29	Guillerm-Regost et al. 2006
2	Arenque	Clupea harengus	Peixe gordo	gelo	0,838	4,1	8	0-14 dias	-	0-2 °C	9	20	Martinsdóttir et al. 2009
3	Arenque	Clupea harengus	Peixe gordo	ar	0,167	6,4153	7	0-80 horas	1 dia	4 °C	9	25	Lyns & Scheelvis-Smit. 2004
4	Arenque	Clupea harengus	Peixe gordo	ar	0,1779	5,7083	7	0-80 horas	5 dias	10 °C	9	25	Lyns & Scheelvis-Smit. 2004
5	Arenque	Clupea harengus	Peixe gordo	Atmosfera modificada	0,0807	7,647	6	0-80 horas	-	10 °C	9	25	Lyns & Scheelvis-Smit. 2004
6	Arenque	Clupea harengus	Peixe gordo	Atmosfera modificada	0,0863	7,6263	6	0-80 horas	-	10 °C	9	25	Lyns & Scheelvis-Smit. 2004
7	Arenque	Clupea harengus	Peixe gordo	Atmosfera modificada	0,116	3,6951	5	0-80 horas	-	4 °C	9	25	Lyns & Scheelvis-Smit. 2004
8	Arenque	Clupea harengus	Peixe gordo	Atmosfera modificada	0,1847	3,4338	5	0-80 horas	-	10 °C	9	25	Lyns & Scheelvis-Smit. 2004
9	Biqueirão	Engraulis encrasicolus	Peixe gordo	gelo	0,1048	0,0613	4	0-7 dias	5 dias	0 °C	10	23	Sanchez-Cascado et al. 2005
10	Salmão do atlântico	Salmo salar	Peixe gordo	gelo	0,8229	0,1794	15	0-25 dias	20-21 dias	0-2 °C	11	22	Sveinsdóttir et al. 2003
11	Salmão do atlântico	Salmo salar	Peixe gordo	gelo	0,6921	1,5676	13	0-25 dias	20 dias	0-1 °C	11	24	Sveinsdóttir et al. 2002
12	Sardinha	Sardina pilchardus	Peixe gordo	gelo	5,5714	-0,7619	6	0-5 dias	2 dias	4 °C	11	28	Triqui & Bouchriti. 2003
13	Truta do Ártico	Salvelinus alpinus	Peixe gordo	gelo	0,8404	2,6095	11	0-20 dias	17 dias	0-1 °C	11	24	Cyprian et al. 2008
14	Bacalhau	Gadus morhua	Peixe magro	gelo	0,7989	2,2208	5	0-16 dias	-	0-1 °C	8	18	Warm et al. 1998
15	Carapau	Pagellus bogaraveo	Peixe magro	gelo	0,051	0,114	9	21 dias	12-13 dias	2 °C	14	30	Sant'Ana et al. 2011
16	Corvina	Microponogias furnieri	Peixe magro	gelo	1,376	1,0318	5	0-14 dias	14 dias	0 °C	11	22	Teixeira et al. 2009
17	Dourada	Sparus aurata	Peixe magro	gelo	0,953	0,255	9	0-25 dias	6 dias	2 °C	7	16	Huidobro et al. 2000
18	Linguado	Paralichthys patagonicus	Peixe magro	gelo	1,9047	5,0062	5	0-12 dias	7 dias	0-2 °C	12	32	Massa et al. 2005
19	Peixe-gato	Pangasius hypophthalmus	Peixe magro	gelo	1,0275	2,2845	6	0-14 dias	12 dias	-	8	22	Bao. 2006
20	Robalo	Dicentrarchus labrax	Peixe magro	gelo	2,2432	2,6323	6	0-8 dias	10-12 dias	2 °C	15	40	Majolini. et al. 2009
21	Robalo	Dicentrarchus labrax	Peixe magro	gelo	0,0318	-0,5662	16	0-75 horas	16-18 dias	-1 °C	15	40	Šimat et al. 2009
22	Robalo	Dicentrarchus labrax	Peixe magro	gelo líquido	0,0462	-0,7941	16	0-75 horas	16-18 dias	0-2 °C	15	40	Šimat et al. 2009
23	Robalo	Dicentrarchus labrax	Peixe magro	água do mar	0,3197	-0,0515	16	0-75 horas	15-45 horas	10-12 °C	15	40	Šimat et al. 2009
24	Robalo	Dicentrarchus labrax	Peixe magro	água do mar	0,1635	13,368	16	0-75 horas	-	20-22 °C	15	40	Šimat et al. 2009
25	Robalo	Dicentrarchus labrax	Peixe magro	sala refrigerada	0,1847	-0,3015	16	0-75 horas	-	2-4 °C	15	40	Šimat et al. 2009
26	Robalo	Dicentrarchus labrax	Peixe magro	depósito	0,2791	5,7206	16	0-75 horas	-	16-18 °C	15	40	Šimat et al. 2009
27	Ruivo	Chelidichthys lucernus	Peixe magro	gelo	1,0015	0,3286	11	0-22 dias	18-19 dias	2 °C	9	22	Bakeart.2006
28	Salmonete de Fango	Mullus barbatus	Peixe magro	gelo	1,4255	-0,4629	4	0-11 dias	11 dias	4 °C	9	18	Özyurt et al. 2009
29	Salmonete de Banda Dourada	Upeneus moluccensis	Peixe magro	gelo	1,9165	-0,3205	4	0-8 dias	8 dias	4 °C	9	18	Özyurt. et al. 2009
30	Camarão (inteiro)	Litopenaeus vannamei	Crustáceo	gelo	0,5028	0,2203	4	0-20 dias	12 dias	-	5	10	Oliveira et al. 2009
31	Camarão (descabeçado)	Litopenaeus vannamei	Crustáceo	gelo	0,3316	0,2356	4	0-20 dias	14 dias	-	4	8	Oliveira et al. 2009
32	Caranguejo	Neopisesarma mederi	Crustáceo	gelo	1,4	3,6	6	17 dias	2,8 dias	0-2 °C	8	23	Noojuy & Boonprab. 2008
33	Choco 1	Sepia officinalis, L.	Cefalópode	gelo	1,6227	0,3485	11	0-10 dias	10 dias	2 °C	9	17	Vaz-Pires & Seixas. 2006
34	Choco 2	Sepia officinalis, L.	Cefalópode	gelo	2,6767	0,6083	8	0-10 dias	9-10 dias	2 °C	13	29	Sykes et al. 2009
35	Choco 3	Sepia aculeata	Cefalópode	gelo	0,8463	3,2843	9	16 dias	6 dias	1-4 °C	-	-	Tantasittikul et al. 2011
36	Lula	Illex coindetii	Cefalópode	gelo	1,7884	0,1561	10	0-13 dias	9 dias	2 °C	8	16	Vaz-Pires & Seixas.2006
37	Lula	Photololigo duvaucelli	Cefalópode	gelo	0,7407	3,5903	9	16 dias	6 dias	1-4 °C	-	-	Tantasittikul et al. 2011
38	Polvo	Octopus vulgaris	Cefalópode	gelo	2,0039	0,5597	8	0-8 dias	8 dias	2 °C	10	16	Barbosa & Vaz-Pires. 2004
39	Polvo	Octopus vulgaris	Cefalópode	gelo	1,9972	-0,5012	8	0-8 dias	8 dias	2 °C	10	16	Vaz-Pires & Barbosa. 2003

Inicialmente, verificou-se que existe heterogeneidade nos efeitos dos estudos primários (se considerarmos as variáveis moderadoras), uma vez que se obteve  $Q(df=38)=116,02$  com  $p<0,0001$ . Mais, aproximadamente 65% da variância observada entre os estudos primários ( $I^2=65,19\%$ ) poderá ser devida à influência de outros fatores (ou variáveis moderadoras). Utilizando-se o teste-Q, para comparar os efeitos das categorias do pescado (peixes gordos, peixes magros, crustáceos e cefalópodes) e métodos de conservação (ar, gelo, água e atmosfera modificada), verificou-se um efeito global significativo,  $QM(df=2)=7,66$  com  $p=0,0217$  (tabela 9). Na figura 4, observa-se que não existe enviesamento no que diz respeito à omissão de estudos primários (*funnel plot*) e que os dados possuem distribuição normal (*Q-Q plot*). Apesar dos métodos de conservação *per si* não serem significativos ( $p=0,1362$ ) e das categorias de pescado serem ligeiramente significativas ( $p=0,0964$ ), constata-se que existe informação nos dados passível de ser analisada,  $QE(df=36)=89,80$  com  $p<0,0001$ .

**Tabela 9** – Tabela do teste-Q do modelo os efeitos relativo à meta-análise considerando as categorias do pescado e métodos de conservação

	Coeficiente	SE	z	P
<b>Constante</b>	2,15	0,62	3,47	0,0005
<b>Categoria de pescado</b>	-0,17	0,11	-1,66	0,0964
<b>Métodos de Conservação</b>	0,18	0,12	1,49	0,1362
<b>Teste para a heterogeneidade dos resíduos:</b>	$QE(df=36)=89,80, p<0,0001$			
<b>Teste de moderadores (coeficiente(s) 2, 3, 4):</b>	$QM(df=2)=7,66, p=0,0217$			



**Figura 4** – *Funnel plot* (esquerda) e *Q-Q plot* (direita) relativa à meta-análise considerando categorias de pescado e método de conservação.

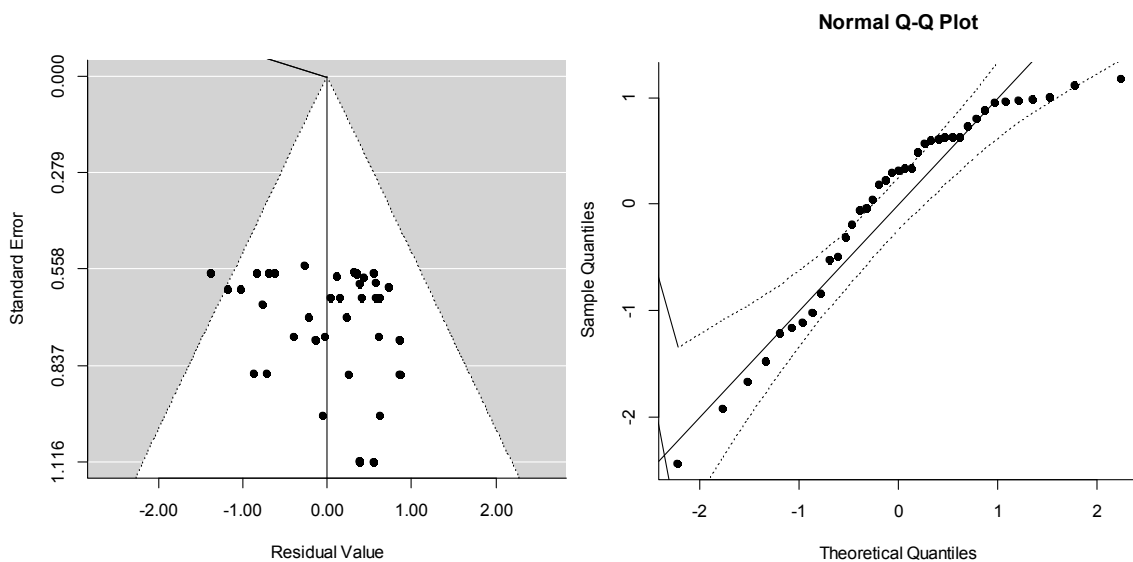
No que diz respeito aos efeitos das categorias do pescado (peixes gordos, peixes magros, crustáceos e cefalópodes), verificou-se, através do teste-Q, um efeito global ligeiramente não-significativo,  $QM(df=3)=6,175$  com  $p=0,1034$  (tabela 10). Na figura 5, observa-se que não parecem existir enviesamentos em termos de eventual omissão de estudos primários (*funnel plot*) e de distribuição normal dos dados (*Q-Q plot*). Apesar da não-significância das categorias de pescado ( $p>0,1034$ ), constata-se que existe informação nos dados passível de ser analisada,  $QE(df=35)=92,47$  com  $p<0,0001$ .

**Tabela 10** – Tabela do teste-Q do modelo dos efeitos relativo à meta-análise considerando as categorias de pescado

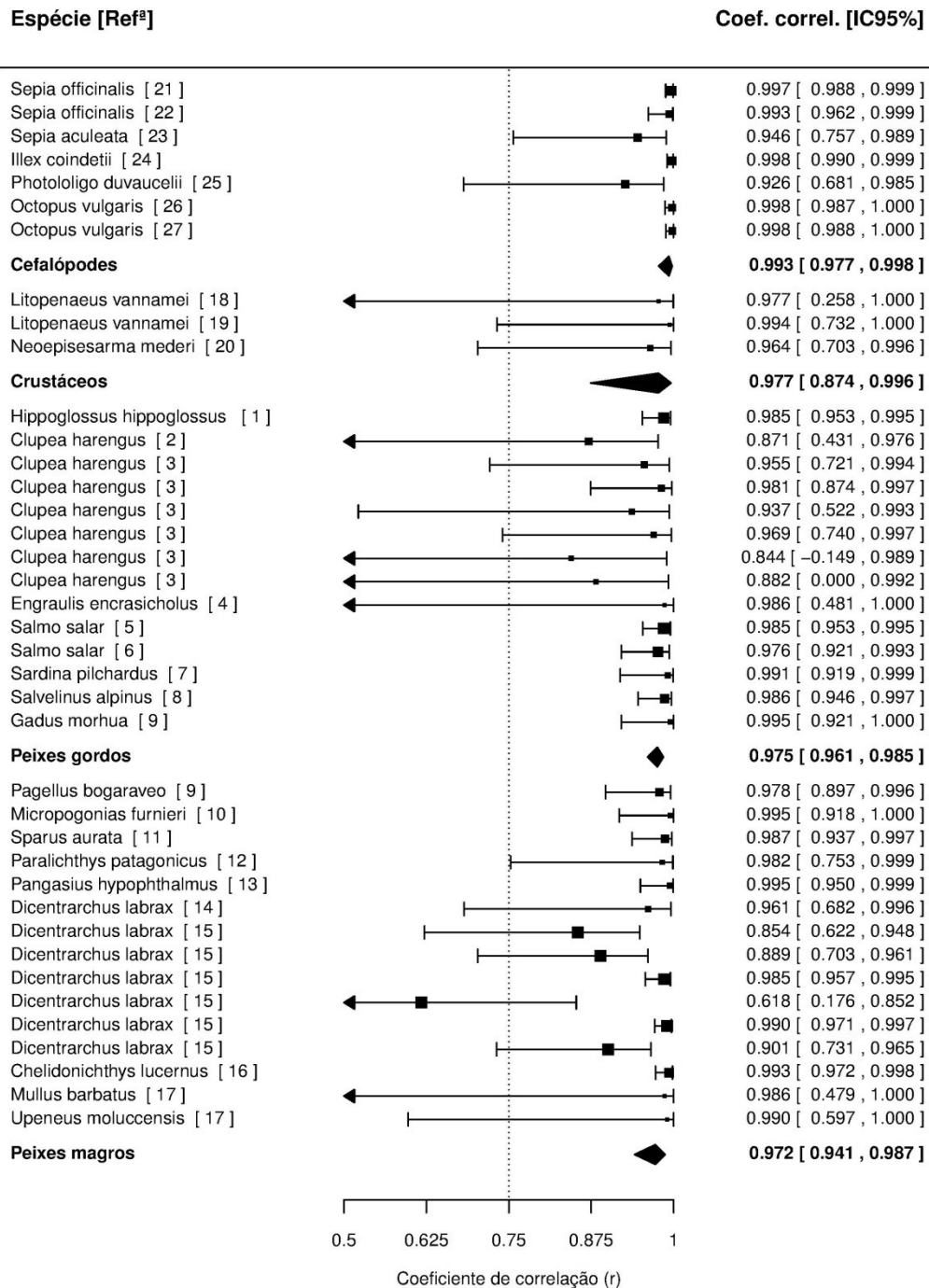
Categorias de pescado	Coefficiente	SE	z	P
<b>Cefalópodes</b>	2,81	0,25	11,14	<0,0001
<b>Crustáceos</b>	-0,5	0,61	-0,88	0,3788
<b>Peixes Gordos</b>	-0,71	0,32	-2,19	0,0283
<b>Peixes Magros</b>	-0,71	0,31	-2,31	0,0212
<b>Teste para a heterogeneidade dos resíduos:</b>	$QE(df=35)=92,47, p<0,0001$			
<b>Teste de moderadores (coeficiente(s) 2, 3, 4):</b>	$QM(df=3)=6,175, p=0,1034$			

Legenda: nesta tabela os coeficientes relativos às categorias “crustáceos”, “peixes” devem ser interpretadas em função do coeficiente para “cefalópodes”, como numa ANOVA sequencial. Por exemplo, a estimativa -0,71 para “peixes gordos” deve ser “lido” como  $2,81-0,71=2,10$

Na figura 6 ilustram-se (através de um *forest plot*) os efeitos (e respectivos SE) dos vários estudos primários e efeitos médios estimados para as categorias de pescado, considerados neste trabalho. Verifica-se que os estudos que envolveram os cefalópodes possuem um coeficiente de correlação estimado de 0,993, com um intervalo de 95% de confiança associado de 0,977 a 0,998; no caso dos crustáceos o coeficiente de correlação é de 0,977, com o respetivo intervalo de confiança de 0,874 a 0,996; nos peixes gordos o coeficiente de correlação será de 0,975 com o intervalo de confiança de 0,961 até 0,985 e, por último, os estudos relativos a peixes magros que possuem um coeficiente de correlação de 0,972 e com o seu intervalo de confiança de 0,941 a 0,987. É de salientar que, das categorias de pescado, os crustáceos possuem o maior intervalo de confiança do efeito médio (0,874 a 0,996), Pelo contrário, nos peixes magros, apesar da variabilidade existente, o efeito médio é bastante preciso.



**Figura 5** – *Funnel plot* (esquerda) e *Q-Q plot* (direita) relativos à meta-análise considerando as categorias de pescado



**Figura 6** – Efeitos (e respetivos SE) em termos do coeficiente de correlação dos vários estudos primários (■) e efeitos médios (◆) estimados para as categorias de pescado (indicados a negro).

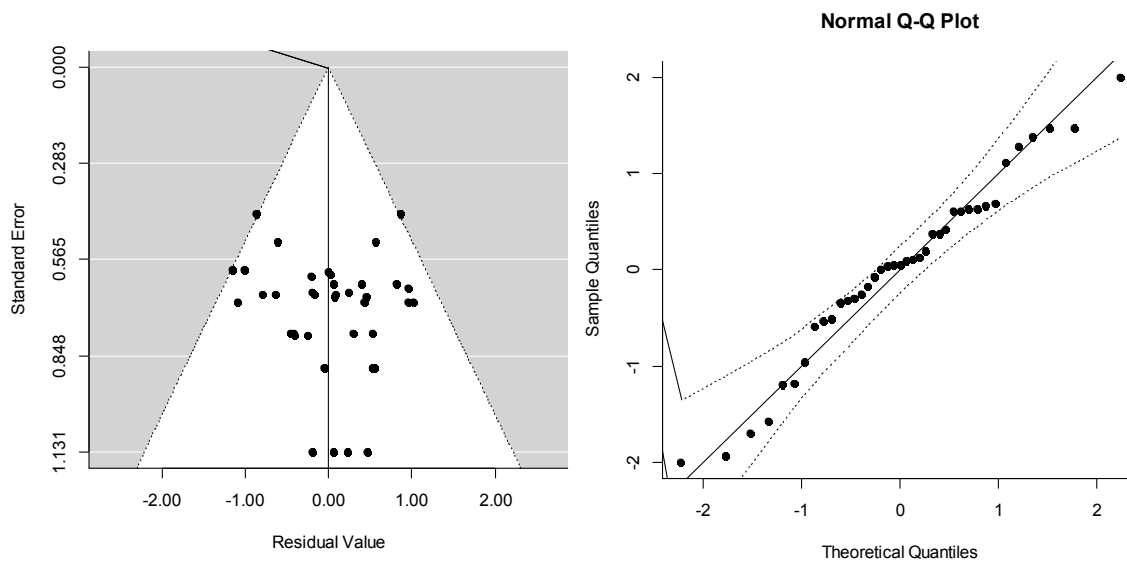
Na perspectiva de comparar os efeitos dos métodos de conservação (ar, gelo, água e atmosfera modificada), verificou-se, utilizando o teste-Q, um efeito global significativo,  $QM(df=3)=6,34$  com  $p=0,096$  (tabela 11). Na figura 7, observa-se que não existe enviesamento no que diz respeito à eventual omissão de estudos primários (*funnel plot*) e que os dados possuem distribuição normal (*Q-Q plot*). Dos métodos de conservação considerados, constata-se que ainda existe informação nos dados passível de ser analisada,  $QE(df=35)=99,70$  com  $p<0,0001$ .

**Tabela 11** – Tabela do teste-Q do modelo de efeitos relativo à meta-análise considerando o método de conservação

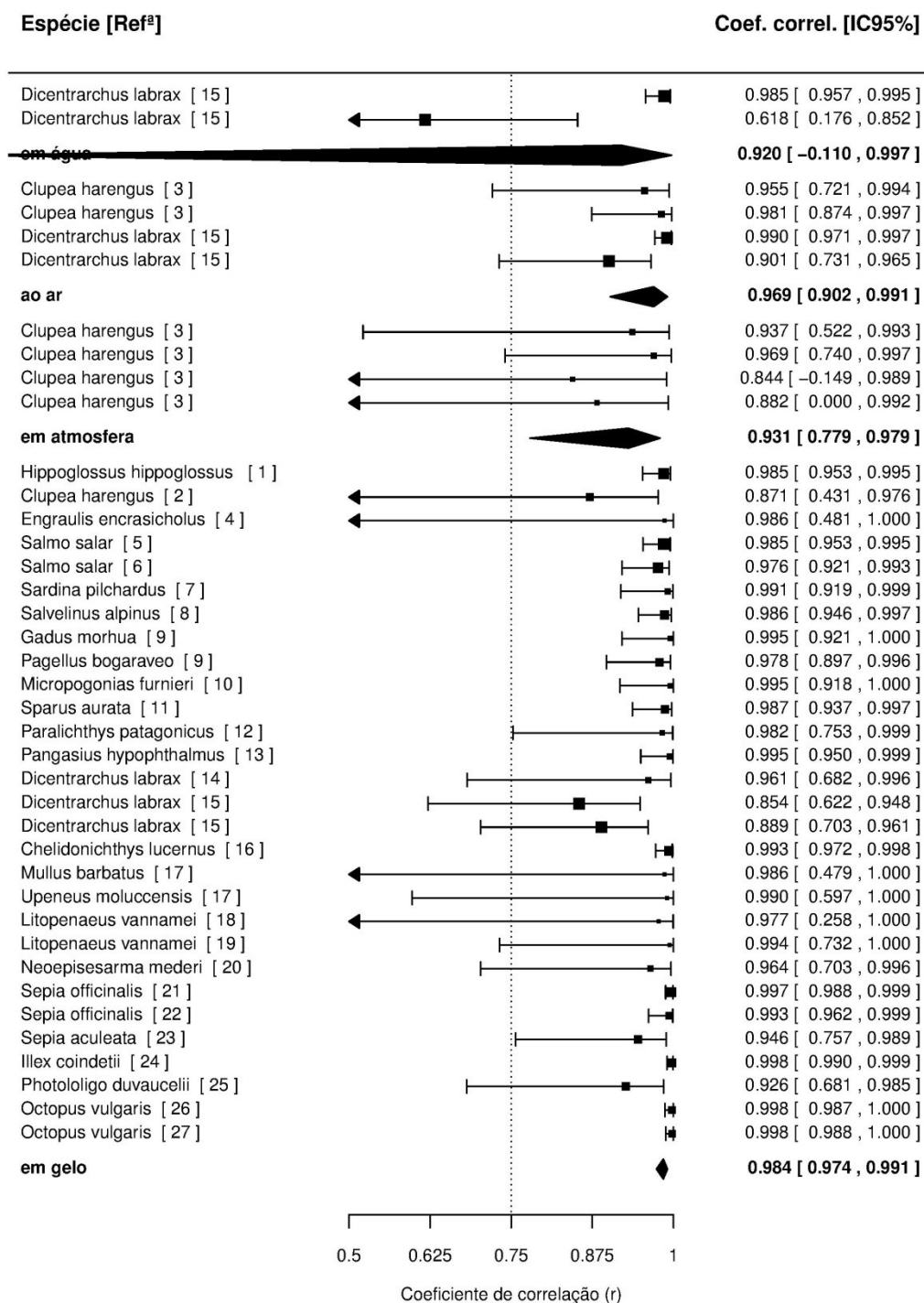
Conservação	Coefficiente	SE	z	p
<b>Água</b>	1,59	0,43	3,67	0,0002
<b>Ar</b>	0,50	0,55	0,91	0,3628
<b>Atmosfera</b>	0,05	0,6	0,09	0,9324
<b>Gelo</b>	0,83	0,45	1,85	0,0649
<b>Teste para a heterogeneidade dos resíduos:</b>	$QE(df=35)=99,70, p<0,0001$			
<b>Teste de moderadores (coeficiente(s) 2, 3, 4):</b>	$QM(df=3)=6,34, p=0.0962$			

Legenda: como tabela anterior.

Na figura 8 apresentam-se, usando um *forest plot*, os efeitos (e respetivos SE) dos vários estudos primários e efeitos médios estimados para as categorias de conservação, considerados neste trabalho. Verifica-se que: nos estudos primários cujo pescado foi conservado em água o coeficiente de correlação médio estimado foi de 0,920, com um intervalo de 95% de confiança de - 0,110 a 0,997; no caso das tabelas QIM desenvolvidas para pescado conservado em ar, o coeficiente de correlação médio foi de 0,969 (0,902 a 0,991); quando o pescado foi conservado em atmosfera modificada, o coeficiente estimado de correlação da tabela QIM foi 0,931 (0,779 a 0,979); e, por último, a conservação do pescado em gelo está relacionada com um coeficiente de correlação médio estimado (QIM) de 0,984 (0,974 a 0,991). É de salientar que, dentro das categorias de conservação, a conservação em água possui um intervalo de 95% de confiança extremamente grande (-0,110 a 0,997). Apesar da variedade de espécies e estudos primários cujo pescado foi conservado em gelo, o efeito médio, em termos de coeficiente de correlação, foi bastante preciso.



**Figura 7** – *Funnel plot* (esquerda) e *Q-Q plot* (direita) relativa à meta-análise considerando o método de conservação



**Figura 8** – Efeitos (e respetivos SE) em termos do coeficiente de correlação dos vários estudos primários (■) e efeitos médios (◆) estimados para os métodos de conservação (indicados a negro).

## 5. Discussão

No Regulamento (CE) 2406/96, de 26 de Novembro, aplicável na União Europeia, encontram-se fixadas normas de comercialização para mais de 40 espécies de produtos da pesca e da aquicultura, incluem-se esquemas de avaliação do grau de frescura para alguns grupos de peixes (brancos, azuis e elasmobrânquios), cefalópodes e crustáceos, mas há muitas outras espécies comercializadas nas lotas e no circuito da distribuição que não se encontram abrangidas. Para além das características sensoriais constantes das tabelas do Regulamento, nem sempre adequadas por não permitirem descrever, convenientemente, as alterações que têm lugar no pescado. As “deficiências” destas tabelas têm sido apontadas em vários países e por vários autores (Nielsen *et al.* 2002, Pons-Sánchez-Cascado *et al.* 2005), o que impulsionou o desenvolvimento de esquemas alternativos de avaliação da qualidade do pescado, que tenham em conta as características de cada espécie, que sejam de aplicação mais desenvolta e que permite que as classificações do grau de frescura evoluam proporcionalmente com o tempo de conservação.

O QIM é um método de avaliação da frescura/qualidade do pescado que reflete os diferentes níveis de qualidade dos produtos de forma simples e bem documentada. É baseado nos parâmetros de qualidade sensorial considerados relevantes, que são ponderados através de um sistema de pontuação de 0-3 pontos de demérito para cada parâmetro (Hyldig & Green-Petersen, 2004) e é, normalmente, referido como um método de aplicação específico, i.e. por espécie ou eventualmente por género (Hyldig *et al.* 2007a). Mais, nos esquemas QIM o índice de qualidade (IQ), ou seja a soma dos pontos de demérito, aumenta linearmente com o tempo de armazenamento (em gelo). Teoricamente, a reta (ideal) com origem no ponto (0,0) (zero pontos de demérito no dia zero do período de armazenamento) atinge o máximo (somatório máximo de pontuação) no dia de rejeição do produto, do ponto de vista sensorial. No entanto, em alguns casos, a soma máxima de pontuação IQ não corresponde ao tempo de conservação útil (ou, mais popularmente, tempo de prateleira) máximo (Martinsdóttir *et al.*, 2009a). Apesar de poderem provir do mesmo “lote”, por exemplo do mesmo tempo de armazenamento e/ou do mesmo modo de manuseamento, algum pescado individual pode deteriorar-se a taxas diferentes, devido a vários fatores tais como diferentes condições biológicas,

tratamento a bordo dos navios ou até mesmo do seu tamanho (Oehlenschläger & Rehbein, 2009). A deterioração dos compostos azotados devido às reações autolíticas e à atividade microbiana, juntamente com a rancidez dos lípidos polinsaturados (especialmente nos peixes gordos) são as maiores limitações do tempo de prateleira (Martinsdóttir et al., 2009a).

Neste trabalho utilizou-se a meta-análise para estudar como varia o QIM relativamente à categoria de pescado (peixes gordos, peixes magros, crustáceos e cefalópodes) e modo de conservação (água, ar, atmosfera e gelo). Paralelamente, testou-se a possibilidade de se utilizar o esquema QIM por categoria de pescado e/ou métodos de conservação, ao invés de ser aplicado individualmente para cada espécie de pescado, tal como acontece com o disposto no Regulamento EU.

### **5.1. Efeito da categoria do pescado sobre o QIM**

Nos estudos primários analisados, verificou-se existir heterogeneidade nos efeitos, *i.e.* coeficiente de correlação das regressões, que suportam os esquemas QIM. A meta-análise subsequente, considerando as categorias de pescado (*sensu* Regulamento CE) e os métodos de conservação, confirmam a significância destes fatores para a variabilidade dos efeitos. No entanto, a variação entre os efeitos de cada um dos estudos primários, quando agrupados em categorias de pescado, não suporta do ponto de vista da meta-análise aquela subdivisão. De facto, em certas categorias de pescado, a magnitude dos efeitos em cada estudo primário é relativamente reduzida (por exemplo os crustáceos) ou bastante variável (peixes magros). Noutras categorias, o número de estudos primários incluídos é reduzido (crustáceos). Mais ainda, no caso dos peixes magros, dos 15 estudos primários considerados, 7 dizem respeito à mesma espécie (*Dicentrarchus labrax*), sendo que 6 desses estudos são, de facto, recolhidos da mesma fonte. Neste último caso, apesar da metodologia de meta-análise tomar em consideração esse facto, alguma variabilidade entre estudos permanece.

Entende-se como “pescado” uma grande variedade de organismos aquáticos designadamente “os animais subaquáticos (crustáceos, moluscos, equinodermes, ciclóstomos, peixes, batráquios, reptéis e mamíferos), suas partes ou produtos, preparados ou não, com destino à alimentação humana” (Portaria n.º 559/76, de 7 de Setembro). Existem, compreensivelmente, grandes diferenças biológicas, ecológicas,

mas acima de tudo, diferenças na sua composição nutricional e bioquímica entre os organismos designados como pescado, mas que foram agrupadas em categorias conforme aquelas definidas no Regulamento (CE) 2406/96 designadamente peixes brancos (i.e. magros), peixes azuis (ou seja, gordos), esqualos, cefalópodes e crustáceos. Para além das óbvias razões para separar moluscos (cefalópodes, bivalves, etc.), dos crustáceos, dos peixes (também divididos em esqualos e raias, e peixes ósseos), a separação entre os peixes magros e peixes gordos deriva principalmente do teor em lípidos. A usual divisão dos peixes (ósseos) em peixes gordos e magros está, como já se referiu, associada ao teor em lípidos, que é mais elevada nos peixes gordos (Ando et al. 1985, Oehlenschläger & Rehbein, 2009). O conteúdo de gordura do pescado varia muito em quantidade e na composição dos ácidos gordos. Apesar do conteúdo em proteína ser quase sempre constante, o conteúdo em gordura é maioritariamente dependente do estado de maturidade, do estado nutricional, da idade, do local de captura e da altura do ano em que é capturado (Gonçalves, 2010). A gordura não é homogeneamente distribuída pelo corpo. Nos peixes magros a gordura está localizada essencialmente no fígado, como “reservatório” de energia, nos peixes gordos está depositado no tecido muscular, como uma membrana subcutânea, por baixo da pele ou nos intestinos (Alasavar *et al.*, 2011). O carácter extremamente insaturado destes ácidos gordos são a razão pelo qual esses são suscetíveis à oxidação lipídica e degradação oxidativa. Portanto as espécies de peixes gordos têm uma maior tendência a exibir rancidez, após um determinado tempo de armazenamento (Oehlenschläger & Rehbein, 2009).

Os cefalópodes são altamente nutritivos em termos de conteúdo proteico (Barbosa & Vaz-Pires, 2004). Devido ao facto de não possuírem esqueleto ósseo, a sua parte edível é de 80 a 85% da massa total do corpo, mais elevada do que a média dos crustáceos (40-45%) e dos peixes cartilagíneos (25%) (Barbosa & Vaz-Pires, 2004). Uma vez capturados, os cefalópodes sofrem uma rápida degradação proteica, devido à ação de enzimas de origem endógena e bacteriana. Esta elevada atividade proteolítica produz um aumento nos níveis de compostos azotados proveniente dos músculos, favorecendo a proliferação da microbiota degenerativa e a sua rápida decomposição (Vaz-Pires & Barbosa, 2003).

Os crustáceos são altamente perecíveis e têm um limitado período de conservação, em virtude da deterioração de origem microbiana. No entanto, a perda de aceitação pelos consumidores está especialmente relacionada à melanose (Gokoglu & Yerlikaya, 2008).

A melanose (coloração escura nos crustáceos) é um processo pós-morte natural induzido pela polimerização de fenóis em pigmentos pretos insolúveis, as melaninas. A polimerização dos compostos fenólicos é catalisada pela polifenol oxidase (Poliphenoloxidase ou PPO), também chamada de tirosinase, um complexo enzimático encontrado em quase todos os organismos (Kim *et al.*, 2000). Embora a melanose pareça ser inofensiva para os consumidores do ponto de vista de saúde pública, ela reduz drasticamente o valor de mercado dos crustáceos, visto que a aceitabilidade do produto pelo consumidor diminui bastante e daí a considerável perda financeira (Montero *et al.*, 2001).

A definição de tempo de conservação útil (ou, mais popularmente, tempo de prateleira) também pode variar de estudo para estudo. Barbosa & Bremner (2002) debateram as várias definições de “tempo de prateleira” e enfatizaram que a definição de início e final do tempo de prateleira deverá ser clara e bem definida, pois é um termo variável até do ponto de vista cultural. Para a indústria pesqueira, o tempo de prateleira é baseado em quanto tempo a companhia está disposta a aceitar o produto no mercado, até à venda (Barbosa & Bremner, 2002). Para os consumidores, o final do tempo de prateleira é quando o produto já não apresenta características sensoriais aceitáveis. A definição final do tempo de prateleira para o pescado será então o número de dias em que o pescado (eviscerado) poderá ser armazenado em gelo até já não ser apto para consumo humano (Oehlschläger & Rehbein, 2009). Ainda assim, esse período de conservação útil tem implicações nos resultados da regressão que estão na base dos esquemas QIM e pode, por isso, ser parcialmente responsável pela variação observada entre estudos primários independentemente da categoria do pescado.

## **5.2. Efeito dos métodos de conservação sobre o QIM**

Nos estudos primários compilados para esta meta-análise, encontram-se trabalhos nos quais o pescado, por vezes até da mesma espécie, foi conservado de formas distintas e a diferentes temperaturas, por exemplo, espécies tais como o arenque (*Clupea harengus*) e robalo (*Dicentrarchus labrax*) cujos diferentes métodos de conservação utilizados foram o gelo, a água, a atmosfera modificada e ao ar (Martinsdóttir *et al.*, 2009; Lyhs & Schelvis-Smit, 2004; Majolini *et al.*, 2009, Šimat *et al.*, 2009). Esta variabilidade de métodos e, neste caso em particular, de temperaturas de conservação contribui muito

para as diferenças na qualidade do pescado ao longo do tempo de conservação útil (Lidon & Silvestre, 2008). São, por isso, de esperar implicações no esquema QIM, designadamente ao nível da pontuação (em termos de pontos de demérito). Essa variabilidade poderá, de facto, “mascarar” eventuais diferenças que se poderiam encontrar entre esquemas QIM para distintos modos de conservação. Neste trabalho, e para além da categoria de pescado, incluiu-se na meta-análise o método de conservação como variável moderadoras.

Sendo assim, e no caso da conservação em água, visto que é a categoria que menos estudos apresenta (2 “entradas” da mesma espécie, retirados do mesmo estudo primário, Šimat *et al.* (2009)), era expectável que apresentasse o maior intervalo de confiança (-0,110 a 0,997), o que pode ser explicado pela diferença de temperaturas em que estão conservados (10-12 °C e 20-22 °C). Pelo contrário, no pescado conservado em gelo – método mais comum de conservação do pescado (Huss, 1995, Vaz-Pires, 2006) –, o efeito médio, em termos de coeficiente de correlação, foi bastante preciso. Este resultado pode ser explicado pela influência que as diferentes condições de armazenamento, por exemplo em gelo, ao ar, às temperaturas de conservação, causam mudanças nas propriedades físico-químicas e reológicas do pescado. A temperaturas mais baixas (neste caso, a temperatura que atinge o gelo fundente, 0 °C) atrasa-se a degradação do pescado, já que as enzimas atuam mais lentamente e o desenvolvimento microbiano será também muito lento, os atributos sensoriais permanecem preservados durante mais tempo (Šimat *et al.*, 2009). Parece que o gelo contribui para uma dinâmica de deterioração mais homogénea entre os grupos de pescado, ao contrário dos outros modos de conservação que, de certa forma, deixam que os processos de deterioração sejam mais “naturais” e específicos de cada grupo de pescado. Esta ideia poderia ter sido confirmada com uma meta-análise do efeito da interação entre categoria\*método, ainda que não tenha sido feita em virtude do número reduzido de estudos primários que se poderiam considerar. No fim de contas, a variabilidade é tão elevada independentemente das razões que se possam adiantar, que parece, mais uma vez, fazer sentido que o QIM seja específico.

### 5.3. Considerações sobre a utilização da meta-análise

Os estudos primários compilados dizem respeito a trabalhos de desenvolvimento e elaboração de esquemas QIM e não a estudos de aplicação dos esquemas para a avaliação da qualidade, daí o seu número ser relativamente reduzido àquele que se obteria, por exemplo, pesquisando apenas “QIM” na B-On ou no Google™ Académico.

Alguns estudos primários (conforme foram considerados neste trabalho) integram, de facto, o mesmo trabalho/documento científico. O método mais simples para explicar esta variabilidade será de incluir um caso para cada combinação de níveis das suas variáveis moderadoras. No entanto, a codificação de vários casos num só estudo apresenta uma dependência nos seus dados que deverá ser contabilizada na sua análise. Uma forma de contabilizar esta dependência é a de analisar os dados, utilizando um modelo “mixed-effects”, em que o estudo primário em questão é incluído na análise como um fator aleatório (DeCoster, 2009). Esta foi a estratégia usada neste trabalho.

As conclusões da meta-análise dependem da qualidade dos estudos primários publicados/considerados (Borenstein *et al.* 2009). Poderiam existir outros estudos primários, cujos resultados lograriam ser significativos para este trabalho de meta-análise, porém os seus resultados podem não ter sido considerados significativos para a sua publicação original. Este problema resulta na distribuição tendenciosa da magnitude dos efeitos, em que a importância dos estudos publicados – e considerados num trabalho de meta-análise – é sobrestimada (Harrison, 2011). Neste trabalho, o esforço da pesquisa das bases de dados e repositórios permitiu compilar 27 trabalhos (ou estudos primários) incluindo teses, dissertações e relatórios internos, vulgarmente designados “literatura cinzenta” que são, geralmente, difíceis de angariar. Mais, os *funnel plot* que se elaborou em consequência das meta-análises nada parecem indicar relativamente à omissão sistemática de estudos primários.

### 5.4. Perspetivas futuras

Qualquer trabalho, para mais de índole técnico-científica ou de investigação, não esgota ou encerra o tema estudado. Por isso, faz sentido complementar esta meta-análise com estudos primários, de forma a aumentar, por exemplo o número de estudos por categoria

de pescado, nomeadamente estudos relativos a crustáceos e cefalópodes, ou a incluir categorias constantes do Regulamento (CE) 2406/96 que não foram considerados, por exemplo esqualos e bivalves. Para além da pesquisa mais exaustiva da literatura existente designadamente de estudos usualmente designados “literatura cinzenta”, ainda faltam mais estudos de desenvolvimento de esquemas QIM para mais espécies. Por outro lado, a temperatura que condiciona a taxa de deterioração do pescado, é uma variável moderadora a considerar necessariamente em trabalhos futuros. No entanto, não é neste momento claro o modo de concretizar essa (meta-)análise.

## **6. Conclusão**

Neste trabalho utilizou-se uma técnica de revisão crítica da literatura, meta-análise, para testar a possibilidade de, em certo sentido, simplificar a utilização de escalas/tabelas QIM que têm sido desenvolvidos para espécies de produtos de pesca e aquicultura nos últimos 20 anos.

Quando consideradas em conjunto, as variáveis (moderadoras) categoria de pescado (peixes gordos, peixes magros, crustáceos e cefalópodes) e modo de conservação (em ar, em água, em atmosfera modificada e em gelo) parecem explicar a variabilidade observada entre os estudos QIM. Apesar deste resultado “global”, quando os dados são analisados por categoria de pescado, por um lado, ou modo de conservação, por outro, a variabilidade dos efeitos determinados para os estudos primários contribuiu decisivamente para a não-significância dos modelos nessas meta-análises.

Não se reuniram, portanto, evidências que suportem o agrupamento dos esquemas QIM por categoria do pescado e/ou método de conservação, pelo que parece oportuno continuar a desenvolver, e utilizar, os esquemas QIM de modo específico.

## 7. Bibliografia

- Alasalvar, C., Miyashita, K., Shahidi, F., & Wanasundara, U. (2011). *Handbook of Seafood Quality, Safety and Health Applications*. John Wiley & Sons.
- Ando, S., Hatano, M. & Zama, K. (1985). Deterioration of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) muscle during spawning migration - I. Changes in proximate composition of chum salmon muscle during spawning migration. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 80B, 303-307.
- Ando, S. & Hatano, M. (1986). Biochemical characteristics of chum salmon muscle during spawning migration. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish*. 52, 229-12354.
- Baixas-Nogueras, S., Bover-Cid, S., Veciana-Nogues, T., Nunes, M. L. & Vidal-Carou, M. C. (2003). Development of a Quality Index Method to Evaluate Freshness in Mediterranean Hake (*Merluccius merluccius*). *Journal of Food Science*. Vol. 68, Nr. 3. 1067-1071.
- Bakeart, K. (2006). Development of a Quality Index Method Scheme to evaluate freshness of tub gurnard (*Chelidonichthys lucernus*). *Quality, Safety and Processing of Wild and Farmed Fish*. 289-296.
- Bao, H. N. D. (2006). QIM Method Scores Quality, Shelf Life of Pangasius Fillets. *Global Aquaculture Advocate*. November/December 28-30.
- Barbosa, A. & Bremner, A. (2002). The meaning of shelf-life. Em H.A. Bremner (Ed.) *Safety and Quality Issues in Fish Processing*. Woodhead Publishing Limited, UK, pp. 173-190.
- Barbosa, A. & Vaz-Pires, P. (2004). Quality index method (QIM): development of a sensorial scheme for common octopus (*Octopus vulgaris*). *Food Control* 15. 161-168.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T. & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to Meta-Analysis*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Borresen, T. (1992). Quality aspects of wild and reared fish. Em: *Proceedings of an International Conference on Quality Assurance in the Fish Industry* (Eds H. H. Huss, M. Jacobson & J. Liston), pp 1-17
- Botta, J. R. (1995). *Evaluation of seafood freshness quality*. VCH Publishers, New York. viii, 180 pp.
- Bremner, H.A., (2000). Toward practical definitions of quality for food science. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 40, pp. 83-90.
- Bremner, HA, and M Sakaguchi. 2000. A critical look at whether 'freshness' can be determined. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 9, pp. 5-25.
- CAC (2004). Código de boas práticas para peixe e produtos da pesca. CAC/RCP. 52-2003, Rev. 1-2004.

- Cyprian, O. O., Sveinsdóttir, K., Magnússon, H. & Martinsdóttir, E. (2008). Application of Quality Index Method (QIM) Scheme and Effects of Short-Time Temperature Abuse in Shelf Life Study of Fresh Water Arctic Char (*Salvelinus alpinus*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, Vol. 17.
- DeCoster, J. (2009). Meta-Analysis Notes. Retirado a 17 de Outubro de 2011 de <http://www.stat-help.com/notes.html>.
- DGPA 1999-2007. Recursos da Pesca. Serie Estatística. Volume A-B. Disponível em: <http://www.dgpa.min-agricultura.pt/>. Consultado em 4 Maio de 2010.
- Diniz, M. (1998). A aquacultura pp. 13-15 in: HENRIQUES, M. A. R. (Ed). Manual de Aquacultura. Departamento de Produção Aquática, Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, Universidade do Porto, Porto. 207 pp.
- Esteves, E. & Aníbal, J. (2007). Quality Index Method (QIM): utilização da Análise Sensorial para determinação da qualidade do pescado. Actas do 13º Congresso do Algarve, Racal-Clube, Lagos, 2007, pp. 365-373.
- Farber, L. (1965). Freshness tests. Em: (Ed) G. Borgstrom. *Fish as food*. New York: Academic. v.IV, p.66-69.
- FAO, 1995. Quality and quality changes in fresh fish. *FAO Fisheries Technical Paper*, 348, Rome, 195 pp.
- FAO, 2005. Discards in the World's Marine Fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper*, 470, Rome, 131 pp.
- FAO 2007. FAO yearbook. Fishery statistics. Commodities/FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Vol. 101.
- FAO, 2012. The state of world fisheries and aquaculture. *FAO Fishery Technical Paper*. Rome, 218 pp.
- Finney, D. A., (1995). Statistician at meta-analysis. *Journal of Clinical Epidemiology, New Haven*, v. 48, n. 1, p. 87-103.
- Fontes, M. C., Esteves, A., Caldeira, F., Saraiva, C., Vieira-Pinto, M., & Martins, C. (2007). Estado de frescor e qualidade higiénica do pescado vendido numa cidade do interior de Portugal. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 59(5), 1308-1315.
- Glass G. V., (1976). Primary, secondary and meta-analysis of research. *Educational Researcher* 10, 3-8.
- Gokoglu, N., & Yerlikaya, P. (2008). Inhibition effects of grape seed extracts on melanosis formation in shrimp (*Parapenaeus longirostris*). *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1004–1008.
- Gonçalves, A. C. (2010). Qualidade e valorização em aquacultura: propriedades sensoriais e período de conservação útil de peixe e bivalves. doctoralThesis. Obtido Fevereiro 14, 2012, de <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/2243>

- Green, D. P. (2011). Sensory Evaluation of fish freshness and eating qualities. Em: C. Alasalvar, F. Shahidi, K. Miyashita e U. Wanasundara (Eds). *Handbook of Seafood, Quality, Safety and Health Applications*. Wiley-Blackwell. 29-38.
- Guillerm-Regost, C., Haugen, T., Nortvedt, R., Carlehog, M. & Lunestad, B.T., Kiessling, A. e Rora, A. M. (2006). Quality Characterization of Farmed Atlantic Halibut During Ice Storage. *Journal of Food Science*. Vol. 71, Nr. 2
- Harrison, F. (2011). Getting started with meta-analysis. *Methods in Ecology and Evolution*. 2, 1-10.
- Huidobro, A., Pastor, A. & Tejada, M. (2000). Quality Index Method Developed for Raw Gilthead Seabream (*Sparus aurata*). *Journal of Food Science*—Vol. 65, No. 7.
- Hunter, J. E. & Schmidt, F. L. (2004). *Methods of meta-analysis: correcting error and bias in research findings*, SAGE.
- Huss H.H. 1994. Assurance of seafood quality. *FAO Fisheries Technical Paper 334* . pp 46-53
- Huss H.H. 1995. Quality and quality changes in fresh fish. *FAO Fisheries Technical Paper 348*. pp 35-67
- Hyldig, G. & Green-Petersen, D. M. B. (2004). Quality Index Method – An Objective Tool for Determination of Sensory Quality. *Journal of Aquatic Food Product Technology* - Vol. 13(4).
- Hyldig, G., Larsen, E. & Green-Petersen, D. (2007). Fish and Sensory Analysis in the Fish Chain. Em: L. M. L. Nollet, T. Boylston, F. Chen, P. C. Coggins, M. B. Gloria, G. Hyldig, C. R. Kerth, L. H. McKee e Y. H. Hui (Eds). *Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality*. Blackwell Publishing. 499-510.
- Hyldig, G., Bremner, A., Martinsdottir, E. & Schelvis, R. (2007a). Quality Index Methods. Em: L. M. L. Nollet, T. Boylston, F. Chen, P. C. Coggins, M. B. Gloria, G. Hyldig, C. R. Kerth, L. H. McKee e Y. H. Hui (Eds). *Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality*. Blackwell Publishing. 529-547.
- INE. (2009). *Estatísticas da pesca*. Lisboa – Portugal.
- Kim, J., Marshall, M. R., & Wei, C. (2000). Polyphenoloxidase. Em: N. F. Haard & B. K. Simpson, *Seafood enzyme utilization and influence on post-harvest seafood quality*. 271–315.
- Lidon, F. & Silvestre, M. M., (2008). *Conservação de Alimentos, Princípios e Metodologias*. Escolar Editora. Lisboa.
- Lipsey, M. W., & Wilson, D. B. (2001). *Practical meta-analysis (Applied Social Research Methods Series, Vol. 49)*. Thousand Oaks, CA: Sage.

- Lyhs, U. & Schelvis-Smit, R. (2004). Development of a Quality Index Method (QIM) for Maatjes Herring Stored in Air and Under Modified Atmosphere. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, Vol. 14(2).
- MADRP-DGPA. (2007). Plano estratégico para a pesca 2007-2013. Direcção Geral das Pescas e Aquicultura, Lisboa. 84 pp.
- Majolini, D., Trocino, A., Tazzoli, M. & Xiccato, G. (2009). Evolution of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) freshness during storage. *Italian Journal of Animal Science*. vol. 8 (Suppl. 3), 282-284.
- Martin, C.R.A. (1978) Practical food inspection. London: Lewis & Co, p. 358-361.
- Martin, R.E.; Collete, R.L. & Slavin, J.W. (1997) Fish inspection, quality control, and HACCP. A global focus. Oregon State University.
- Massa, A. E., Palacios, D. L., Paredi, M. E & Crupkin, M. (2005). Postmortem Changes in Quality Indices of Ice-Stored Flounder (*Paralichthys Patagonicus*). *Journal of Food Biochemistry* 29. 570–590.
- Matos, M.M.C. (1994). Métodos rápidos para análise do frescor do pescado. *Vet. Tec.*, v.4, p.22-25.
- Martinsdóttir, E., Schelvis, R., Hyldig, G. & Sveinsdóttir, K. (2009a). Sensory Evaluation of Seafood: General Principles and Guidelines. Em: Oehlenschläger, J. e Rehbein, H. (Eds). *Fishery Products: Quality, Safety and Authenticity*. Blackwell Publishing. 411-424
- Martinsdóttir, E., Sveinsdóttir, K., Olafsdóttir, G. & Arason, S. (2009). Application of Quality Index Method, Texture Measurements and Electronic Nose to Assess the Freshness of Atlantic Herring (*Clupea harengus*) Stored in Ice. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. Nr. 57.
- Mendes. (1991). Proteínas de Pescado – Composição, alterações e aspetos funcionais. Trabalho de Síntese apresentado para provas de acesso à categoria de Assistente de Investigação. DTPA – INIP, pp 121.
- Montero, P., Lopez-Caballero, M. E., & Perez-Mateos, M. (2001). The effect of inhibitors and high pressure treatment to prevent melanosis and microbial growth on chilled prawns (*Penaeus japonicus*). *Journal of Food Science*, 66, 1201–1206.
- Nielsen, J. (1997). Sensory Analysis of Fish. Proceedings of the final meeting of the concerted action “Evaluation of fish freshness. Nantes. France. pp:12-14.
- Nielsen D, Hyldig G. (2004). Influence of handling procedures and biological factors on the QIM evaluation of whole herring (*Clupea harengus L.*). *Food Research International* 37: 975-983.
- Nielsen, D., Hyldig, G. & Larsen, E. (2002). ‘Eating Quality’ of Fish—A Review. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, Vol. 11(3/4).

- Noojuy, N. & Boonprab, K. (2008), Quality Index Method (QIM) And Its Related Indexes For Meder's Mangrove Crab (*Neopisesarma mederi*, H. Milne Edwards 1853) Stored In Ice. *KMITL Science Journal*, Vol.8, No.2 (Section A).
- Norma Portuguesa 2287, Pescado. Classificação da frescura do peixe. Instituto Português da Qualidade, 1988.
- Nunes, M. L., Batista, I. & Cardoso, C. (2007). Avaliação do índice de qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado. Em: Publicações avulsas do Ipirmar. Nr: 15.
- Oehlenschläger, J. e Rehbein, H. (2009). *Fishery Products: Quality, safety and authenticity*. Wiley-Blackwell. West Sussex.
- Ólafsdóttir, G. V., Verrez-Banis, J. B., Lutén, P., Dalgaard, M., Careche, E., Martinsdóttir, K., HEIA, K. (1997). The Need for Methods to Evaluate Fish Freshness. Proceedings of the final meeting of the concerted action "Evaluation of fish freshness. Nantes. France. pp:17-29.
- Oliveira, V. M., Freitas, M. Q., Clemente, S. C. S. & Mársico, E. T. (2009). Método do Índice de Qualidade (MIQ) Desenvolvido Para Camarão (*Litopenaeus vannamei*) Cultivado. *Revista de Ciências da Vida*, RJ, v. 29, n. 1, p. 60-71.
- Olkin, I. (1995). Statistical and theoretical considerations in meta-analysis. *Journal of Clinical Epidemiology*, New Haven, v. 48, n. 1, p. 133-146.
- Özyurt, G., Kuley, E., Özkütük, S. & Özogul, F. (2009). Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (*Mullus barbatus*) and goldband goatfish (*Upeneus moluccensis*) during storage in ice. *Food Chemistry* 114. 505–510
- Pons-Sánchez-Cascado, S.; Vidal-Carou, M. C.; Mariné-Font, A. (2005). Influence of the freshness grade of raw fish on the formation of volatile and biogenic amines during the manufacture and storage of vinegar-marinated anchovies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*., v.53, p.8586-8592.
- Portaria nº 559/76 de 7 de Setembro. Diário da Republica nº 210/76 – I Série. Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação, da Saúde e do Ambiente e Recursos Naturais. Lisboa.
- R Development Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Regulamento (CE) 2074/2005 da Comissão de 5 de Dezembro de 2005 que estabelece medidas de execução para determinados produtos ao abrigo do Regulamento (CE) n.º 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho e para a organização de controlos oficiais ao abrigo dos Regulamentos (CE) n.º 854/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho.

- Regulamento (CE) 1441/2007 da Comissão de 5 de Dezembro de 2007 que altera o Regulamento (CE) nr 2073/2005 relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios.
- Regulamento (CE) N° 2406/96 do conselho de 26 de Novembro de 1996 relativo à fixação de normas comuns de comercialização para certos produtos da pesca.
- Sainclivier, M. (1983). Le poisson matière première. In: L'Industrie Alimentaire Halieutique. *Bulletin Scientifique et Technique. Ecole Nationale Supérieure Agronomique et Centre de Recherche de Rennes*, Vol. I, 300 p.
- 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*). *Food Science and Technology*, 44
- Sánchez-Cascado, S., Vidal-Carou, M.C., Nunes, M.L. & Veciana-Nogués, M.T. (2005). Sensory analysis to assess the freshness of Mediterranean anchovies (*Engraulis encrasicolus*) stored in ice. *Food Control* 17. 564–569
- Sveinsdottir, K., Martinsdottir, E., Hyldig, G., Jorgensen, B., & Kristbergsson, K. (2002). Application of Quality Index Method (QIM) Scheme in Shelf-life Study of Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Journal of Food Science*, 67(4), 1570-1579
- Sveinsdottir, K., Hyldig, G., Martinsdottir, E., Jørgensen, B., Kristbergsson & K. (2003). Quality Index Method (QIM) scheme developed for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Quality and Preference* 14. 237–245
- Sykes, A. V., Oliveira, A., Domingues, P. M., Cardoso, C. M., Andrade, J. P. & Nunes, M. L. (2009). Assessment of European cuttlefish (*Sepia officinalis*, L.) nutritional value and freshness under ice storage using a developed Quality Index Method (QIM) and biochemical methods. *Food Science and Technology* 42. 424–432.
- Šimat, V., Soldo, A., Maršić-Lučić, J., Tudor, M. & Bogdanovic, T. (2009). Effect of different storage conditions on the dielectric properties of the sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). *Acta Adriatica*, 50(1): 5 – 10
- Tantasuttikul, A., Kijroongrojana, K., Benjakul, S. (2011). Quality Indices of Squid (*Photololigo duvaucelii*) and Cuttlefish (*Sepia aculeata*) Stored in Ice. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 20. 129–147.
- Teixeira, M. S., Borges, A., Franco, R. M., Clemente, S. C. S. & Freitas, M. Q. (2009). Quality Index Method (QIM): development of a sensorial scheme for whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*). *Revista Brasileira de Ciência Veterinária.*, v. 16, n. 2, p. 83-88.
- Triqui, R. & Bouchriti, N. (2003). Freshness Assessments of Moroccan Sardine (*Sardina pilchardus*): Comparison of Overall Sensory Changes to Instrumentally Determined Volatiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51, 7540-7546

- Veiga, A., Lopes, A., Carrilho, E., Silva, L., Dias, M. B., Seabra, M. J., Borges, M., Fernandes, P. & Nunes, S. (2009). Perfil de Risco dos Principais Alimentos consumidos em Portugal. Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE). Lisboa.
- Vaz-Pires, P. & Barbosa, A. (2003). Sensory, microbiological, physical and nutritional properties of iced whole common octopus (*Octopus Vulgaris*). *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*. 37. 105–114.
- Vaz-Pires, P. (2006). Tecnologia do Pescado. Instituto de Ciências Abel Salazar, Universidade do Porto. Porto. 211 pp.
- Vaz-Pires, P. & Seixas, P. (2006). Development of new quality index method (QIM) schemes for cuttlefish (*Sepia officinalis*) and broadtail shortfin squid (*Illex coindetii*). *Food Control* 17. 942–949.
- Viechtbauer, W. (2010). Conducting meta-analyses in R with the metafor package. *Journal of Statistical Software*, 36(3), 1-48. URL <http://www.jstatsoft.org/v36/i03/>.
- Warm, K., Bøknaes, N. & Nielsen, J. (1998). Development of Quality Index Method (QIM) scheme for fresh cod (*Gadus morhua*) Fillets and application in shelf life study. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, Vol. 7.
- Wolf, F. M. (1986). Meta-analysis: quantitative methods for research synthesis. Newbury Park, CA: Sage, 1986. 65p. (Series, 07-059).