

Índice

Índice de Figuras	3
Índice de Tabelas	4
Abreviaturas	5
Resumo	6
Abstract	7
1. Introdução	8
1.1. Estado actual do sector das pescas e importância da aquicultura	8
1.2. Introdução de novos produtos nos hábitos alimentares dos portugueses	10
1.3. Composição química e valor nutricional do pescado	12
1.3.1. Água	13
1.3.2. Proteínas	13
1.3.3. Lípidos	15
1.3.3.1. Ácidos gordos	16
1.3.3.2. Metabolismo dos ácidos gordos ω 3 e ω 6	17
1.3.3.3. Relação ω 3/ ω 6	19
1.3.3.4. Recomendações para o consumo de ácidos gordos	21
1.3.4. Colesterol	23
1.3.5. Vitaminas e sais minerais	25
1.4. Espécies selvagens e espécies de aquicultura	26
1.5. Tratamentos culinários	28
1.6. Objectivos	30
2. Material e métodos	31
2.1. Material	31
2.2. Estratégia de amostragem	31
2.3. Métodos	31
2.3.1. Preparação do pescado	31
2.3.2. Humidade e cinza	33
2.3.3. Proteína bruta	33
2.3.4. Gordura livre total	33
2.3.5. Colesterol	33

2.3.6. Perfil de ácidos gordos	34
2.3.7. Índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT)	34
2.3.8. Factores de retenção	35
2.3.9. Valor energético	35
2.3.10. Análise estatística	36
3. Resultados e discussão	37
3.1. Composição química das espécies	37
3.2. Perfil de ácidos gordos	41
3.3. Índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT)	50
3.4. Colesterol	52
3.5. Tratamentos culinários	55
3.5.1. Efeito na composição química	55
3.5.2. Efeito no perfil de ácidos gordos	59
3.5.3. Efeito nos índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT)	65
3.5.4. Efeito no colesterol	67
4. Conclusões e perspectivas futuras	70
5. Referências bibliográficas	73
Anexos	i
Anexo I – Informações acerca das espécies estudadas	ii
Anexo II – Métodos	vi
Anexo III – Amostragem	x
Anexo IV – Resultados	xi

Índice de Figuras

Figura 1 – Evolução da aquicultura em Portugal.	11
Figura 2 – Metabolismo dos ácidos gordos das famílias $\omega 3$ e $\omega 6$.	18
Figura 3 – Obstrução da artéria coronária.	24
Figura 4 – Procedimento para o tratamento do pescado.	32
Figura 5 – Composição química, em média, das cinco espécies em estudo.	37
Figura 6 – Comparação dos grupos de ácidos gordos (mg/100 g) entre as 4 espécies de aquicultura estudadas .	48
Figura 7 – Comparação dos principais ácidos gordos (mg/100 g) entre as 4 espécies de aquicultura estudadas.	49
Figura 8 – Teor médio de colesterol, em mg/100 g \pm desvio padrão.	52
Figura 9 – Teores em ácidos gordos $\omega 3$ e EPA+DHA fornecidos por 150 g de pescado grelhado.	63
Figura 10 – Teores em ácidos gordos $\omega 3$ e EPA+DHA fornecidos por 150 g de pescado cozido.	64
Figura 11 – Teor médio de colesterol, em mg/100 g, do pescado grelhado e cozido \pm desvio padrão.	67

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Composição química de alguns produtos da pesca.	12
Tabela 2 – Aminoácidos essenciais presentes na composição química de alguns alimentos.	14
Tabela 3 – Composição química do robalo, pregado sargo e corvina selvagens.	38
Tabela 4 – Composição química de algumas espécies de água doce.	40
Tabela 5 – Principais ácidos gordos, em valor absoluto e percentagem, das espécies estudadas – robalo, pregado, sargo, corvina e perca do Nilo.	41
Tabela 6 – Principais ácidos gordos, em percentagem, em algumas espécies de origem selvagem.	44
Tabela 7 – Teor em EPA, DHA e EPA+DHA nas espécies de aquicultura estudadas.	46
Tabela 8 - Perfil de ácidos gordos, em percentagem, de algumas espécies de água doce.	46
Tabela 9 – Índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT) das espécies estudadas.	50
Tabela 10 – Composição química do pescado após o tratamento culinário (grelhar e cozer) e factores de retenção (FR).	55
Tabela 11 – Perfil de ácidos gordos do pescado grelhado e cozido.	59
Tabela 12 – Retenção dos ácidos gordos do pescado face aos tratamentos culinário (grelhar e cozer).	60
Tabela 13 – Índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT) do pescado grelhado e cozido.	65
Tabela 14 – Factores de retenção do colesterol do pescado grelhado e cozido.	68
Tabela 15 – Valor nutricional do pescado grelhado e cozido.	71

Abreviaturas

IA – Índice de aterogenicidade

IT – Índice de trombogenicidade

SFA – Ácidos gordos saturados

MUFA – Ácidos gordos monoinsaturados

PUFA – Ácidos gordos polinsaturados

EPA – Ácido gordo eicosapentaenóico

DHA – Ácido docosahexaenóico

LA – Ácido linoleico

ALA – Ácido α -linolénico

AA – Ácido araquidónico

ω 3 – ómega-3

ω 6 – ómega-6

HDL – Lipoproteínas de elevada densidade

LDL – Lipoproteínas de baixa densidade

°C – grau centígrado

μ l – microlitro

kg – kilograma

g – grama

mg – miligrama

mbar – milibar

kcal – kilocaloria

kJ – kilojoule

n – número de amostras

p – nível de significância observada

g – unidade-g (medida de aceleração)

Resumo

Neste estudo avaliou-se o valor nutricional de cinco espécies de peixe consumidas em Portugal – a perca do Nilo, uma espécie de água doce importada, e o robalo, pregado, sargo e corvina, quatro espécies produzidas em aquicultura. Os resultados revelaram que o pescado produzido em aquicultura apresenta teores de gordura e em ácidos gordos $\omega 6$ mais elevados do que algumas espécies selvagens, que decorrem da composição das rações fornecidas. Pretendeu-se, também, conhecer o efeito de alguns tratamentos culinários na composição química, tendo-se observado a perda de água e a consequente concentração de todos os outros nutrientes ao nível do músculo. Este trabalho permitiu verificar que a grelhagem e cozedura constituem duas alternativas saudáveis de confecção, visto que o consumo de 150 g das espécies consideradas fornece mais de 100 % da dose diária recomendada de ácidos gordos $\omega 3$ e teores apreciáveis de EPA+DHA constituindo, simultaneamente, uma refeição hipocalórica e com baixos níveis de colesterol.

Palavras-chave: valor nutricional, aquicultura, tratamentos culinários, ácidos gordos $\omega 3$ e $\omega 6$, EPA, DHA.

Abstract

The nutritional value of five fish species consumed in Portugal was evaluated in this study – the Nile perch, an imported freshwater fish, and the European seabass, turbot, white sea bream and meager, four aquacultured species. The present results showed that farmed species had higher fat contents and $\omega 6$ fatty acids levels than wild species due to fish diets. The effect of culinary treatments was also investigated, revealing water content loss and, therefore, the concentration of all the other nutrients in the muscle. Nevertheless, boiling and grilling were found to be two healthy cooking procedures, since the consumption of 150 g of boiled or grilled fish provides more than 100 % of the recommended daily dose of $\omega 3$ fatty acids and adequate EPA+DHA levels consisting, simultaneously, on a light and low cholesterol meal.

Keywords: nutritional value, aquaculture, culinary treatments, $\omega 3$ and $\omega 6$ fatty acids, EPA, DHA.

1 Introdução

1.1 Estado actual do sector das pescas e importância da aquicultura

Ao longo da história, os oceanos foram considerados como um bem cujos recursos eram ilimitados e capazes de abastecer uma população mundial em constante crescimento e com necessidades alimentares cada vez maiores. Os recursos marinhos assumiram, desde sempre, um papel de extrema importância como fonte de alimentação para o Homem, sobretudo em países com larga extensão costeira. Para muitas populações ribeirinhas, o pescado constitui a principal fonte de proteína. Por sua vez, o sector da pesca gera postos de trabalho dos quais dependem, em grande parte, estas populações (Tidwell & Allan, 2001).

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

Apesar do consumo de pescado ter aumentado, constatou-se que nos últimos quatro anos alguns stocks se encontravam em recuperação. Tal se deveu, por um lado, à implementação de medidas de conservação e gestão dos recursos e, por outro lado, à aquicultura que tem vindo a satisfazer grande parte da procura. A aquicultura mundial tem estado em expansão ao longo dos últimos 50 anos, revelando um crescimento contínuo, a um ritmo muito mais elevado do que qualquer outro sector de produção animal. Esta actividade tem desempenhado um papel bastante relevante, sobretudo nos países menos desenvolvidos, contribuindo nos esforços globais para o combate à fome e subnutrição, bem como, na redução da pobreza e no crescimento económico destes países (Tidwell & Allan, 2001; FAO, 2006). Assim, no cenário de sobreexploração dos recursos marinhos a que se assiste actualmente, a aquicultura poderá ser uma solução para a mitigação deste problema à escala mundial e constitui uma alternativa aos consumidores (Naylor *et al.*, 2000).

Face à expansão da aquicultura, surgiu a necessidade de melhoramento e optimização das tecnologias de produção. Tal consistiu na afinação de vários parâmetros de produção, como a temperatura e salinidade óptimas para o crescimento, bem como, a adequação das rações fornecidas de acordo com as necessidades de cada espécie. Em simultâneo, observou-se também o aumento do número de espécies produzidas, o que indica um processo de diversificação desta actividade. Assim, a aquicultura produz, actualmente, cerca de 240 espécies de peixes, crustáceos, bivalves (sobretudo ostras e mexilhões), algas e outras plantas aquáticas. No entanto, cerca de 50 % desta actividade é dedicada à produção de peixes (FAO, 2006).

1.2 Introdução de novos produtos nos hábitos alimentares dos portugueses

Presentemente, Portugal apresenta o consumo *per capita* de pescado mais elevado da Europa, tendo atingido em 2004 cerca de 60 kg/habitante/ano (www.dg-pescas.pt). Os produtos do mar estão, assim, bem presentes na cultura e gastronomia dos portugueses, no entanto, a produção nacional, por si só, não consegue suprimir as necessidades dos consumidores, sendo necessário recorrer à importação, que satisfaz cerca de 50 % da procura. Os recursos da aquicultura, como por exemplo, o salmão, a dourada e o robalo assumem um papel igualmente relevante, estando cada vez mais presentes nas dietas dos portugueses. Assim, a incorporação de novas espécies na alimentação, a procura por produtos mais convenientes e a apetência por novos produtos reflectem as alterações sofridas no sector das pescas. Por outro lado, o preço de algumas destas espécies é significativamente menor do que o das espécies selvagens, facto que torna mais convidativo o seu consumo.

A perca do Nilo (*Lates niloticus*), que é exemplo de um dos produtos importados, é uma espécie de água doce que pode atingir grandes dimensões (cerca de 200 kg), característica dos rios e lagos africanos. O seu crescente valor comercial deve-se à sua abundância, à facilidade de captura por artes de pesca artesanais e industriais, às dimensões atingidas e ao agradável paladar, ligeiramente adocicado, muito apreciado pelos consumidores em geral. A exploração desta espécie no lago Vitória tem contribuído, de modo apreciável, para o desenvolvimento da economia dos países africanos que o circundam (Tanzânia, Quênia e Uganda), sendo responsável por gerar grande parte das divisas quer ao nível dos pescadores, quer nos sectores de processamento e de exportação de produtos do mar. A perca do Nilo tem sido alvo de particular atenção face ao seu valor nutricional e ao interesse económico, observando-se, nos últimos cinco anos, o aumento da procura e da importação deste produto, fresco ou transformado, na Europa, nomeadamente, em Portugal, na Austrália e em todo o continente americano (Josupeit, 2006).

No que respeita ao pescado de aquicultura ainda se assiste em Portugal a um panorama pouco diversificado, registando-se o cultivo de apenas cerca de 15 espécies produzidas em território nacional, entre as quais se destacam: a dourada, o robalo, o pregado, o linguado, a enguia, a corvina, o sargo, a truta e alguns bivalves. Em 2005, registou-se uma produção de

cerca de 7000 toneladas, sendo 55,7 % deste valor correspondente à produção extensiva de bivalves, 38 % à produção de douradas e robalos e 18 % à de trutas (www.dg-pescas.pt; FAO, 2006). A Figura 1 ilustra a evolução da produção de pescado de aquicultura em Portugal, no decorrer das últimas décadas.

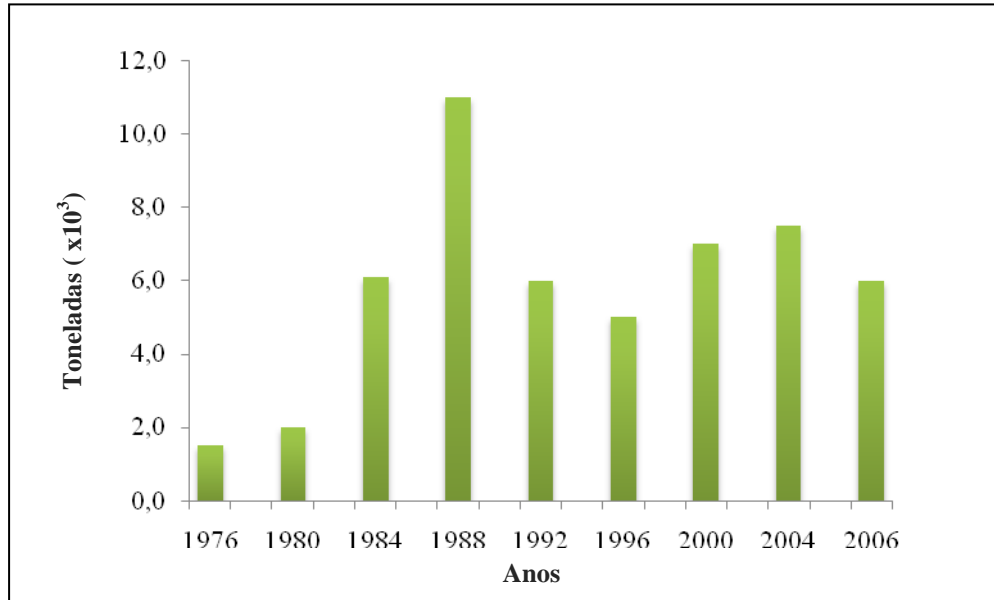


Figura 1 – Evolução da produção de aquicultura em Portugal (adaptado de www.fao.org).

Dada a importância que o pescado apresenta na alimentação dos portugueses, torna-se indispensável compreender as vantagens e desvantagens associadas ao seu consumo. Ainda neste contexto, constata-se a necessidade de actualização das informações nutricionais do pescado, face ao aparecimento de novos produtos nos mercados portugueses, como as espécies importadas e/ou produzidas em aquicultura, cujo conhecimento sobre o seu valor nutricional é, ainda, muito limitado (Naylor *et al.*, 2000 in Tidwell & Allan, 2001).

1.3 Composição química e valor nutricional do pescado

Uma alimentação saudável envolve o consumo de todos os constituintes necessários ao bom funcionamento do organismo sendo, por isso, indispensável a incorporação de pescado numa dieta equilibrada. A diversidade de espécies, o alto valor nutricional, os efeitos benéficos para saúde, nomeadamente, na prevenção de acidentes cardiovasculares e o facto de estarem na base da gastronomia de inúmeras populações costeiras são factores que evidenciam a importância dos produtos da pesca ao nível mundial. O conhecimento da composição química dos produtos da pesca é um dos aspectos fundamentais para avaliar o seu valor nutricional, bem como, os benefícios associados ao seu consumo. Este facto é de grande interesse para os consumidores e profissionais das áreas da medicina e nutrição mas também para todos os intervenientes da fileira da pesca.

À semelhança de qualquer outro produto, os principais constituintes do pescado são a água, as proteínas e os lípidos. Os produtos da pesca são, ainda, constituídos por compostos minoritários, tais como, os glúcidos, sais minerais e vitaminas. A Tabela 1 ilustra a composição química de algumas espécies de pescado.

Tabela 1 – Composição química de alguns produtos da pesca (adaptado de Bandarra *et al.*, 2004).

Espécies	Composição química (%)			
	Água	Proteína	Gordura	Cinza
Bacalhau	76,2	19,0	0,4	3,4
Tamboril	80,4	17,9	0,2	1,1
Cavala	64,3	20,3	13,4	1,4
Atum	69,7	24,8	3,5	1,7
Salmão	60,5	21,9	16,2	1,3
Polvo	83,1	15,6	1,2	0,9
Berbigão	76,0	14,7	3,3	2,3
Lagostim	76,1	20,9	0,5	2,1

Existe um grande número de factores, como a época do ano, idade, estado de maturação sexual, temperatura, salinidade e padrões de migração, que influenciam a composição química. Contudo, a qualidade e abundância do alimento disponível e a actividade física são

factores que também concorrem para a composição química dos recursos marinhos (Murray & Burt, 1969 *in* Huss, 1995).

1.3.1 Água

O músculo do pescado é composto, principalmente, por água cujo valor pode variar entre os 50 e 85 %. As espécies magras apresentam um teor de humidade superior ao das espécies gordas, verificando-se que o teor de humidade varia na razão inversa do teor lipídico (para a maior parte das espécies a soma destes dois constituintes é cerca de 80 %.) Esta variação é mais acentuada na época de postura, na qual ocorre uma depleção das reservas energéticas. Durante este período, também, se observa uma diminuição do conteúdo proteico e, conseqüentemente, um aumento na percentagem de água nos tecidos. Será de referir que nalguns casos é possível estimar a condição em que se encontra o pescado através do teor de humidade (Kent *et al.*, 1992 *in* Huss, 1995).

1.3.2 Proteínas

As proteínas são um dos principais constituintes dos produtos da pesca, apresentando valores que variam entre 8 e 25 % (Lourenço *et al.*, 2001). Na maior parte dos peixes os teores em proteína situam-se entre 16 e 21 % ao passo que os moluscos e crustáceos apresentam valores ligeiramente inferiores (Bandarra *et al.*, 2004). Quando comparado com os lípidos e a água, o teor em proteína é geralmente mais estável. Numa mesma espécie, o teor de proteínas não apresenta diferenças substanciais durante o ciclo de vida. No entanto, em alguns casos, verifica-se que a maturação das gónadas ou a privação de alimento por períodos de tempo longos provocam uma diminuição do teor proteico (Huss, 1995).

As proteínas são moléculas de grandes dimensões, cujas unidades básicas são os aminoácidos. Funcionam, muitas vezes, como enzimas podendo, também, actuar como componentes estruturais das células e dos organismos. A maioria das proteínas pode ser do tipo fibroso ou do tipo globular. Estes componentes podem organizar-se em três grupos de acordo com as suas características físico-químicas:

1. Proteínas estruturais, como por exemplo, a actina, miosina, tropomiosina e actomiosina, que fazem parte do sistema contráctil do músculo e representam entre 70 e 80 % do conteúdo proteico total;
2. Proteínas sarcoplasmáticas que constituem cerca de 25 a 30 % do conteúdo proteico total e que incluem a mioalbumina, a globulina e várias enzimas;
3. Proteínas do tecido conjuntivo, nomeadamente, o colagénio e a elastina, que contribuem com cerca de 3 % do conteúdo proteico total nos peixes ósseos e 10 % nos peixes cartilagíneos (Huss, 1995; Horton *et al*, 1996).

Numa alimentação equilibrada, o pescado poderá constituir a única fonte proteica porque as proteínas que o constituem possuem um elevado valor biológico. A Tabela 2 apresenta alguns aminoácidos essenciais presentes no pescado, leite, carne e ovo.

Tabela 2 – Aminoácidos essenciais presentes na composição química de alguns alimentos (adaptado de Braekkan, 1976; Moustgard, 1957 *in* Huss, 1995).

Aminoácidos essenciais (%)	Pescado	Leite	Carne	Ovos
Lisina	8,8	8,1	9,3	6,8
Triptofano	1,0	1,6	1,1	1,9
Histidina	2,0	2,6	3,8	2,2
Fenilalanina	3,9	5,3	4,5	5,4
Leucina	8,4	10,2	8,2	8,4
Isoleucina	6,0	7,2	5,2	7,1
Trionina	4,6	4,4	4,2	5,5
Metionina-Cisteína	4,0	4,3	2,9	3,3
Valina	6,0	7,6	5,0	8,1

De acordo com os dados da Tabela 2, o perfil de aminoácidos do pescado é bastante semelhante ao encontrado noutros produtos ricos em proteínas. Assim, as proteínas dos produtos da pesca possuem todos os aminoácidos essenciais para o organismo, tais como, a lisina, a metionina e a cisteína (Braekkan, 1976; Moustgard, 1957 *in* Huss, 1995). Para além do teor em aminoácidos essenciais, é de referir também que o pescado apresenta uma baixa percentagem de tecido conjuntivo e que este, por sua vez, é facilmente degradado pelas enzimas digestivas, o que lhe confere grande digestibilidade.

1.3.3 Lípidos

Os lípidos são um grupo muito diversificado de compostos hidrofóbicos, cujas unidades básicas são os ácidos gordos. Estes compostos podem ser classificados como:

1. Lípidos neutros, que compreendem os acilgliceróis (mono-, di-, e tri-), ácidos gordos livres, colesterol e outros esteróis;
2. Lípidos polares, nomeadamente, os fosfolípidos que por participarem na formação das membranas celulares, são também denominados lípidos estruturais. Estas moléculas são constituídas por ácidos gordos, isoprenóides, álcoois, açúcares e ácido ortofosfórico.

A formação, manutenção e preservação de membranas celulares é uma das principais funções dos lípidos, contudo, estes compostos actuam, também, como substâncias de reserva energética de elevado valor calórico, sinalizadores intra e intercelulares e isoladores térmicos e eléctricos.

Como já foi referido, o teor lipídico é o que apresenta maior variação na composição química dos produtos do mar que está, geralmente, associada a factores como a alimentação e a reprodução (Huss, 1995; Horton *et al.*, 1996;). De acordo com o seu teor lipídico, o pescado pode ser classificado como magro quando o teor em lípidos na parte edível é menor que 5 %, semi-gordo quando a percentagem lipídica varia entre 5 % e 10 % e gordo quando a percentagem de gordura é superior a 10 %, pelo menos numa parte do ano. O bacalhau e a pescada são exemplos de espécies magras. As espécies gordas incluem peixes pelágicos como o carapau, a sardinha e a sarda (Huss *et al.*, 2004; Bandarra *et al.*, 2004). Os peixes magros possuem as suas reservas lipídicas, principalmente, ao nível do fígado sob a forma de triacilgliceróis, e uma pequena parte no músculo sob a forma de fosfolípidos. Nos peixes gordos os lípidos encontram-se sobretudo ao nível músculo, formando, por vezes, uma camada lipídica subcutânea em torno das vísceras (Bandarra *et al.*, 2004). Em geral, os peixes magros apresentam um conteúdo lipídico da parte edível bastante baixo e estável, ao passo que nos peixes gordos é muito elevado e variável (Pigott & Tucker, 1990).

1.3.3.1 Ácidos gordos

Os ácidos gordos são a unidade mais simples dos lípidos. São constituídos por um grupo carboxilo, situado no extremo da molécula, que lhe confere um carácter ácido e um grupo metilo não funcional, na extremidade oposta. Os ácidos gordos são produzidos no fígado e, posteriormente, transferidos para outros tecidos, funcionando como combustíveis metabólicos. Algumas células, como os adipócitos, sintetizam ácidos gordos para armazenagem ou exportação (Horton *et al.*, 1996).

Os ácidos gordos classificam-se de acordo com o comprimento da cadeia carbonada, número, posição e configuração das ligações duplas. Assim, quando não possuem ligações duplas na sua estrutura molecular são designados por ácidos gordos saturados (SFA), ao passo que os que possuem pelo menos uma ligação dupla são denominados por insaturados. Estes últimos podem ser monoinsaturados (MUFA), quando possuem apenas uma ligação dupla, ou polinsaturados (PUFA) quando possuem duas ou mais ligações duplas. Os ácidos gordos podem, também, ser classificados como não essenciais quando têm finalidades energéticas e essenciais quando o organismo não os consegue sintetizar, pelo que o Homem consegue adquiri-los, exclusivamente, através dos alimentos ingeridos. Os principais ácidos gordos essenciais pertencem às famílias ómega-3 (ω 3) e ómega-6 (ω 6) e são os ácidos linoleico (LA – 18:2 ω 6) e α -linolénico (ALA – 18:3 ω 3) (Huss, 1995).

O pescado é constituído por uma grande variedade de SFA, MUFA e PUFA. Os lípidos constituintes do pescado apresentam algumas diferenças relativamente ao tipo de lípidos que constituem os mamíferos. A principal diferença reside no facto do pescado ser constituído por cerca de 40 % de ácidos gordos insaturados de cadeia longa, apresentando entre 14 e 22 átomos de carbono. Os mamíferos, raramente, apresentam moléculas de ácidos gordos com mais do que duas ligações duplas, ao contrário dos produtos do mar, que apresentam um elevado número destes compostos com cinco ou seis ligações duplas e, em regra, possuem um número par de átomos de carbono e configuração *cis* (Ackman, 1995 *in* Chauo, 2000).

Os SFA mais comuns no pescado são o mirístico (14:0), o palmítico (16:0) e o esteárico (18:0). O ácido palmítico é, geralmente, aquele que mais se destaca, estando presente em percentagens muito elevadas comparativamente aos restantes SFA. No que respeita aos

MUFA, o ácido oleico (18:1 ω 9) é o que mais se evidencia no perfil de ácidos gordos do pescado. Quando comparado com os óleos vegetais ou com os animais terrestres, a gordura do pescado é constituída por uma elevada percentagem de PUFA. Os mais importantes são o ácido eicosapentaneóico (EPA - 20:5 ω 3), com valores entre 8 e 12 % e o ácido docosahexaneóico (DHA - 22:6 ω 3), cujo teor varia entre 10 a 20 %. Os ácidos EPA e DHA, na maior parte dos casos, constituem cerca de 90 % do total dos PUFA. Neste grupo destacam-se, ainda, os ácidos linoleico (LA) e α -linolénico (ALA) que, como já foi referido, são essenciais à nutrição do Homem, uma vez que o organismo não os consegue sintetizar. Nos produtos da pesca, este tipo de ácidos gordos não constitui mais do que 2 % do conteúdo total lipídico, valor que é consideravelmente inferior ao verificado em óleos vegetais (Simopoulos *et al.*, 1989).

Porém, é de salientar que o perfil dos ácidos gordos do pescado é variável pois, tal como os restantes constituintes, é influenciado por vários factores como o estado de maturação sexual, a temperatura, a salinidade e o alimento disponível (Stansby & Hall, 1967 *in* Huss, 1995).

1.3.3.2 Metabolismo dos ácidos gordos ω 3 e ω 6

Os ácidos gordos polinsaturados podem ser classificados consoante a posição das suas ligações duplas. Os PUFA pertencentes às famílias ω 3 e ω 6 classificam-se desta forma devido à posição da primeira ligação dupla no terceiro e no sexto carbono, respectivamente, a contar do grupo metilo terminal (Martin *et al.*, 2006; DeFilippis *et al.*, 2006). Os ω 3 e ω 6 são obtidos a partir da alimentação ou produzidos pelo organismo a partir do LA e do ALA, pela acção das enzimas elongases e desaturases. As elongases actuam adicionando dois átomos de carbono à parte inicial da cadeia, ao passo que as desaturases oxidam dois carbonos da cadeia, originando uma dupla ligação com a configuração *cis* (Covington, 2004). A série ω 6 é derivada do LA e a série ω 3 do ALA. A partir destes ácidos gordos essenciais são, então, sintetizados os ácidos araquidónico (AA), eicosapentaneóico (EPA) e docosahexaneóico (DHA) (Souza *et al.*, 2007). A Figura seguinte ilustra a síntese de ácidos gordos ω 3 e ω 6.

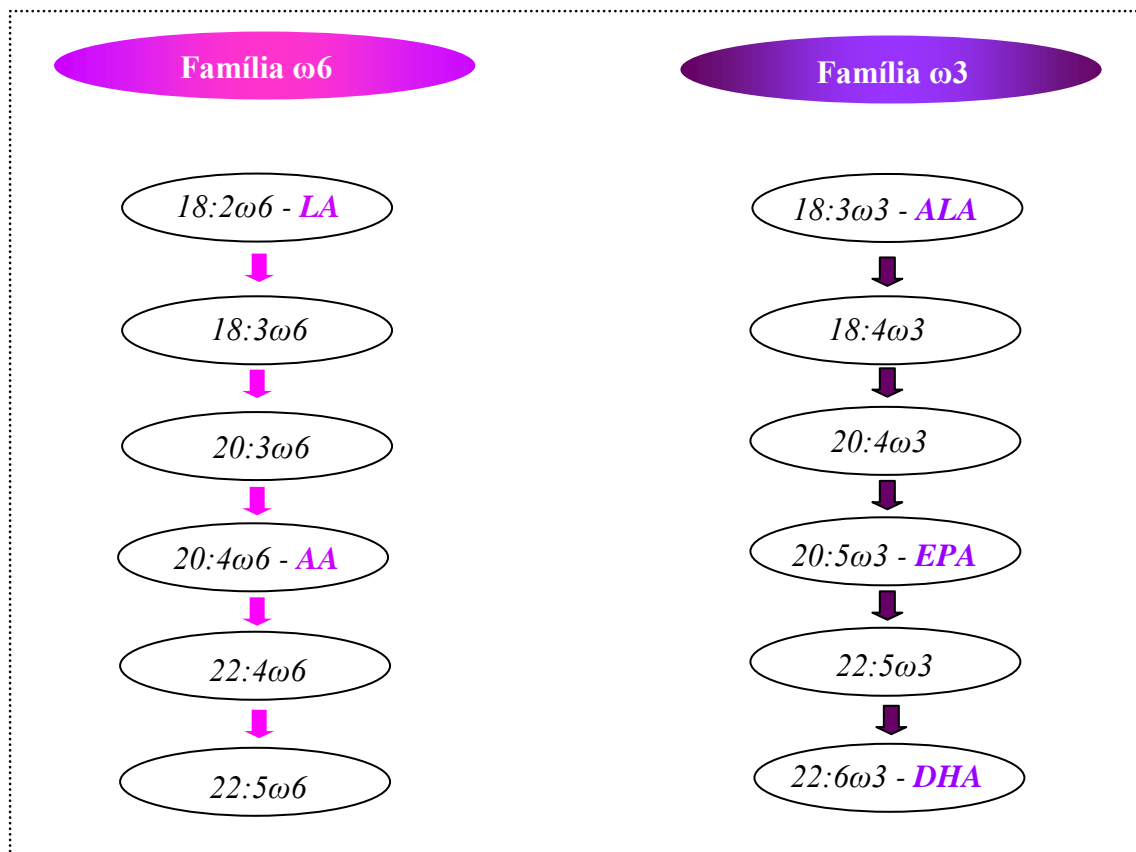


Figura 2 – Metabolismo dos ácidos gordos das famílias ω3 e ω6 (adaptado de Martin *et al.*, 2006).

O ALA é responsável pela produção de EPA e DHA, que são precursores de um grupo de compostos eicosanóides do qual fazem parte as prostaglandinas, os tromboxanos e os leucotrienos. Contudo, estes ácidos gordos são obtidos, essencialmente, a partir da alimentação visto que o organismo apenas os consegue sintetizar em pequenas quantidades (Covington, 2004). As doenças cardiovasculares, como a isquémia, têm origem em dois processos: a aterosclerose e a trombose, ambas relacionadas com o tipo de alimentação e de gordura ingerida. Actualmente, sabe-se que o consumo exagerado de SFA do tipo 12:0, 14:0 e 16:0 contribui para a elevação dos níveis de colesterol no sangue aumentando, assim, a predisposição para a aterosclerose. Por outro lado, os SFA do tipo 14:0, 16:0 e 18:0 predispõem para a ocorrência de trombozes.

Face aos efeitos negativos que apresentam os SFA, os MUFA e os PUFA ω6 têm um papel muito importante na prevenção destas doenças, pois contribuem para a redução dos níveis de colesterol total (Keys *et al.*, 1965; Bonanome & Grundy, 1988 *in* Fehily *et al.*, 1994). O

efeito dos PUFA do tipo ω_3 , como o EPA e o DHA, na diminuição do teor de colesterol no plasma é mínimo, no entanto, estes ácidos gordos de cadeia longa contribuem para a redução dos níveis de triacilgliceróis (tromboxanos) no plasma e para a diminuição da actividade plaquetária (Fehily *et al.*, 1994) e modulam o metabolismo das prostaglandinas possuindo, então, propriedades anti-inflamatórias (DeFilippis, 2006; Martin *et al.*, 2006). Com base no conhecimento do metabolismo dos ácidos gordos, foram sugeridos dois índices (aterogénico e trombogénico) que relacionam os SFA com os MUFA e PUFA e que, por esta razão, constituem uma ferramenta para a caracterização dos potenciais efeitos aterogénicos e trombogénicos de uma determinada dieta (Fehily *et al.*, 1994; Turan *et al.*, 2007).

O DHA desempenha, também, um papel importante no desenvolvimento e funcionamento do cérebro e da retina. Devido ao seu carácter muito insaturado, este ácido gordo influencia as propriedades físicas das membranas cerebrais e as características dos seus receptores, as interacções celulares e a actividade enzimática. Com o envelhecimento do indivíduo, ocorre uma diminuição dos níveis de DHA no cérebro, o que resulta num aumento da percentagem de colesterol neste, facto que é muito observável em doentes de Alzheimer, Parkinson e esclerose lateral amiotrófica (Martin *et al.*, 2006). Embora se encontrem no cérebro em quantidades inferiores, quando comparado com o DHA, os fosfolípidos associados aos neurónios são bastante ricos em AA, o que sugere o envolvimento deste ácido gordo na transmissão sináptica. O AA está relacionado com o desenvolvimento do cérebro e da retina durante o período de gestação e nos primeiros anos de vida, pelo que sua presença é indispensável desde a formação do indivíduo (Al *et al.*, 1995; Martin *et al.*, 2006).

1.3.3.3 Relação ω_3/ω_6

A condição de saúde de um indivíduo resulta da interacção entre a sua predisposição genética para determinadas patologias e os factores ambientais que o envolvem durante todo o seu período de vida, sendo a alimentação um dos principais responsáveis pelo mau funcionamento do organismo e, conseqüentemente, pela presença de certas doenças. Os ω_6 constituem a maioria dos ácidos gordos polinsaturados presentes nos alimentos, sendo predominantes em todas as dietas, particularmente nas ocidentais (Simopoulos, 2002). No entanto, devido à competição entre as enzimas desaturases e elongases, o consumo excessivo de ω_6 resulta na diminuição da síntese de ácidos gordos ω_3 , tais como o EPA e o DHA

(Martin *et al.*, 2006). De facto, alguns autores sugerem que os ácidos gordos $\omega 6$ possuem características pró-inflamatórias, uma vez que do seu consumo excessivo resultam efeitos como a proliferação do músculo liso até ao ferimento oxidativo do endotélio, alterações mitocondriais e a activação de factores transcripcionais na vascularização (Ghosh *et al.*, 2006). Embora as desaturases e elongases possuam uma maior afinidade para os $\omega 3$, durante os processos de desaturação e alongamento da cadeia, os ácidos gordos $\omega 3$ e $\omega 6$ competem pelas enzimas envolvidas nestas reacções, pelo que a conversão de ALA em ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa está dependente dos níveis de LA na dieta (Martin *et al.*, 2006). Assim, uma ingestão desequilibrada e elevada de LA inibe a capacidade natural do organismo sintetizar o DHA (Martin *et al.*, 2006; Soccol *et al.*, 2003).

Devido ao consumo abundante de vegetais e alimentos de origem marinha, estima-se que antes da revolução industrial a relação entre os $\omega 3$ e os $\omega 6$ correspondente à dieta das populações estivesse compreendida entre 1:1 e 2:1. Com a industrialização, o consumo de óleos refinados com altos teores de LA e a diminuição da ingestão de frutas e legumes, resultou em dietas com baixos níveis de ácidos gordos $\omega 3$. Nas últimas décadas, o panorama tem piorado consideravelmente, tendo-se constatado que a ingestão média de ácidos gordos presentes nas dietas ocidentais proporciona relações $\omega 3/\omega 6$ compreendidas entre 1:10 e 1:20. Nos Estados Unidos da América verificou-se que o número de doentes de cancro e de doenças cardiovasculares era três vezes superior ao registado nos países mediterrânicos. A menor incidência destas doenças em países como a Grécia está associada ao facto das dietas mediterrânicas serem, geralmente, caracterizadas pelo consumo equilibrado de frutas e legumes ricos em ALA e de produtos do mar ricos em EPA e DHA (Simopoulos, 2008).

Alguns estudos clínicos apresentados, recentemente, sugerem que o aumento da taxa de mortalidade nas sociedades industrializadas está relacionado com os maus hábitos alimentares das populações e a falta de exercício físico (Simopoulos, 2008; Martin *et al.*, 2006). Algumas patologias crónicas como as doenças cardiovasculares, a diabetes, o cancro, as doenças auto-imunes e à artrite reumatóide estão relacionadas com a produção elevada de alguns eicosanóides como os tromboxanos e os leucotrienos, entre os quais se destacam os compostos TXA_2 , PGI_2 , e LCT_4 (Stansby, 1982 *in* Suárez-Mahecha *et al.*, 2002). Uma vez que estes compostos aumentam quando o consumo de $\omega 6$ é excessivo e que muitas doenças crónicas surgem durante os primeiros anos de vida ou desde a gestação, impõe-se, assim,

uma dieta adequada às necessidades de cada um e que inclua um balanço adequado entre os ácidos gordos $\omega 6$ e $\omega 3$, imprescindível para a condição de saúde de todos os indivíduos (Simopoulos, 2006). Segundo Simopoulos (2008), a prevenção secundária da doença cardiovascular e a redução do risco de cancro da mama nas mulheres estão, também, associados a dietas com razões $\omega 3/\omega 6$ mais elevadas.

Dada a competição que envolve os $\omega 3$ e $\omega 6$, torna-se importante, em termos nutricionais, conhecer a relação entre estes ácidos gordos presente nos alimentos ingeridos diariamente. Neste sentido, têm sido elaborados vários pareceres, quer por investigadores quer por organismos internacionais de saúde, com o intuito de estabelecer valores recomendáveis no que diz respeito às razões entre os $\omega 3$ e os $\omega 6$. Em 1989, Simopoulos considerou que a razão $\omega 3/\omega 6$ ótima era igual a 1:1. Mais recentemente, assiste-se a um consenso entre alguns autores e entidades, como a WHO e a FAO, que recomendam dietas cujas razões $\omega 3/\omega 6$ estejam compreendidas entre 1:5 a 1:4 (Martin *et al.*, 2006). Contudo, razões entre 1:3 e 1:2 têm sido, também, sugeridas pois poderão possibilitar uma maior conversão do ácido ALA em DHA. No estudo conduzido por Simopoulos (2008) é referido, ainda, que no caso dos indivíduos com as patologias anteriormente mencionadas as razões $\omega 3/\omega 6$ adequadas ao organismo variam consoante o tipo de patologia apresentada e o estado de evolução desta (Martin *et al.*, 2006).

1.3.3.4 Recomendações para o consumo ácidos gordos

Face uma maior atenção e preocupação para questões relacionadas com a saúde pública, a importância do consumo de alimentos ricos em ácidos gordos polinsaturados, mais concretamente do tipo $\omega 3$, para a saúde tem estado no foco das atenções quer dos cientistas quer dos próprios consumidores.

Como foi referido anteriormente, vários estudos epidemiológicos têm apontado para o facto dos lípidos do pescado, em particular os que incluem elevados teores de $\omega 3$, possuírem determinadas características que tornam o seu consumo indispensável na prevenção de doenças cardiovasculares, colesterol elevado, aumento da tensão arterial, arritmias, enfarte, artrite reumatóide, obesidade, diabetes, asma, problemas de visão e do foro neurológico. A sua importância na prevenção secundária das doenças cardiovasculares, também, tem sido

descrita por alguns autores (www.ods.od.nih.gov/; Gebauer *et al.*, 2006). Neste contexto, têm sido elaborados vários pareceres quanto às doses recomendáveis de ingestão diária dos vários tipos de ácidos gordos, nomeadamente, através do consumo de produtos do mar, para prevenção e mitigação das doenças acima referidas.

Assim, a International Society for Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL), uma sociedade científica internacional, fundada em 1991, constituída por mais de 500 membros, cujo objecto de interesse se relaciona com o efeito do consumo de lípidos na saúde pública, nomeadamente, dos ácidos gordos do tipo $\omega 3$ e $\omega 6$ e dos ácidos linoleico conjugados, com base em estudos efectuados por diversos autores, recomenda um consumo diário de:

1. LA: 4,0 g;
2. ALA: 1,4 g;
3. EPA+DHA: 500 mg para a prevenção de doenças cardiovasculares;
4. EPA+DHA: 1 g (no mínimo) em doentes cardiovasculares (Cunnane *et al.*, 2004).

Em relação às recomendações para o consumo saudável de LA e ALA, alguns autores têm proposto valores superiores aos referidos por Cunnane *et al.*, 2004. Contudo, a informação disponível, actualmente, ainda não permite tirar outras conclusões e estabelecer novos valores.

Por outro lado, a European Food Safety Authority (EFSA, 2004) sugere, também, que:

1. O consumo diário de gorduras saturadas não deve exceder 10 % da energia total assimilada;
2. Os lípidos insaturados devem constituir cerca de 70 % do teor lipídico total ingerido.

Para além da sua importância na prevenção de várias doenças, tem vindo a ser demonstrado que o consumo de alimentos com doses recomendáveis de PUFA, nomeadamente de DHA e AA, é indispensável durante a gravidez e na fase de aleitamento uma vez que estes ácidos gordos são responsáveis pelo bom desenvolvimento do sistema nervoso e do tecido conjuntivo nos fetos (Al *et al.*, 1995). No entanto, alguns autores sugerem, ainda, que o consumo de alimentos ricos em EPA, como o pescado, deverá ser moderado no caso das mulheres grávidas ou no período de aleitamento uma vez que este ácido gordo diminui a capacidade de coagulação do sangue podendo provocar hemorragias (Özogul *et al.*, 2006).

Por outro lado, nestes casos também se deverá evitar o consumo de espécies susceptíveis de acumular mercúrio ou outros compostos tóxicos.

1.3.4 Colesterol

O colesterol é uma substância lipídica, do tipo ceroso, sintetizada ao nível do fígado. A sua presença no organismo é indispensável para:

1. A preservação das membranas celulares;
2. A produção de hormonas;
3. A produção de vitamina D;
4. A produção de ácidos biliares, que facilitam a digestão das gorduras (www.ehealthMD.com).

No entanto, existe, por vezes, uma sobre-produção de colesterol no organismo, provocando a circulação deste no sistema sanguíneo. Uma vez que o colesterol não se dissolve no sangue, o seu transporte é mediado por compostos denominados por lipoproteínas. As lipoproteínas podem ser de baixa densidade (LDL), vulgarmente, conhecidas como “o mau colesterol”, ou de elevada densidade (HDL) que correspondem ao “bom colesterol”. Quando as LDL se encontram em excesso na circulação sanguínea, o colesterol pode acumular-se, lentamente, nas paredes das artérias que irrigam o coração e o cérebro, tornando-as mais estreitas e menos flexíveis, condição que se designa por aterosclerose (www.americanheart.org). Por outro lado, as HDL protegem as artérias pois facilitam a eliminação das LDL, reduzindo, assim o risco de doenças cardiovasculares (www.ehealthMD.com). A Figura 4 apresenta o efeito do excesso de colesterol (LDL) em circulação no sangue.

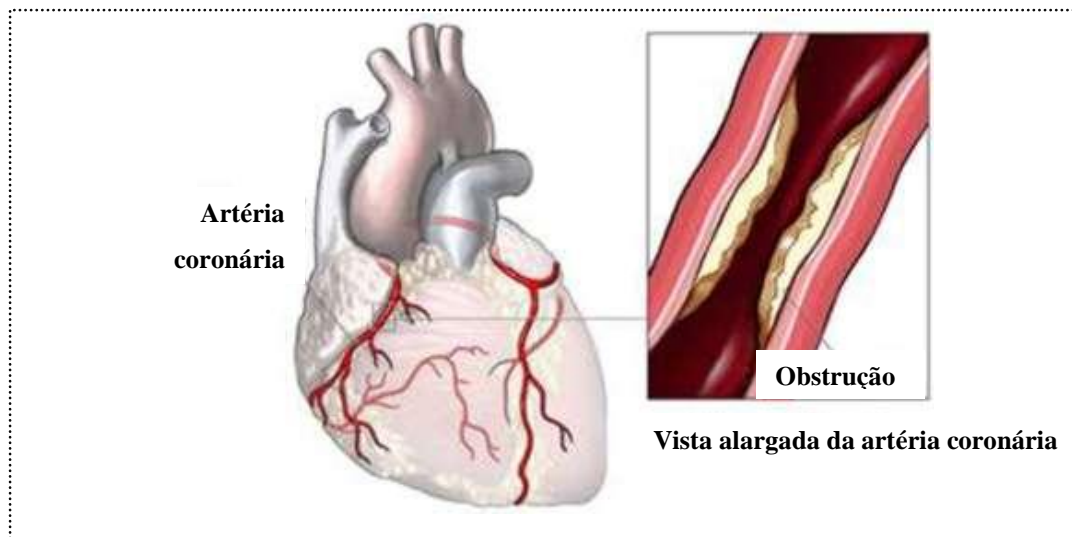


Figura 3 – Obstrução da artéria coronária (adaptado de www.ehealthMD.com).

Ao nível da Europa, sugere-se que o valor de colesterol total médio no sangue seja inferior a 190 mg/dl, no entanto, a população, em geral, tende a apresentar valores de colesterol no sangue superiores aos recomendáveis (www.dg-saude.pt). De acordo com a Fundação Portuguesa de Cardiologia (2006), 68,5 % da população portuguesa possui níveis de colesterol superiores ao referido anteriormente, o que corresponde a um risco moderado de desenvolver doenças cardiovasculares e 23,4 % dos portugueses apresentam valores superiores a 240 mg/dl, pelo que a probabilidade de adquirirem estas doenças é bastante elevada. Este problema de saúde pública pode ser mitigado, alterando certos hábitos alimentares pouco saudáveis da vida quotidiana e seguindo algumas recomendações propostas por vários autores e organismos competentes. Factores como a diminuição do consumo diário de gorduras, a incorporação de alimentos ricos em fibras na dieta e o exercício físico contribuem para a redução dos níveis de colesterol no sangue.

1.3.5 Vitaminas e minerais

Como já foi referido, os produtos do mar são fontes importantes de micronutrientes como as vitaminas e os minerais. Os teores de vitaminas e minerais variam de espécie para espécie, podendo também ser influenciados por factores como a época do ano e a área geográfica. O pescado apresenta na sua constituição vários minerais como o potássio, magnésio, cálcio e fósforo. No grupo dos minerais, destacam-se também iodo e o selénio, cujo teor nos produtos do mar é bastante superior ao encontrado noutros alimentos (Braekkan, 1976; Moustgard, 1957 *in* Huss, 1995).

No que respeita às vitaminas, estas podem ser lipossolúveis ou hidrossolúveis. Na classe das lipossolúveis destaca-se a vitamina A, muito importante para a visão e a vitamina D que desempenha um papel fundamental na absorção do cálcio e fósforo no intestino. É de referir, também, a presença significativa da vitamina E em algumas espécies, que é indispensável ao organismo uma vez que actua como antioxidante natural e reduz o teor de LDL. Relativamente às hidrossolúveis, o pescado é bastante rico em vitaminas B (B6 e B12) essenciais para o metabolismo dos hidratos de carbono e para a formação dos glóbulos vermelhos (www.bim.ie).

1.4 Espécies selvagens e espécies de aquicultura

Como referido anteriormente, o consumo de pescado tem sido recomendado como forma de prevenção de várias doenças. Uma vez que os “stocks” mundiais de pescado selvagem são limitados, novas espécies outrora sem grande interesse comercial, bem como, espécies produzidas em aquicultura têm sido propostas aos consumidores como uma alternativa igualmente saudável (Cahu & Lorgeril, 2004). No entanto, como consequência da falta de informação, existe ainda uma certa resistência ao consumo destas últimas espécies por parte do consumidor, surgindo dúvidas relacionadas com a segurança, propriedades químicas e, até mesmo, com as características sensoriais. Face a estas questões, têm sido efectuados alguns estudos e elaborados pareceres que visam esclarecer e estabelecer as diferenças entre as espécies selvagens e as espécies de aquicultura. Porém, muitas questões, ainda, permanecem por responder.

A fim de avaliar riscos e benefícios, é imprescindível determinar existência ou ausência de diferenças entre as espécies selvagens e as de aquicultura. As características do pescado selvagem diferem das apresentadas pelo pescado de aquicultura uma vez que no ambiente selvagem os animais estão sujeitos a uma série de factores externos que induzem a variabilidade entre indivíduos. Tal não acontece em aquicultura porque as condições de produção podem ser controladas de acordo com as necessidades. A primeira grande diferença reside na composição química do pescado, uma vez que esta reflecte o alimento consumido durante o período de vida e as condições de produção (Alasalvar *et al.*, 2002).

O pescado pode ser produzido em sistemas extensivos, semi-intensivos ou intensivos. Os parâmetros de produção destes tipos de sistemas são variáveis e, conseqüentemente, a composição química de uma espécie de aquicultura varia, também, de acordo com a forma como esta é produzida. Num sistema extensivo, o tipo de alimento fornecido é muito semelhante ao disponível no ambiente natural, pelo que o pescado produzido não apresenta grandes diferenças em relação ao selvagem. Por oposição, o pescado produzido em sistemas intensivos apresenta diferenças mais notórias relativamente aos produtos selvagens. (De Silva & Anderson, 1995). Face à diversidade de parâmetros que afectam os sistemas de produção, por vezes, é difícil relacionar a composição do pescado com as condições em que

este é produzido mas, de uma forma geral, verifica-se que as espécies de aquicultura apresentam um teor de gordura mais elevado do que as selvagens, decorrente das rações fornecidas e da actividade física reduzida que desenvolvem durante a produção em tanques ou jaulas. Esta diferença tem, também, implicações nas características sensoriais, alterando o cheiro, o sabor e o aspecto visual do pescado (Orban *et al.*, 2003; Saglik *et al.*, 2003; USDA, 2004, *in* Testi *et al.*, 2005). No que respeita à proteína, a diferença entre os teores encontrados no pescado de aquicultura e no selvagem é ténue, sendo inferior a 2 % (Alasalvar *et al.*, 2002; Cejas *et al.*, 2003). O teor em micronutrientes como os ácidos gordos, vitaminas e minerais depende, mais uma vez, da composição das rações fornecidas. Ainda no contexto da composição química, é importante considerar que o pescado de aquicultura, geralmente, não atinge a maturação sexual antes da captura, não se observando flutuações nos teores dos vários constituintes associadas às épocas de reprodução.

Nas características genóticas, também, se verificam algumas diferenças visto que os indivíduos em ambiente selvagem estão sujeitos a fenómenos naturais de variabilidade genética que os animais de aquicultura não estão porque, geralmente, provêm dos mesmos progenitores, pelo que os genótipos são idênticos entre indivíduos da mesma espécie.

Um dos problemas associados ao consumo de pescado é o risco de contaminação de metais pesados e outros compostos prejudiciais ao organismo. A acumulação de contaminantes nos produtos do mar deve-se, essencialmente, ao alimento ingerido, sendo que quanto mais elevada for a sua posição na cadeia trófica, maior concentração de contaminantes serão bioacumulados. Assim, em ambiente selvagem é impossível controlar a dieta dos animais ao passo que em aquicultura os parâmetros de produção são manipulados, não ocorrendo bioacumulação, uma vez que os animais se alimentam exclusivamente das rações que o Homem lhes fornece. No entanto, ao nível da União Europeia, têm sido introduzidas novas regulamentações que visam a redução dos níveis de contaminantes quer em espécies selvagens, quer em espécies de aquicultura (EFSA, 2008).

1.5 Tratamentos culinários

Os produtos do mar, tal como referido, têm um papel muito importante na gastronomia nacional e nos hábitos alimentares dos portugueses. De entre os produtos mais usuais destacam-se o pescado grelhado, assado, frito e cozido em água ou a vapor. Porém, a informação disponível é, principalmente, referente ao pescado cru, havendo várias lacunas no que diz respeito aos produtos cozinhados. Visto que a maior parte dos alimentos é consumida após confecção, torna-se relevante avaliar o valor nutricional do pescado cozinhado (Nomikos *et al.*, 2005).

Os tratamentos culinários a que os alimentos estão sujeitos podem induzir alterações na composição química, nos perfis de ácidos gordos e de aminoácidos, nos aspectos sensoriais e na digestibilidade (Castrillon *et al.*, 1997; Yamamoto & Imose, 1989 *in* Al-Khalifa, 2008). Em regra, após o processamento culinário verifica-se uma perda significativa de água decorrente do aumento de temperatura. A diminuição do teor de humidade promove a concentração de todos os outros constituintes, registando-se um aumento percentual sobretudo nos teores proteico e lipídico (Juárez *et al.*, 2003).

A gordura é o constituinte mais afectado pelo aumento da temperatura, podendo observar-se alterações no conteúdo, composição e na actividade biológica (Aro *et al.*, 2000; Candela, Astiasaran, & Bello, 1997 *in* Nomikos *et al.*, 2005). Os ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa como o EPA e o DHA são, particularmente, sensíveis à oxidação, pelo que o método culinário utilizado determina, em geral, a percentagem destes ácidos gordos no pescado consumido. Ainda que os ácidos EPA e DHA possam apresentar retenções na ordem dos 80 % (Mierke-Klemeyer *et al.*, 2008), o conteúdo de PUFA nas espécies aquáticas tende a diminuir após o tratamento culinário (Candela, Astiasaran, & Bello, 1997 *in* Gladyshev *et al.*, 2005). Contudo, as alterações quer no teor lipídico quer no perfil de ácidos gordos do pescado, manifestam-se de forma diferente consoante o tipo de tratamento culinário utilizado. A fritura é o tratamento culinário que induz mais alterações no perfil de ácidos gordos dos alimentos, devido à absorção do óleo de fritura e à perda de humidade que resulta das elevadas temperaturas a que os produtos estão sujeitos durante o processo culinário. Do ponto de vista nutricional, a fritura é um tipo de tratamento culinário pouco saudável, devendo ser evitada, especialmente, caso o peixe seja magro, pois conduz a uma

maior absorção do óleo vegetal. A cozedura em água é considerada, por vários autores, o tratamento culinário mais saudável observando-se, muitas vezes, um aumento do valor nutricional em relação a qualquer outro método culinário. Face a este tratamento, os valores de PUFA, geralmente, mantêm-se (Gladyshev *et al.*, 2005). O método grelhar tem sido, também, apontado, como uma forma benéfica de consumir o pescado, no entanto, alguns autores observaram uma diminuição do teor dos PUFA após este tratamento culinário (Ohshima *et al.*, 1996 in Gladyshev *et al.*, 2005).

Relativamente ao teor proteico, embora se registe um aumento em termos percentuais, durante a confecção do pescado perdem-se algumas proteínas sarcoplasmáticas e do tecido conjuntivo, resultando muitas vezes na gelificação do meio envolvente (Lin *et al.*, 2009). No que respeita às vitaminas e sais minerais, a retenção destes micronutrientes depende do tipo de tratamento culinário e da quantidade de água utilizada na confecção do pescado (Mierke-Klemeyer *et al.*, 2008).

Se por um lado, se verifica a importância do conhecimento da composição química dos vários produtos alimentares após o tratamento culinário, visto que poucos alimentos são consumidos em cru, por outro lado é igualmente relevante compreender e quantificar as perdas e ganhos de nutrientes, face aos diferentes métodos culinários. Os factores de retenção dos vários nutrientes são um instrumento de cálculo indispensável quando se pretende conhecer o verdadeiro valor nutricional dos alimentos que são consumidos porque contabiliza o rendimento e a diferença entre o teor de um constituinte no alimento cru e o teor deste após um determinado tratamento culinário (Gladyshev *et al.*, 2005). O valor energético, que é outro instrumento de cálculo, determina a energia que um alimento fornece com base no teor em hidratos de carbono, lípidos e proteínas. Esta informação nutricional constitui uma ferramenta importante, quer para os consumidores quer para os nutricionistas e os médicos, porque permite desenvolver dietas ajustadas ao estado fisiológico e às necessidades de cada um.

1.6 Objectivos

Este trabalho teve como objecto de estudo dois pontos distintos:

1. Determinar a composição química, o teor de colesterol e o perfil de ácidos gordos de cinco espécies diferentes que fazem parte da dieta dos portugueses e comparar os valores obtidos com os resultados apresentados noutros estudos;
2. Determinar a retenção dos micro e macronutrientes, após os tratamentos culinários representativos da gastronomia portuguesa e o valor nutricional das espécies quando confeccionadas;

2 Material e Métodos

2.1 Material

Foram analisadas quatro espécies de peixes de aquicultura: robalo (*Dicentrarchus labrax*), pregado (*Psetta maxima*), sargo (*Diplodus sargus*) e corvina (*Argyrosomus regius*). Foi analisada, também, uma espécie de água doce que tem sido alvo de interesse por parte do mercado português: a perca do Nilo (*Lates niloticus*). A biologia das espécies pode ser consultada no Anexo I. Para cada espécie, realizaram-se dois ensaios com indivíduos de proveniências diferentes. O número de indivíduos utilizados e a sua origem encontram-se registados na Tabela i do Anexo III.

2.2 Estratégia de amostragem

Os exemplares dos vários ensaios foram divididos em três fracções: uma para ser analisada em cru e as restantes após os tratamentos culinários mais usuais (grelhar e cozer). A parte edível de cada amostra, em cru e depois de cozinhada, foi cuidadosamente removida e homogeneizada numa máquina trituradora (Grindomix). As amostras obtidas foram embaladas em sacos de plástico devidamente identificados. Uma parte da amostra já homogeneizada foi liofilização a uma temperatura de $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ e à pressão de 10^{-1} mbar durante um período de 48 horas. As amostras (húmidas ou liofilizadas) foram congeladas e armazenadas em congelador, a uma temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Antes das análises, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, durante um período de cerca de uma hora.

2.3 Métodos

2.3.1 Preparação do pescado

A preparação das amostras para análise em cru e após tratamento culinário pode observar-se na Figura 4. Na confecção do pescado grelhado os exemplares foram distribuídos em dois grelhadores eléctricos e para a cozedura foi utilizada uma panela de cozinha convencional à qual se adicionou cerca de 2 L de água. O tempo de confecção de cada amostra encontra-se na Tabela ii do Anexo III. Nas amostras de pescado grelhado, o sal (2 % do peso da amostra escamada e eviscerada) foi distribuído directamente nos peixes e aguardou-se 15 minutos. Na cozedura do pescado, o sal (2 % do peso da amostra escamada e eviscerada) foi adicionado à água.

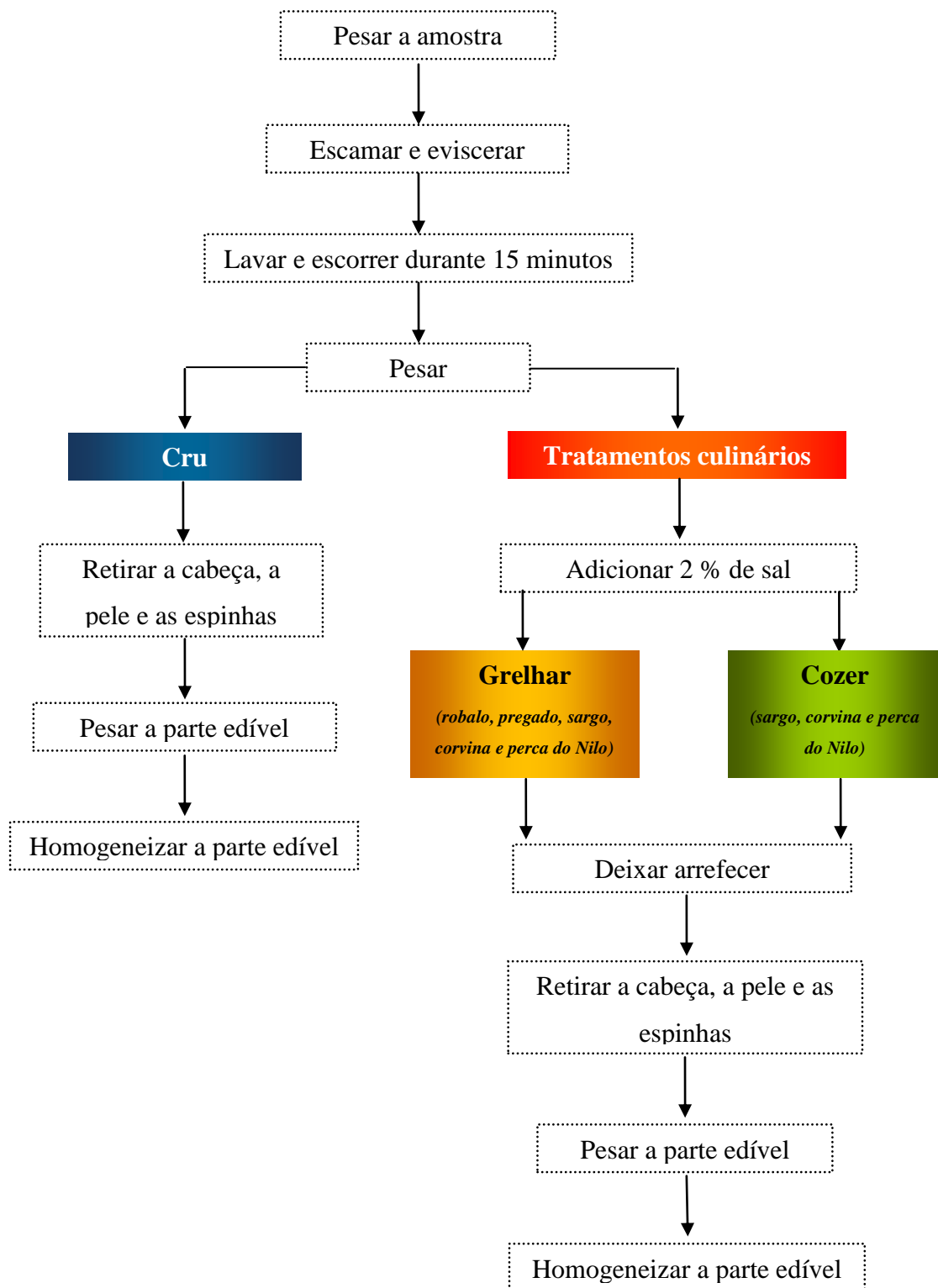


Figura 4. Procedimento para o tratamento do pescado.

2.3.2 Humidade e cinza

A determinação da humidade e cinza foi realizada de acordo com a norma NP 2282 (1991). Neste método, a humidade é determinada após secagem e pesagem das amostras até massa constante, registando-se a perda em grama. Para a determinação da cinza, as amostras anteriormente secas e pesadas, foram sujeitas a uma temperatura de 500 °C, durante uma noite, registando-se no final a perda de massa, em grama. Cada amostra foi analisada em duplicado e o procedimento encontra-se descrito pormenorizadamente no Anexo II.

2.3.3 Proteína Bruta

A proteína bruta foi determinada com base no método de *Kjeldahl* (AOAC, 1995). Este método consiste numa hidrólise em meio ácido das amostras húmidas e posterior quantificação do teor de azoto total por destilação e titulação, usando um factor de conversão de 6,25. Cada amostra foi analisada em duplicado e o procedimento encontra-se descrito pormenorizadamente no Anexo II.

2.3.4 Gordura livre total

O teor de gordura livre total foi determinado de acordo com a norma NP 1972 (1992), recorrendo-se a utilização de um aparelho de *Shoxlet*. Este método de quantificação de gordura baseia-se na extracção da matéria gorda de uma amostra húmida, efectuando-se várias lavagens sob refluxo com éter etílico. Posteriormente, o solvente é eliminado por evaporação e secagem. Cada amostra foi analisada em duplicado e o procedimento encontra-se descrito pormenorizadamente no Anexo II.

2.3.5 Colesterol

A determinação de colesterol foi efectuada de acordo com o método descrito por Naemmi *et al.* (1995) e modificado por Oehlenschläger (2000) por cromatografia de fase gasosa. Este método consiste numa hidrólise alcalina, sujeitando as amostras liofilizadas a um aquecimento em meio alcalino, extraindo-se, posteriormente, o colesterol com ciclohexano,

um solvente apolar. Cada amostra foi analisada em triplicado e o procedimento encontra-se descrito pormenorizadamente no Anexo II.

2.3.6 Perfil de ácidos gordos

O perfil de ácidos gordos foi determinado com base no método proposto por Lepage & Roy (1986), modificado por Cohen *et al.* (1988), por cromatografia de fase gasosa. Este método consiste numa trans-esterificação, onde os ácidos gordos dos triacilgliceróis das amostras liofilizadas são convertidos em ésteres metílicos, utilizando-se metanol para remoção do glicerol. Cada amostra foi analisada em duplicado e o procedimento encontra-se descrito pormenorizadamente no Anexo II. Os valores percentuais obtidos para cada ácido gordo presente nas amostras analisadas foram, posteriormente, convertidos em valor absoluto (mg/100 g) com base nas seguintes equações:

$$F.C. = 0,933 - 0,143 / G (\%)$$

$$\text{Ácido gordo (mg/100 g)} = A.G. (\%) \times F.C. \times G (\%) \times 10$$

G= teor em gordura; **A.G.**= ácido gordo; **F.C.**= factor correctivo.

2.3.7 Índices de aterogenicidade e trombogenicidade

Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade constituem uma ferramenta matemática para compreender o valor nutricional das espécies analisadas. O cálculo destes índices foi feito com base nos valores absolutos (mg/100 g) de alguns ácidos gordos importantes que estão envolvidos nos processos pró- ou anti-inflamatórios do sistema cardiovascular. Na determinação dos índices aterogenicidade e trombogenicidade utilizaram-se as expressões propostas por Ulbricht & Southgate (1991):

$$IA = ((12:0) + (4 \times 14:0) + (16:0)) / ((\sum\omega6) + (\sum\omega3) + (\sum MUFA))$$

$$IT = (14:0 + 16:0 + 18:0) / ((0,5 \times \sum MUFA) + (0,5 \times \sum\omega6) + (3 \times \sum\omega3) + (\sum\omega3/\sum\omega6))$$

$\sum MUFA$ = somatório dos ácidos gordos monoinsaturados; $\sum\omega3$ = somatório dos ácidos gordos da família ómega-3; $\sum\omega6$ = somatório dos ácidos gordos da família ómega-6;

2.3.8 Factores de Retenção

Para se determinar a retenção dos macro e micro nutrientes após os tratamentos culinários calculou-se o rendimento de cada ensaio, isto é:

$$R (\%) = \frac{\text{Massa da amostra após o tratamento culinário (g)}}{\text{Massa da amostra antes do tratamento culinário (g)}} \times 100$$

Em seguida, a retenção para cada nutriente foi calculada de acordo com Bognár (1998) *in* Juárez *et al.* (2003), utilizando a seguinte fórmula:

$$R. N. (\%) = \frac{\text{Concentração após tratamento culinário (mg/100 g)}}{\text{Concentração antes do tratamento culinário (mg/100 g)}} \times R (\%)$$

R= Rendimento; **R.N.**= retenção de um nutriente

2.3.9 Valor energético

No cálculo do valor energético de cada amostra após o tratamento culinário, foram tidos em conta os factores indicados pela FAO para a gordura (9,02 kcal/g) e para a proteína (4,27 kcal/g), que compreendem as perdas associadas à digestão e metabolismo. Considerou-se, ainda, o valor de hidratos de carbono como 0 %. A determinação do valor energético efectuou-se aplicando o seguinte cálculo:

$$\text{Valor energético} = \text{Gordura (\%)} \times 9,02 + \text{Proteína (\%)} \times 4,27$$

O valor energético foi também apresentado em kJ, multiplicando os valores obtidos através do cálculo anterior por 4,18.

2.3.10 Análise estatística

Todos os resultados obtidos foram tratados estatisticamente com auxílio dos programas Excel © e Statistica 8.0 ©.

Inicialmente, formularam-se duas hipóteses que permitiram tomar decisões acerca das características das amostras analisadas: uma hipótese nula (H_0) na qual se admitiu a igualdade entre amostras e uma hipótese alternativa (H_a) na qual se verificou a existência de diferenças significativas entre as amostras. A aceitação ou não da hipótese nula depende do nível de significância observado (*p-value*) e do adoptado ($\alpha = 0,05$). Quando o *p-value* é maior ou igual ao valor adoptado a hipótese nula é aceite e quando é menor ou igual a hipótese nula é rejeitada (Sokal & Rohlf, 1969).

Para comparar as características de duas amostras independentes aplicou-se o teste *t-student* e nos casos em que se pretendeu comparar mais do que duas amostras, recorreu-se à análise de variância (*ANOVA*). Ambos os testes baseiam-se na comparação de médias. Antes de efectuar a *ANOVA*, foi necessário testar os pressupostos em que esta se baseia (normalidade e homogeneidade), aplicando os testes de *Kolmogorov-Smirnov* e de *Levene*. Para os dados que apresentaram distribuição normal e homogeneidade de variâncias, aplicou-se o teste *One Way ANOVA*. Em seguida, aplicou-se o teste *Tukey* que permitiu identificar, efectivamente, as diferenças e/ou igualdades entre os grupos analisados.

Nos casos em que não se verificou pelo menos um dos pressupostos da *ANOVA*, os valores foram logaritmizados e passou-se ao teste não-paramétrico *Kruskal-Wallis*. Neste teste assume-se que a variável em consideração é contínua e que é medida numa escala ordinal, isto é, em *ranks* em vez de ser em médias. Como se assume que as amostras em comparação têm origem na mesma distribuição ou em distribuições com a mesma mediana, a interpretação do teste *Kruskal-Wallis* é idêntica à do teste *One Way ANOVA*. Posteriormente, determinaram-se as diferenças e/ou igualdades com um teste de comparações múltiplas.

Para determinar a existência de uma relação entre os teores gordura e os de colesterol nas amostras, calculou-se o coeficiente de correlação de *Pearson* e a significância estatística foi considerada quando $p < 0,05$ (Dowdy *et al.*, 2004).

3 Resultados e Discussão

3.1 Composição Química das espécies

Os resultados obtidos para a composição química das cinco espécies estudadas – robalo, pregado, sargo, corvina e perca do Nilo – encontram-se representados na Figura 4, bem como, na Tabela iii do Anexo IV.

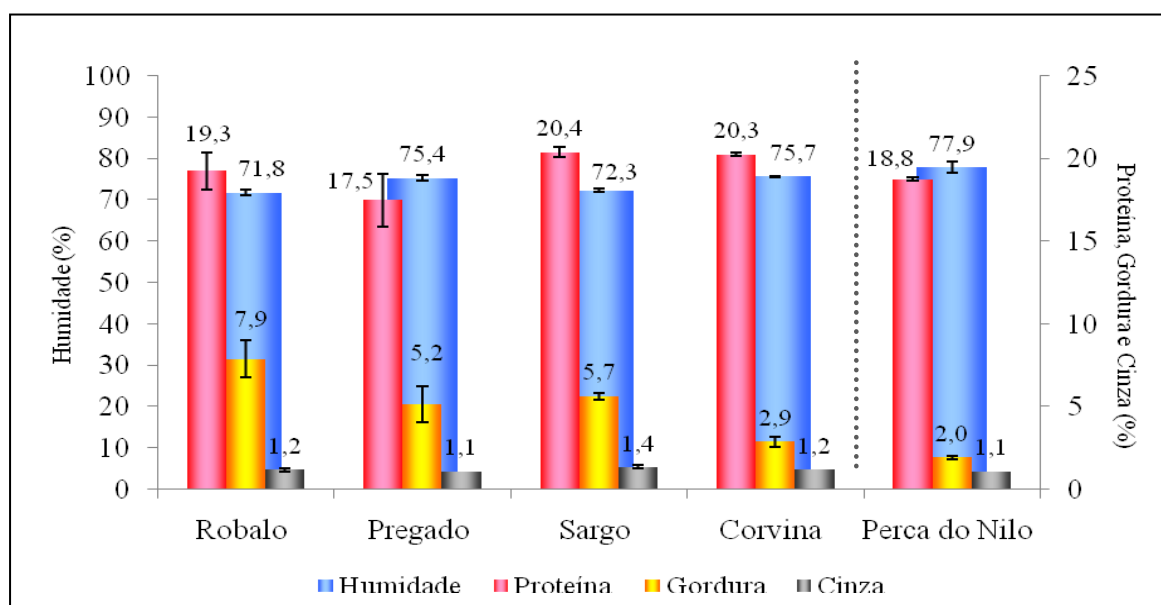


Figura 5 – Composição química, em média, das cinco espécies em estudo.

Como se pode observar, a água é o principal constituinte destas espécies, apresentando valores entre 72 e 78 % e os teores mais elevados foram encontrados nas espécies com menor teor de gordura (perca do Nilo e corvina). Para o teor de gordura registaram-se valores compreendidos num intervalo de 2 a 8 %. A perca do Nilo revelou a menor percentagem de gordura e o robalo foi a espécie que apresentou o teor mais elevado deste constituinte. De acordo com a classificação mais usual (www.fao.org), a perca do Nilo e a corvina inserem-se no grupo das espécies magras, uma vez que apresentaram teores lipídicos inferiores a 5 %. O robalo, o pregado e o sargo fazem parte da categoria das espécies semi-gordas pois apresentaram teores superiores a 5 % e inferiores a 10 %. Segundo Pigott & Tucker (1990), poder-se-á utilizar outro método de classificação com base no teor em gordura, um pouco diferente do apresentado anteriormente, que considera que as espécies

magras contêm teores de gordura até 2 %, as moderadamente gordas quando os valores se encontram entre 2 e 5 % e as gordas possuem percentagens superiores a 5 %. Desta forma, considera-se que a perca do Nilo foi a única espécie magra visto que, de acordo com esta segunda nomenclatura, a corvina passou a ser incluída no grupo das espécies moderadamente gordas. Nesta classificação, o robalo, o pregado e o sargo incluem-se no grupo das espécies muito gordas.

No que respeita à proteína, observou-se que os valores obtidos para as diferentes espécies foram muito próximos, situando-se ao redor de 19 %. Em contraste com os teores de humidade e de gordura, a proteína revelou, então, maior estabilidade. A percentagem em sais minerais, também, não variou de espécie para espécie, tendo-se encontrado um valor médio de 1 %.

Comparando os resultados obtidos com os apresentados noutros estudos, pôde-se constatar que a composição química do pescado de aquicultura apresenta algumas diferenças relativamente ao selvagem. Como um dos objectivos deste trabalho consistiu na distinção de espécies selvagens e de aquicultura, com base na composição bioquímica, a Tabela 3 apresenta a composição química das espécies selvagens - robalo, pregado, sargo e corvina - encontrada noutros estudos.

Tabela 3 – Composição química de robalo, pregado, sargo e corvina selvagens.

	Humidade (%)	Proteína (%)	Gordura (%)	Cinza (%)	Referências
Robalo	75,3	19,8	3,5	1,2	Bandarra <i>et al.</i> , 2004
Pregado	78,3	16,4	2,9	2,0	www.foodcomp.dk
Sargo	80,7	*	4,0	*	Cejas <i>et al.</i> , 2003
Corvina	76,7	20,4	1,4	1,2	Bandarra <i>et al.</i> , 2004

*Valor não referido.

Verificou-se, então, que embora os teores de proteína e de sais minerais sejam semelhantes, os teores de gordura determinados neste estudo foram mais elevados do que os apresentados pelos autores referidos na Tabela 2 e, por consequência, os teores de humidade foram inferiores. Visto que um dos principais factores que influencia a composição química do pescado é o alimento, o teor de gordura mais elevado que as espécies de aquicultura

apresentam está relacionado com o tipo e composição das rações que foram fornecidas durante a sua produção (Ferreira *et al.*, 2007). Estas rações são, geralmente, mais ricas em gordura do que o alimento disponível em ambiente selvagem (Alasalvar *et al.*, 2002). Por outro lado, no meio natural, o alimento nem sempre está disponível para consumo e a natação para procura de alimento, fuga a predadores e migrações obriga a um dispêndio de energia suplementar (Grigokoris, 2002). Estes factores não ocorrem em aquicultura sendo, por isso, outra justificação para o aumento do teor de gordura nestas espécies. Devido ao aumento do teor lipídico, algumas espécies que são magras em ambiente selvagem, quando são produzidas em aquicultura apresentam uma composição química idêntica à das espécies semi-gordas ou gordas (Alasalvar *et al.*, 2002).

Estas diferenças entre a composição química do pescado de aquicultura e do selvagem também foram constatadas em estudos anteriores. Johnston *et al.*, (2006) obtiveram teores de gordura para o salmão do Atlântico (*Salmo salar*) selvagem e de aquicultura iguais a 7 % e 10 %, respectivamente. No estudo realizado por Grigorakis (2007) também são referidas percentagens de gordura superiores na dourada (*Sparus aurata*) produzida em aquicultura, tendo-se observado que estes valores também variam de acordo com o sistema de produção (extensivo ou intensivo) e com a época do ano. Assim, os resultados obtidos estão de acordo com o que foi proposto por vários autores, na medida em que a composição química de uma dada espécie produzida em aquicultura apresenta diferenças porque reflecte, em grande parte, o alimento consumido durante o período de vida.

Em suma, o pescado de aquicultura possui, de um modo geral, teores de gordura mais elevados e percentagens de humidade mais baixas do que o selvagem. Alguns estudos referem também um aumento do teor em proteína nas espécies de aquicultura, decorrente do enriquecimento deste constituinte nas rações fornecidas (Alasalvar *et al.*, 2002).

Relativamente à perca do Nilo, por se tratar de uma espécie emergente, foram encontradas poucas referências acerca da sua composição química, não tendo sido possível estabelecer comparações com outros estudos. Todavia, a Tabela 3 apresenta alguns valores referentes à composição química de algumas espécies que, tal como a perca do Nilo, são de água doce.

Tabela 4 – Composição química de algumas espécies de água doce.

	Humidade (%)	Proteína (%)	Gordura (%)	Cinza (%)	Referências
Truta arco-íris (<i>Onconrhnchus mykiss</i>)	78,0	17,8	2,3	1,3	Bandarra <i>et al.</i> , 2004
Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	80,0	17,6	0,5	1,9	Castro <i>et al.</i> , 2006
Carpa comum (<i>Cyprinus carpio</i>)	77,9	16,8	3,5	1,8	Castro <i>et al.</i> , 2006
Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)	80,1	17,5	0,4	2,0	Castro <i>et al.</i> , 2006

Assim, a composição química da perca do Nilo é bastante semelhante à encontrada noutras espécies de água doce. Nos teores de humidade e proteína não se verificaram grandes diferenças. A gordura é o constituinte que apresenta mais variações entre espécies (entre 0,4 e 3,5 %), no entanto, o teor lipídico da perca do Nilo encontra-se dentro dos valores apresentados por estas espécies. No que respeita aos sais minerais, a perca do Nilo revelou um teor mais baixo do que qualquer uma destas espécies, visto que os valores variam entre 1,3 e 2,0 %. Assim, analisando a composição química de todas as espécies verificou-se que, embora a tilápia e a perca do Nilo pertençam à mesma ordem (*Perciformes*) e partilhem o mesmo habitat, a composição química da perca do Nilo está mais próxima da encontrada na truta arco-íris. De referir que, por se tratarem de espécies selvagens, factores como a temperatura, salinidade, estado de maturação sexual e época do ano em que o pescado foi capturado poderão ter influenciado os resultados.

3.2 Perfil de ácidos gordos

O perfil de ácidos gordos de uma espécie determina, em grande parte, o seu valor nutricional. Nas espécies estudadas foram identificados 35 ácidos gordos, apresentados na Tabela 5, bem como, o somatório dos ácidos gordos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados. Na determinação do teor de cada ácido gordo em valor absoluto (mg/100 g) considerou-se um factor correctivo igual 0,9 excepto na perca do Nilo, tendo-se utilizado neste caso um factor de 0,8. O perfil de ácidos gordos também pode ser observado na Tabela v do Anexo IV. Para a análise estatística apenas foram considerados os ácidos gordos mais importantes nestas espécies.

Tabela 5 – Principais ácidos gordos, em valor absoluto e percentagem, das espécies estudadas – robalo, pregado, sargo, corvina e perca do Nilo.

Ácidos gordos	<i>Espécies de aquicultura</i>								<i>Espécie selvagem</i>	
	Robalo		Pregado		Sargo		Corvina		Perca do Nilo	
	mg/100 g	%	mg/100 g	%	mg/100 g	%	mg/100 g	%	mg/100 g	%
16:0	1085,9	15,3	676,6	14,5	839,8	16,4	474,3	18,2	377,8	23,6
16:1	304,4	4,3	317,2	6,8	257,3	5,0	132,4	5,1	176,6	11,0
18:0	247,8	3,5	129,1	2,8	224,1	4,4	148,4	5,7	141,9	8,9
18:1ω9	1485,4	20,9	582,6	12,4	957,1	18,7	352,1	13,5	217,1	13,6
18:2ω6 (LA)	1456,0	20,5	473,5	10,1	678,9	13,2	400,4	15,3	29,2	1,8
18:3ω3 (ALA)	60,8	0,9	72,7	1,6	49,4	1,0	45,3	1,7	29,2	1,8
20:4ω6 (AA)	39,4	0,6	57,3	1,2	34,5	0,7	36,1	1,4	64,9	4,1
20:5ω3 (EPA)	406,2	5,7	596,9	12,8	228,3	4,5	272,0	10,4	39,8	2,5
22:6ω3 (DHA)	562,6	7,9	519,1	11,1	640,2	12,5	284,8	10,9	171,6	10,7
Σ SFA	1615,2	22,7	1142,0	24,4	1355,5	26,4	759,3	29,1	615,9	38,5
Σ MUFA	2359,1	33,2	1127,5	24,1	1646,8	32,1	611,3	23,4	469,8	29,4
Σ PUFA	2973,0	41,8	2275,8	48,6	2039,4	39,8	1213,8	46,5	481,2	30,1
N.I.	162,7	2,3	134,6	2,9	88,4	1,7	25,6	1,0	33,1	2,1
Σ ω3	1164,9	16,4	1540,4	32,9	1135,4	22,1	705,8	27,0	340,0	21,2
Σ ω6	1572,7	22,1	613,6	13,1	772,9	15,1	465,9	17,9	122,0	7,6
ω3/ω6	0,7		2,5		1,5		1,5		2,8	

N.I.: não identificados. **Σ SFA:** 14:0, 15:0 isobr, 15:0, 16:0, 16:0 isobr, 17:0, 18:0, 19:0, 20:0, 21:0. **Σ MUFA:** 16:1 ω 9, 16:1 ω 7, 17:1, 18:1 ω 9, 18:1 ω 7, 18:1 ω 5, 20:1 ω 7, 20:1 ω 9, 22:1 ω 9, 22:1 ω 11. **Σ PUFA:** 16:2 ω 4, 16:3 ω 4, 16:3 ω 3, 18:2 ω 6, 18:3 ω 6, 18:3 ω 4, 18:3 ω 3, 18:4 ω 3, 20:4 ω 6, 20:3 ω 3, 20:5 ω 3, 22:2 ω 6, 22:4 ω 6, 22:5 ω 3, 22:6 ω 3. **Σ ω 3:** 16:3 ω 3, 18:3 ω 3, 18:4 ω 3, 20:3 ω 3, 20:5 ω 3, 22:5 ω 3, 22:6 ω 3. **Σ ω 6:** 18:2 ω 6, 18:3 ω 6, 20:4 ω 6, 22:2 ω 6, 22:4 ω 6.

Os ácidos saturados (SFA) apresentaram, no total, percentagens inferiores a 30 % no robalo, pregado, sargo e corvina, ao passo que na perca do Nilo se registou um valor mais elevado, próximo de 40 %. Neste grupo, o ácido palmítico (16:0) foi aquele que mais se destacou em todas as espécies, no entanto, a perca do Nilo foi a que exibiu maior percentagem deste ácido gordo (23,6 %). Contudo, considerando o conteúdo lipídico total, o robalo apresentou o teor em ácido palmítico mais elevado em valor absoluto (1085,9 mg/100 g). Bandarra *et al.* (2004) obtiveram para esta espécie um valor ligeiramente superior (1165,3 mg/100 g).

Relativamente ao teor em monoinsaturados (MUFA), observaram-se variações de espécie para espécie, tendo-se observado valores compreendidos entre 23 e 33 % na corvina e no robalo, respectivamente. Na classe dos MUFA, evidenciou-se o ácido oleico (18:1 ω 9) com percentagens ao redor de 20 %. O robalo revelou o maior teor em MUFA (2359,1 mg/100 g) e em particular de ácido oleico (1485 mg/100 g). Estes valores foram bastante mais elevados do que os obtidos por Bandarra *et al.* (2004) para esta espécie, o que certamente decorre do tipo e composição da dieta.

No que respeita aos ácidos gordos polinsaturados (PUFA), o pregado foi a espécie que registou o maior valor (48,6 %) e a perca do Nilo foi aquela que revelou o menor (30,1 %). O grupo dos PUFA foi maioritariamente representado pelo ácido linoleico (LA – 18:2 ω 6), excepto no caso da perca do Nilo na qual se obteve um valor inferior a 2 %. O robalo apresentou a maior percentagem de LA (20 %) ao passo que no pregado, sargo e corvina se obtiveram valores entre 10,1 e 15,3 %. O pescado de aquicultura avaliado apresentou, então, teores em LA bastante superiores aos observados em espécies selvagens. Özogul *et al.* (2006) obtiveram percentagens de LA inferiores a 5 % em 7 espécies marinhas diferentes entre as quais se destacam a sarda (3,4 %), badejo (1,7 %) e garoupa (1,3 %).

Para os ácidos α – linolénico (ALA – 18:3 ω 3) e araquidónico (AA - 20:4 ω 6) obtiveram-se percentagens ao redor de 1 % em todas as amostras, com excepção da perca do Nilo na qual o valor de AA foi de 4,1 %, um resultado idêntico ao encontrado em várias espécies de peixe analisadas noutros estudos, tais como, o salmão do Atlântico, dourada, robalo e sargo (Pérez *et al.*, 2006; Mnari *et al.*, 2005; Alasalvar *et al.*, 2002; Johnston *et al.*, 2006).

O teor em EPA variou bastante entre espécies, tendo-se registado o valor mais elevado no pregado (13 % e 597 mg/100 g). Relativamente ao DHA, todas as espécies revelaram percentagens importantes. O robalo foi aquele que apresentou a menor percentagem de DHA (8 %) ao passo que no sargo se registou o teor mais elevado quer em percentagem (12 %) quer em valor absoluto (640,2 mg/100 g). De um modo geral, os teores em DHA foram mais elevados do que os de EPA, facto que é bastante relevante na medida em que o organismo sintetiza o EPA a uma taxa mais elevada do que o DHA (5 % e 0,01 %, respectivamente), tornando-se mais importante o consumo de alimentos que sejam ricos neste ácido gordo (Wang *et al.*, 2006).

No que respeita aos somatórios de ácidos gordos $\omega 3$ e $\omega 6$, estes variaram muito entre espécies, tendo-se obtido valores situados entre 18 e 33 % e entre 8 e 21 %, respectivamente. O pregado revelou os teores mais elevados em $\omega 3$ em valor absoluto (1540,4 mg/100 g) ao passo que robalo revelou o maior teor em $\omega 6$ (1572,7 mg /100 g). A perca do Nilo foi a espécie com os teores mais baixos de $\omega 3$ e $\omega 6$ (340,0 mg/100 g e 122,0 mg/100 g, respectivamente). Assim, para a razão $\omega 3/\omega 6$ obtiveram-se valores compreendidos entre 0,7 (no robalo) e 2,8 (na perca do Nilo). Estes resultados foram diferentes dos obtidos noutros estudos realizados em vários peixes marinhos (Alasalvar *et al.*, 2002; Bandarra *et al.* 2004; Özogul *et al.*, 2006). Por exemplo, Bandarra *et al.* (2004) encontraram no robalo teores em $\omega 3$ e $\omega 6$ respectivamente de 1193 mg/100 g e 505 mg/100 g, respectivamente e uma relação $\omega 3/\omega 6$ igual a 2,4. Para a corvina estes mesmos autores obtiveram teores em $\omega 3$ e $\omega 6$ de 216,1 mg/100 g e 17,7 mg/100 g, um resultado mais baixo do que o observado neste estudo para esta espécie.

Como já foi referido, os resultados foram um pouco diferentes dos encontrados em alguns estudos anteriores. Assim, tal como a composição química, verificou-se que o perfil de ácidos gordos do pescado de aquicultura apresenta diferenças em relação ao pescado selvagem. Com vista à determinação dos benefícios associados ao consumo de espécies de aquicultura, tornou-se relevante comparar os resultados deste estudo com os valores publicados por alguns autores para as mesmas espécies provenientes do meio selvagem e determinar as implicações do ponto de vista nutricional. Na Tabela 6 apresentam-se os valores para alguns ácidos gordos obtidos em estudos realizados em pescado selvagem.

Tabela 6 – Principais ácidos gordos, em percentagem, em algumas espécies de origem selvagem.

Ácidos gordos (%)	Robalo	Sargo	Pregado
16:0	22,6	20,5	18,8
SFA	33,4	29,2	27,7
18:1ω9	11,1	13,1	11,9
MUFA	19,4	23,1	22
18:2ω6 (LA)	3,2	3,6	1,6
18:3ω3 (ALA)	1,7	0,5	0,8
20:4ω6 (AA)	7,4	5,0	4,3
20:5ω3 (EPA)	10,6	3,9	9,7
22:6ω3 (DHA)	19,5	28,4	26,8
PUFA	47,4	42,3	50,6
ω3/ω6	3,0	3,3	6,8
Referência	Alasalvar <i>et al.</i> (2002)	Cejas <i>et al.</i> (2003)	Busetto <i>et al.</i> (2008)

No grupo dos SFA o ácido palmítico domina também o perfil do pescado selvagem, no entanto, os teores apresentados por Alasalvar *et al.* (2002), Cejas *et al.* (2003) e Busetto *et al.* (2008) para o robalo, sargo e pregado selvagens foram inferiores aos obtidos neste estudo. Embora a percentagem de MUFA, nomeadamente, de ácido oleico seja considerável nas espécies selvagens, neste estudo obtiveram-se valores mais elevados do que os apresentados pelos autores a cima referidos, o que se deve ao facto das rações comerciais utilizadas na produção do pescado de aquicultura serem ricas em óleos de peixe e vegetais (Alasalvar *et al.*, 2002). Busetto *et al.* (2008) observaram também este aumento do teor em MUFA no pescado produzido em aquicultura relativamente ao selvagem.

Outras implicações decorrentes do alimento fornecido são as elevadas percentagens de LA observadas no perfil de ácidos gordos do robalo, do pregado, do sargo e da corvina de aquicultura. De facto, percentagens muito elevadas deste ácido gordo são características das espécies de aquicultura o que permite, normalmente, diferenciá-las do pescado de selvagem. Como as enzimas que participam na síntese dos ácidos gordos ω 3 e ω 6 são as mesmas, a ingestão de quantidades excessivas de ω 6 pode inibir a capacidade natural do organismo sintetizar os ω 3, nomeadamente, o DHA (Martin *et al.*, 2006; Soccol *et al.*, 2003). Assim, os níveis elevados de LA que apresentam as espécies de aquicultura poderão constituir um problema para os consumidores, contribuindo para o desequilíbrio na proporção entre ω 3 e ω 6 no organismo.

Observando os valores de ALA, como se referiu anteriormente, verifica-se que todas as espécies analisadas apresentam percentagens reduzidas (inferiores a 5 %) deste ácido gordo essencial. Contudo os estudos realizados por vários autores revelaram que o pescado, em geral, quer de aquicultura quer selvagem, não apresenta percentagens elevadas de ALA (Bandarra *et al.*, 2004; Alasalvar *et al.*, 2002; Cejas *et al.*, 2003). Relativamente ao ácido araquidónico (AA – 20:4 ω 6), os valores encontrados para o robalo, o pregado, o sargo e a corvina foram inferiores aos encontrados noutros estudos. Busetto *et al.* (2008) e Alasalvar *et al.* (2002) constataram, também, que o pescado selvagem possui, geralmente, percentagens superiores de AA por comparação ao de aquicultura.

Ainda na classe dos PUFA, também se observaram diferenças nos níveis do EPA e DHA. As percentagens destes ácidos gordos no pescado de aquicultura, ainda que tenham sido elevadas, foram bastante inferiores às encontradas no pescado selvagem o que se deve, mais uma vez, ao alimento fornecido aos animais. Contudo, o conteúdo lipídico mais elevado nas espécies de aquicultura torna-as mais ricas, proporcionalmente, nestes ácidos gordos. As relações ω 3/ ω 6 obtidas neste estudo para o robalo, pregado, sargo e corvina também foram inferiores às apresentadas pelos autores citados na Tabela 6, nas espécies marinhas selvagens. Como já foi referido, o pescado de aquicultura, de uma forma geral, possui teores elevados em ω 6, nomeadamente, de LA devido à presença deste tipo de ácidos gordos nas rações fornecidas e, por consequência, apresenta razões ω 3/ ω 6 mais baixas do que as espécies selvagens, cujos valores se situam entre 5 – 10 (Ackman, 1995 *in* Chauo, 2000; Alasalvar *et al.*, 2002). Tal poderia constituir um problema para a saúde, uma vez que se recomenda o consumo de alimentos cujas razões ω 3/ ω 6 sejam as mais elevadas possíveis satisfazendo, assim, as necessidades do organismo. Porém, os valores obtidos encontram-se dentro dos limites recomendados (maiores que 1:2 ou 0,5) (Simopoulos, 1989; FAO; WHO *in* Martin *et al.*, 2006).

De uma forma conclusiva, embora as percentagens de ácidos gordos PUFA e a relação ω 3/ ω 6 sejam inferiores às referidas noutros estudos (Bandarra *et al.*, 2004; Pérez *et al.*, 2006; Alasalvar *et al.*, 2002; Özogul *et al.*, 2006), constatou-se que, devido ao teor de gordura mais elevado, as espécies de aquicultura analisadas podem contribuir com valores apreciáveis de ácidos gordos ω 3 e, em particular, de EPA e DHA. Na Tabela 7 apresentam-se os teores de

EPA e DHA numa dose de pescado usualmente consumida, equivalente a 150 g de parte edível.

Tabela 7 – Teor em EPA, DHA e EPA+DHA nas espécies de aquicultura estudadas.

	EPA (mg/150 g)	DHA (mg/150 g)	EPA+DHA (mg/150 g)	% D.D.R.* (ISSFAL)
Robalo	609	844	1453	291
Pregado	895	779	1674	335
Sargo	342	960	1303	261
Corvina	408	427	835	167

*Percentagem da dose diária recomendada pela ISSFAL (500 mg/dia).

Como se pode observar na Tabela 7, as espécies de aquicultura avaliadas contêm as doses de $\omega 3$ recomendadas visto que o consumo de 150 g de filetes de pescado (robalo, pregado, sargo, corvina) fornece mais do 500 mg destes ácidos gordos (ISSFAL). Em relação ao EPA juntamente com o DHA, recomenda-se um consumo mínimo de 500 mg/100 g valor também superado em todas as espécies. De referir que o total de ácidos gordos insaturados (MUFA + PUFA) neste pescado esteve próximo de 70 %, tendo-se verificado uma dominância dos PUFA relativamente aos SFA e MUFA em todos os casos.

Como a perca do Nilo constituiu uma espécie de água doce selvagem e, por isso, revelou um perfil de ácidos gordos bastante diferente do apresentado pelas restantes espécies estudadas, optou-se por comparar também os resultados obtidos com alguns valores publicados referentes a peixes selvagens e de água doce (Tabela 8).

Tabela 8 – Perfil de ácidos gordos, em percentagem, de algumas espécies de água doce.

Ácidos gordos	Peixe-Gato (<i>Clarias garlepinus</i>)	Carpa comum (<i>Cyprinus carpio</i>)	Tilapia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)
16:0	18,2	18,8	27,5	27,0
SFA	29,8	25,3	46,2	42,5
18:1ω9	15,9	44,0	22,7	22,9
MUFA	22,7	59,4	33,3	29,7
18:2ω6 (LA)	6,9	9,4	3,5	6,3
18:3ω3 (ALA)	2,2	0,6	1,4	1,5
20:4ω6 (AA)	0,67	1,8	4,9	3,9
20:5ω3 (EPA)	2,1	0,3	0,8	0,9
22:6ω3 (DHA)	6,7	1,0	4,8	6,1
PUFA	23,2	14,2	17,4	20,9
$\omega 3/\omega 6$	1,0	0,2	0,8	0,8
Referência	Özogul <i>et al.</i> (2006)	Castro <i>et al.</i> (2006)	Castro <i>et al.</i> (2006)	Castro <i>et al.</i> (2006)

Como se pôde verificar, a perca do Nilo apresentou percentagens bastante elevadas de SFA, no entanto, estes resultados encontram-se de acordo com os valores publicados em estudos anteriores, apontando para o facto dos peixes de água doce possuírem, de um modo geral, teores mais elevados de SFA do que os marinhos (Ackaman, 1995 *in* Chauo, 2000; Özogul *et al.*, 2006). À semelhança dos peixes marinhos, o teor em MUFA presente na perca do Nilo e, em regra, no pescado de água doce varia bastante de acordo com a espécie e é representado maioritariamente pelo ácido oleico (Zenebe *et al.*, 1998).

Relativamente aos ácidos PUFA, como se pode observar nas Tabelas 7 e 8, as espécies de água doce apresentam, geralmente, teores bastante elevados de LA e de DHA ao passo que os PUFA das espécies marinhas são maioritariamente representados por EPA e DHA (Zenebe *et al.*, 1998; Özogul *et al.*, 2006). Contudo, neste estudo não se verificaram estas diferenças entre a perca do Nilo e o robalo, pregado, sargo e corvina porque o pescado marinho foi proveniente de aquicultura.

Destaca-se ainda a presença mais acentuada do AA na perca do Nilo (4 %) comparativamente às espécies marinhas analisadas neste trabalho. Como se pode observar na Tabela 8, estes resultados estão de acordo com o que é proposto por vários autores visto que o AA se encontra, caracteristicamente, em quantidades mais elevadas nas espécies de água doce do que nas espécies marinhas (Özogul *et al.*, 2006). Como se trata de um ácido gordo indispensável para a formação e desenvolvimento do sistema nervoso e da retina, o nível de AA observado na perca do Nilo constitui, então, um dos benefícios associados ao consumo deste produto.

No que respeita à razão $\omega 3/\omega 6$, o valor obtido na perca do Nilo foi inferior ao encontrado nas espécies marinhas selvagens (Tabela 6). A perca do Nilo revelou um valor superior ao observado nas espécies de água doce representadas na Tabela 8, no entanto, foi semelhante ao determinado por Bandarra *et al.* (2004) na truta arco-íris (2,9). Segundo Özogul *et al.* (2006), as espécies de água doce são caracterizadas por valores mais reduzidos de ácidos gordos do tipo $\omega 3$ (como o EPA e o DHA) e valores superiores de ácidos gordos do tipo $\omega 6$ (como o AA e o LA) do que os peixes marinhos, o que se traduz na diminuição da razão $\omega 3/\omega 6$. É de salientar que neste estudo a perca do Nilo apresentou percentagens bastante inferiores de ácidos gordos $\omega 6$ e valores superiores para a razão $\omega 3/\omega 6$ quando comparada

com as espécies marinhas porque os produtos marinhos estudados foram provenientes de aquicultura.

Em suma, embora esta espécie seja de água doce e, por isso, apresente teores de SFA mais elevados e teores de PUFA mais baixos do que o pescado marinho, a perca do Nilo constitui um produto de elevado valor nutricional, contribuindo com doses apreciáveis de ácidos gordos essenciais. Assim, o consumo de uma dose de 150 g de filetes de perca do Nilo fornece 509,9 mg /100 g de ω 3 e 317 mg/100 g de EPA+DHA valor que constitui cerca de 63 % da dose diária recomendada (ISSFAL).

Com base na análise estatística, pretendeu-se verificar a existência ou não de diferenças no perfil de ácidos gordos das espécies de aquicultura estudadas. Para tal, testou-se inicialmente a normalidade dos dados e homogeneidade de variâncias. Como não se verificaram estes pressupostos, mesmo após a transformação dos dados, optou-se pelo teste não-paramétrico de *Kruskal-Wallis*. Este teste permitiu observar a existência de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias de cada tipo de ácido gordo para as cinco espécies de peixe analisadas. Aplicando então um teste de comparações múltiplas de médias de *ranks*, foi possível detectar onde se situam essas diferenças (Figuras 6 e 7).

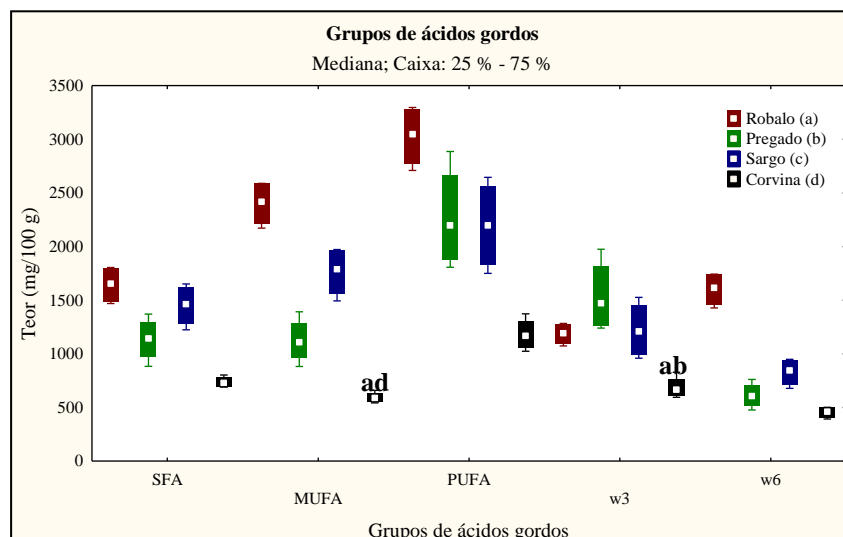


Figura 6 - Comparação dos grupos de ácidos gordos (mg/100g) entre as 4 espécies de aquicultura estudadas.

*As letras no cimo de cada caixa estão associadas à existência de diferenças significativas na concentração de cada ácido ($p < 0,05$) entre cada espécie. Nos casos em que não se observaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre cada espécie não foram atribuídas quaisquer letras no cimo das caixas.

Na Figura 6 está representado um ponto central (mediana) de cada ácido gordo, bem como, um máximo e um mínimo não *outlier*. À excepção do teor em ω_3 , o robalo foi sempre estatisticamente diferente da corvina. Por outro lado, a corvina só difere significativamente do pregado neste grupo de ácidos gordos. O robalo, sargo e pregado não apresentaram diferenças significativas entre si.

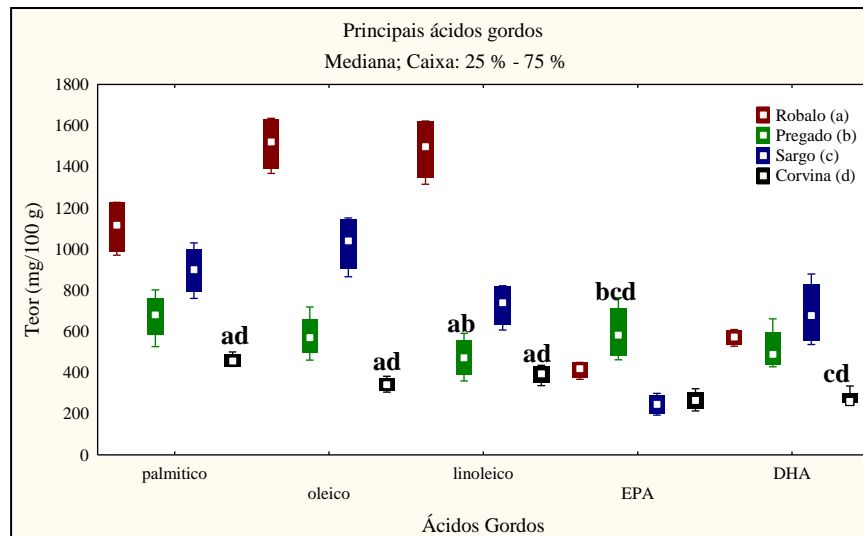


Figura 7 - Comparação dos principais ácidos gordos (mg/100g) entre as 4 espécies de aquicultura estudadas.

**As letras no cimo de cada caixa estão associadas à existência de diferenças significativas na concentração de cada ácido ($p < 0,05$) entre cada espécie. Nos casos em que não se observaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre cada espécie não foram atribuídas quaisquer letras no cimo das caixas.*

Comparando, isoladamente, a concentração de cada ácido gordo entre espécies (Figura 7) verificou-se que o robalo é estatisticamente diferente da corvina no que respeita aos teores em ácidos palmítico, oleico e linoleico. A corvina é também significativamente diferente do pregado a nível do EPA e do sargo no teor em DHA. O pregado apenas se revelou estatisticamente diferente do robalo no teor em LA e do sargo no teor EPA. Entre o robalo e o sargo não foram detectadas quaisquer diferenças significativas.

3.3 Índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT)

Para tentar compreender melhor os potenciais efeitos em termos arterioscleróticos e trombóticos, eventos determinantes no desenvolvimento das doenças cardiovasculares, determinaram-se os índices de aterogenicidade e trombogenicidade das espécies de aquicultura analisadas neste trabalho, apresentando-se os valores na Tabela 9.

Tabela 9 – Índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT) nas espécies estudadas.

	<i>Espécies de aquicultura</i>				<i>Espécie selvagem</i>
	Robalo	Pregado	Sargo	Corvina	Perca do Nilo
IA	0,39	0,51	0,44	0,47	0,62
IT	0,28	0,19	0,27	0,27	0,43

Nas espécies de aquicultura analisadas, verificou-se que o robalo apresentou o menor IA (0,39) e que o pregado apresentou o menor IT (0,19). A corvina foi a espécie de aquicultura com índices mais elevados, tendo-se obtido para o IA e IT, respectivamente, 0,47 e 0,27. Os resultados obtidos para estas espécies encontraram-se dentro da gama de valores esperada (entre 1 e 0,5). Comparando estes valores com os determinados noutros estudos, verificou-se que o pescado de aquicultura analisado possui índices aterogénicos e trombogénicos semelhantes aos encontrados no pescado de origem selvagem. Por exemplo, no estudo desenvolvido por Rueda *et al.* (2001), o robalo e o sargo-bicudo, ambos selvagens, apresentaram, respectivamente, o IA igual a 0,45 e 0,53 e o IT igual a 0,25 e 0,35.

Estes índices salientam a importância dos lípidos insaturados face aos problemas que advêm do consumo exagerado dos saturados, não fazendo qualquer distinção entre MUFA e PUFA. Segundo Turan *et al.* (2007), todos os ácidos gordos insaturados, com uma ou várias ligações duplas, contribuem para a diminuição destes índices, condição que se pôde conferir nas espécies de aquicultura analisadas dados os seus elevados teores em ácidos oleico e linoleico, bem como, em EPA e DHA. Neste contexto, Fehily *et al.* (2006) referem a importância da utilização de outros índices e factores para além do IA e do IT pois estes, por si só, podem não constituir uma ferramenta adequada para prever a ocorrência de aterosclerose e trombos.

Relativamente à perca do Nilo, a única espécie selvagem analisada, o IA e IT obtidos foram, respectivamente, 0,62 e 0,43. Ainda que se encontrem dentro da gama de valores recomendados (entre 1 e 0,5), estes resultados foram ligeiramente superiores aos encontrados em algumas espécies de peixes como o pargo legítimo (0,5 e 0,2) e a truta arco-íris (0,5 e 0,3) (Valfre *et al.*, 2003; Rueda *et al.*, 1997 in Turan, 2007). O facto da perca do Nilo ser uma espécie, exclusivamente, de água doce com teores mais elevados de SFA justificou os resultados obtidos.

3.4 Colesterol

Quando comparado com outros alimentos, como o ovo e a manteiga, o pescado apresenta teores de colesterol relativamente baixos (www.nutritiondata.com). As concentrações deste esterol encontradas nos peixes são, também, inferiores às encontradas noutros produtos do mar, como os crustáceos e moluscos (Mathew *et al.*, 1999 e Oehlenschläger, 2000). Na Figura 8 apresentam-se os valores de colesterol determinados nas espécies em estudo – robalo, pregado, sargo, corvina e perca do Nilo.

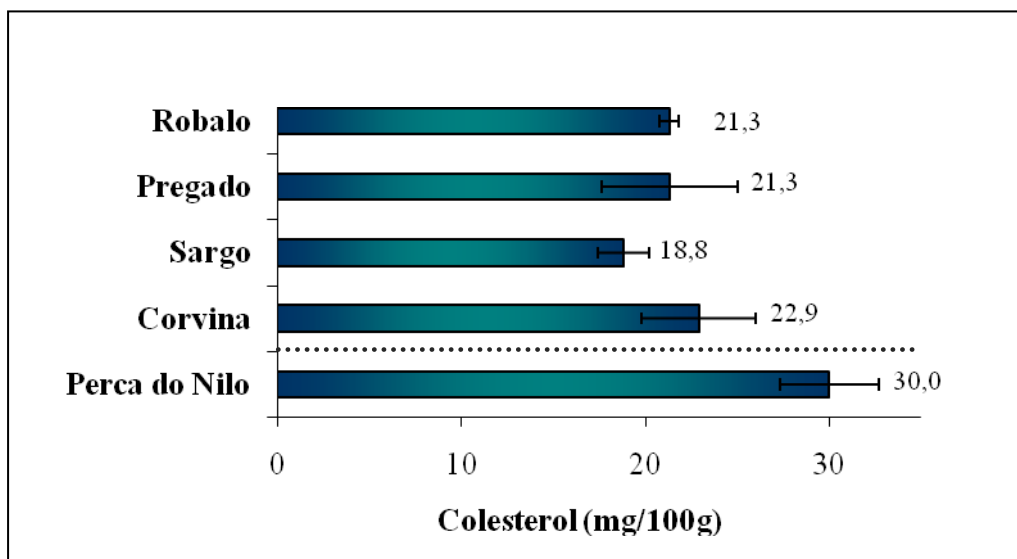


Figura 8 – Teor médio de colesterol, em mg/ 100g \pm desvio padrão.

No pescado analisado obtiveram-se teores de colesterol situados entre 19 e 30 mg/100 g. De entre as espécies em estudo, a perca do Nilo foi aquela que revelou o teor mais elevado de colesterol, com 30 mg/100 g ao passo que o sargo apresentou o valor mais baixo, registando-se um teor médio de colesterol igual a 19 mg/100 g. Assim, os peixes marinhos de aquicultura (robalo, pregado, sargo e corvina) registaram teores em colesterol baixos e pouco variáveis entre espécies. Segundo Alsalavar *et al.* (2002), o pescado magro quando cultivado em aquicultura apresenta uma composição química idêntica à das espécies gordas. Como a composição química do pescado de aquicultura é geralmente mais constante, o teor em colesterol também deverá apresentar pouca variação entre espécies.

Na análise estatística, como se verificaram os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias aplicou-se o teste *One way ANOVA*. Observaram-se, então,

diferenças significativas no conteúdo em colesterol entre as espécies analisadas ($p < 0,05$), rejeitando-se portanto a hipótese nula. Aplicando o teste de *Tukey*, apenas se confirmou a existência de diferenças significativas entre a perca do Nilo e o sargo. Segundo Oehlenschläger (2000), as espécies de peixe chatos apresentam, em regra, teores de colesterol semelhantes aos encontrados nas espécies magras. Tal não foi constatado neste estudo visto que o pregado (espécie de peixe chato) apresentou valores semelhantes quer ao das espécies magras quer ao das espécies semi-gordas e gordas.

Comparando os valores obtidos com os referidos por alguns autores, verificou-se que as espécies analisadas apresentaram valores mais baixos do que se esperava. Bandarra *et al.* (2004) obtiveram para o robalo e a corvina teores de colesterol mais elevados (52 mg/100 g e 49,9 mg/100 g). O pregado também apresentou teores superiores noutros estudos, em redor de 48 mg/100 g (www.nutritiondata.com; www.foodcomp.dk). Tais diferenças podem estar relacionadas com o facto das espécies analisadas por aqueles autores serem selvagens, visto que alimentação fornecida aos animais em aquicultura é um pouco diferente, particularmente, na sua composição química, daquela que está disponível naturalmente para os animais no meio selvagem. O facto das rações fornecidas ao pescado de aquicultura apresentarem fracções elevadas de fitoesteróis que contribuem para a redução dos níveis de colesterol no organismo poderá ser uma justificação para os baixos teores observados (Fehily *et al.*, 1994). Contudo, alguns autores têm apontado para a ausência de diferenças significativas entre o teor de colesterol do pescado selvagem e o de aquicultura (Hunter *et al.*, 2001). É de salientar, ainda, que factores como a idade e os estados de maturação sexual podem afectar os níveis de colesterol.

Conforme os resultados publicados por alguns autores, o teor de colesterol poderá estar relacionado com o teor gordura. Assim, Oehlenschläger, (2000) observou a existência de uma correlação negativa perfeita entre os teores de gordura e de colesterol de espécies gordas, como a sarda. Por outro lado, no estudo apresentado por Bragagnolo *et al.* (1997) parece haver uma correlação positiva entre o teor de gordura e os níveis de colesterol em espécies de camarão. Contudo, depois de se ter tentado estabelecer uma relação linear entre os valores obtidos neste estudo, constatou-se que os teores de gordura e de colesterol não estão correlacionados ($p < 0,05$). De acordo com alguns autores, nem sempre é possível estabelecer uma relação entre os teores de gordura e colesterol pois existem características

genéticas, intrínsecas a cada espécie e/ou indivíduo, que predispõe para determinados níveis de colesterol no organismo (Mathew *et al.* 1999).

Como já foi referido, a população apresenta, em geral, níveis de colesterol no sangue superiores aos recomendados. Se por um lado, há uma fracção que é produzida pelo próprio organismo ao nível do fígado, por outro lado, mais de 70 % do colesterol total presente no sistema circulatório é adquirido através da alimentação. Segundo a American Heart Association, recomenda-se que o consumo de colesterol para uma pessoa com níveis normais de LDL, não exceda 300 mg/dia, pelo que se considera que todas as espécies em estudo poderão ser incorporadas numa alimentação equilibrada e que vise a diminuição do consumo de colesterol. Os baixos valores encontrados no conjunto avaliado sugerem, também, que o consumo destas espécies é adequado à dieta de indivíduos com níveis de colesterol no sangue superiores aos recomendados e que, por isso, apresentam um risco elevado de desenvolver doenças cardiovasculares.






3.5 Tratamentos culinários

Uma vez que a maioria dos produtos animais que incorporam as dietas são cozinhados antes de serem consumidos, a análise do efeito dos tratamentos culinários nas propriedades do pescado torna-se imprescindível para a correcta avaliação do seu valor nutricional. Assim, foi analisado o efeito de alguns dos tratamentos culinários representativos da gastronomia portuguesa na composição química, perfil de ácidos gordos e teor em colesterol das espécies em estudo.

3.5.1 Efeito na composição química

Na Tabela 10 apresenta-se a composição química das cinco espécies estudadas, depois de grelhadas e cozidas, bem como os factores de retenção de cada macronutriente. O rendimento de cada tratamento culinário pode ser observado na Tabela ii do Anexo III.

Tabela 10 – Composição química do pescado após o tratamento culinário (grelhar e cozer) e factores de retenção (FR).

	Tratamento culinário	Humidade		Proteína		Gordura		Cinza **		Valor energético	
		Teor (%)	FR (%)	Teor (%)	FR (%)	Teor (%)	FR (%)	Teor (%)	FR (%)	(kcal)	(kJ)
	Robalo Grelhado	68,5*	45,2	22,9*	55,8	6,3*	37,6	2,3	90,9	154,6	646,3
	Pregado Grelhado	64,8*	34,7	24,0*	55,2	8,4*	65,9	2,4	87,9	178,2	745,1
	Sargo Grelhado	67,3*	45,8	24,5*	59,2	7,9	68,4	2,5	91,1	175,9	735,1
	Cozido	69,0	50,8	22,8	59,5	6,2	58,1	1,4	5,2	153,3	640,7
	Corvina Grelhado	68,3*	43,1	25,7*	60,7	3,8	63,2	2,9	115,5	144,0	602,0
	Cozido	72,0	50,8	23,4	61,9	3,5	64,3	1,3	58,1	131,5	549,6
	Perca do Nilo Grelhado	69,4*	46,7	24,9*	67,9	2,4	61,6	3,0	141,5	128,0	534,9
	Cozido	72,3	52,2	22,8	66,8	2,6*	72,4	1,0	50,6	120,8	505,0

*p-value <0,05; ** não foi analisado estatisticamente.

Como se pode observar, a composição química do pescado foi afectada pelo tipo de tratamento culinário efectuado. Os teores de humidade situaram-se entre 65 e 72 %, naturalmente, valores inferiores aos registados no pescado cru e os factores de retenção variaram entre 35 e 52 %. Assim, as temperaturas a que o pescado esteve sujeito durante os tratamentos culinários, quer em grelhado quer em cozido, promoveram a desidratação da parte edível que se reflectiu numa diminuição do teor de humidade presente em todas as espécies. A água foi, então, o constituinte mais afectado pela confecção em todos os casos, no entanto, a cozedura provocou menor desidratação tendo-se observado teores de humidade e factores de retenção mais elevados no pescado cozido (50,8 – 52,2 %) do que no pescado grelhado (34,7 – 46,7 %).

Como consequência da perda de água, uma parte dos restantes macronutrientes (proteína, gordura e cinza) foi arrastada para o exterior e outra parte concentrou-se nas células do músculo do pescado registando-se um aumento do teor destes constituintes comparativamente ao pescado cru. Relativamente à gordura, observaram-se valores entre 2 e 8 % e retenções elevadas em todas as espécies, todavia não se verificou um padrão geral para qualquer dos tratamentos. O robalo foi uma excepção a esta alteração, revelando um teor de gordura após ter sido grelhado inferior ao apresentado em cru (6 e 8 %, respectivamente). O facto das amostras de robalo analisadas serem bastante gordas e possuírem grande parte da sua gordura na região subcutânea e em torno das vísceras poderá ser uma explicação para a perda de gordura após o tratamento culinário, uma vez que neste estudo apenas se utilizaram as partes edíveis para análise. Esta diminuição do teor de gordura após a confecção também teve implicações no factor de retenção, tendo-se obtido o menor valor nesta espécie (37,6 %).

No que respeita à proteína, obtiveram-se teores ao redor de 24 % e factores de retenção sempre superiores a 50 % o que revelou uma maior estabilidade deste constituinte, tal como se tinha observado anteriormente no pescado cru. Relativamente aos sais minerais, os valores rondaram 2 e 3 % para o pescado grelhado ao passo que no pescado cozido se obteve um resultado idêntico ao do pescado cru. Os factores de retenção para a cinza foram bastante elevados em quase todos os casos devido à adição de 2 % de sal antes de cada tratamento culinário. Mierke-Klemeyer *et al.* (2008) também obtiveram retenções de sais minerais bastantes elevadas após a confecção de filetes de peixe-gato africano. De uma forma geral, o

pescado grelhado apresentou retenções bastante superiores às do cozido o que se deveu em grande parte à dissolução do sal na água de cozedura. Por outro lado, em algumas espécies (corvina e perca do Nilo) observaram-se retenções de cinza superiores a 100 % que podem ser explicadas pelo facto de, nestes casos, se ter cortado o pescado em postas, o que aumentou a área de superfície em contacto com o exterior permitindo uma maior absorção do sal adicionado.

À semelhança do que foi observado noutros estudos, constatou-se então que os tratamentos culinários alteraram a composição química do pescado (Musaiger & D'Souza, 2008). Assim, o aumento da temperatura durante a confecção provoca a perda de água e, conseqüentemente, os restantes nutrientes concentram-se ao nível muscular (Juárez *et al.*, 2003). Contudo, é de referir que a composição química varia de acordo com os procedimentos efectuados (por exemplo, tempo e temperatura de confecção, adição de água, óleo, sal e farinha) em cada tratamento culinário. Badiani *et al.* (2001) constataram que, quando comparado com outros tratamentos culinários como o assado no forno ou microondas, a cozedura promove perdas elevadas de água e gordura porque constitui um método de confecção bastante lento. De facto, neste estudo observaram-se teores de gordura menores no pescado cozido do que no grelhado, no entanto, as perdas de água foram menos acentuadas durante a cozedura. No pescado grelhado também têm sido observados teores de gordura mais baixos do que noutros tratamentos culinários como o pescado assado ou frito (Rosa *et al.*, 2005). Contudo, vários autores referem que para além do tipo de tratamento culinário, a composição química do pescado após confecção depende também da espécie em causa. Factores intrínsecos a cada espécie, como por exemplo a textura do músculo, promovem variabilidade nos resultados, pelo que nem sempre permitem estabelecer um padrão geral de respostas da composição química do pescado aos vários tratamentos culinários (Gladyshev *et al.*, 2005)

A partir dos teores de gordura e proteína foi possível calcular o valor energético do pescado após a confecção, tendo-se obtido valores situados entre 121 e 178 kcal (ou 505 e 745 kJ). Nas espécies em que se efectuaram dois tratamentos culinários (grelhar e cozer) observou-se também que, de uma forma geral, o pescado cozido apresenta um valor energético ligeiramente inferior ao do pescado grelhado. Comparando estes resultados com os obtidos noutros produtos alimentares verificou-se que o pescado analisado, cozido ou grelhado,

apresentou baixos valores calóricos. Por exemplo, uma dose de 100 g dos seguintes alimentos fornece:

- peito de peru assado = 187 kcal;
- frango grelhado = 195 kcal;
- manteiga = 717 kcal (www.nutritiondata.com; www.foodcomp.dk).

Assim, dado o seu baixo valor calórico as espécies estudadas poderão ser incorporadas em dietas hipocalóricas e adequadas a indivíduos que padeçam de algumas patologias associadas ao excesso de peso como a obesidade.

Com base na análise estatística pretendeu-se determinar a existência ou ausência de diferenças entre os constituintes maioritários do pescado (humidade, proteína e gordura) cru e após a confecção (grelhado e cozido). Assim, nos casos em que se efectuou apenas um tratamento culinário (robalo e pregado) recorreu-se a um teste *t-student*. Para as espécies nas quais se realizaram dois tratamentos culinários (sargo, corvina e perca do Nilo) recorreu-se ao teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis* pois não se verificaram os pressupostos da *ANOVA*, mesmo após a transformação dos dados. Nestes casos utilizou-se em seguida um teste de comparações múltiplas por *ranks* sempre que se observaram diferenças significativas ($p < 0,05$). As diferenças encontradas podem ser observadas na Tabela 10.

Comparando os teores de humidade, proteína e gordura verificou-se então que, de um modo geral, a composição química do pescado cru é significativamente diferente ($p < 0,05$) da apresentada pelo pescado grelhado. Os teores em gordura das espécies magras foram uma excepção: a perca do Nilo crua foi estatisticamente diferente da cozida (e não da grelhada) ao passo que na corvina não se observaram quaisquer diferenças entre os teores de gordura dos métodos culinários. De referir que os teores em sais minerais não foram analisados estatisticamente devido à adição de sal durante os processos culinários o que influenciou os resultados. Em suma, neste estudo verificou-se que a cozedura constitui um tipo de tratamento culinário bastante saudável não tendo promovido alterações significativas nos constituintes maioritários do pescado.

3.5.2 Efeito no perfil de ácidos gordos

No tratamento culinário, a temperatura, forma de transferência de calor, duração e meio de confecção são alguns dos factores que induzem variações nas propriedades químicas e físicas dos lípidos, podendo alterar o valor nutricional dos alimentos (García-Arias *et al.*, 2003). Na tabela 11 apresenta-se o perfil de ácidos gordos das 5 espécies estudadas – robalo, pregado, sargo, corvina e perca do Nilo – após dois tratamentos culinários em mg/100 g, calculado com base num factor correctivo de 0,9. O perfil de ácidos gordos em percentagem pode ser observado na Tabelas vi e vii do Anexo IV. Foram também calculadas as retenções de cada ácido gordo, bem como dos somatórios dos ácidos gordos saturados, monoinsaturados, polinsaturados, $\omega 3$ e $\omega 6$ que se encontram apresentadas na Tabela 12.

Tabela 11 – Perfil de ácidos gordos do pescado grelhado e cozido.

Ácidos gordos (mg/100 g)	Robalo	Pregado	Sargo		Corvina		Perca do Nilo	
	Grelhado	Grelhado	Grelhado	Cozido	Grelhado	Cozido	Grelhado	Cozido
16:0	923,1	1198,4*	1198,2	925,3	644,7*	581,7	487,8	536,4*
16:1**	239,2	562,8	317,1	248,9	173,9	149,5	238,2	272,5
18:0**	197,9	204,4	338,0	254,0	192,3	185,8	180,6	186,9
18:1$\omega 9$	1151,3*	966,6*	1301,7	1051,8	470,0*	420,4	290,2	321,0*
18:2$\omega 6$ (LA)	1154,9*	776,0*	908,0	733,9	523,5*	478,2	39,1	47,5*
18:3$\omega 3$ (ALA)**	49,2	119,5	69,0	53,7	60,3	56,1	34,5	27,3
20:4$\omega 6$ (AA)**	35,7	82,3	57,9	39,8	44,6	46,0	82,5	66,9
20:5$\omega 3$ (EPA)	325,5*	922,8*	346,9	257,9	330,2	319,2	52,0	54,7
22:6$\omega 3$ (DHA)	467,8*	707,8*	965,3	715,2	334,8	342,0	227,4	188,9
Σ SFA	1364,7*	2000,2*	1912,4*	1647,5	1028,7*	940,3	810,1	858,8*
Σ MUFA	1797,9*	1899,9*	2199,4	1751,1	819,7*	722,1	634,9	706,0*
Σ PUFA	2380,2*	3434,3*	2886,5	2081,2	1516,2*	1447,2	630,6*	567,0
N.I.**	127,2	225,6	111,6	112,6	55,4*	49,7	84,5	112,6
$\Sigma \omega 3$	950,9*	2244,3*	1681,0	1097,8	854,4*	837,1	451,2*	402,9
$\Sigma \omega 6$	1240,2*	974,5*	1035,7	849,6	603,7*	559,0	152,9*	132,3
$\omega 3/\omega 6$**	0,8	2,3	1,6	1,3	1,4*	1,5	3,0	3,0

N.I.: não identificados. **Σ SFA:** 14:0, 15:0 isobr, 15:0, 16:0, 16:0 isobr, 17:0, 18:0, 19:0, 20:0, 21:0. **Σ MUFA:** 16:1 $\omega 9$, 16:1 $\omega 7$, 17:1, 18:1 $\omega 9$, 18:1 $\omega 7$, 18:1 $\omega 5$, 20:1 $\omega 7$, 20:1 $\omega 9$, 22:1 $\omega 9$, 22:1 $\omega 11$. **Σ PUFA:** 16:2 $\omega 4$, 16:3 $\omega 4$, 16:3 $\omega 3$, 18:2 $\omega 6$, 18:3 $\omega 6$, 18:3 $\omega 4$, 18:3 $\omega 3$, 18:4 $\omega 3$, 20:4 $\omega 6$, 20:3 $\omega 3$, 20:5 $\omega 3$, 22:2 $\omega 6$, 22:4 $\omega 6$, 22:5 $\omega 3$, 22:6 $\omega 3$. **$\Sigma \omega 3$:** 16:3 $\omega 3$, 18:3 $\omega 3$, 18:4 $\omega 3$, 20:3 $\omega 3$, 20:5 $\omega 3$, 22:5 $\omega 3$, 22:6 $\omega 3$. **$\Sigma \omega 6$:** 18:2 $\omega 6$, 18:3 $\omega 6$, 20:4 $\omega 6$, 22:2 $\omega 6$, 22:4 $\omega 6$. **p-value* <0,05; ** não foi analisado estatisticamente.

Tabela 12 – Retenção dos ácidos gordos do pescado face aos tratamentos culinários (grelhar e cozer).

Ácidos gordos	Robalo	Pregado	Sargo		Corvina		Perca do Nilo	
	Grelhado (%)	Grelhado (%)	Grelhado (%)	Cozido (%)	Grelhado (%)	Cozido (%)	Grelhado (%)	Cozido (%)
16:0	40,3	71,4	70,2	58,6	65,0	65,7	67,0	85,2
16:1	37,2	71,5	60,6	51,4	62,8	60,5	70,0	92,6
18:0	37,9	63,8	74,2	60,3	62,0	67,1	66,1	79,0
18:1ω9	36,7	66,9	66,9	58,5	63,8	64,0	69,4	88,7
18:2ω6 (LA)	37,6	66,0	65,8	57,5	62,5	64,0	69,5	97,6
18:3ω3 (ALA)	38,4	66,3	68,8	57,9	63,6	66,3	61,4	56,1
20:4ω6 (AA)	42,9	57,9	82,6	61,4	59,0	68,2	65,9	61,8
20:5ω3 (EPA)	38,0	62,3	74,8	60,1	58,0	62,9	67,8	82,6
22:6ω3 (DHA)	39,4	55,0	74,2	59,4	56,2	64,4	68,8	66,1
Σ SFA	40,0	70,6	69,4	64,7	64,8	66,4	68,3	83,7
Σ MUFA	36,1	67,9	65,7	56,6	64,1	63,3	70,1	90,2
Σ PUFA	37,9	60,8	69,6	54,3	59,7	63,9	68,0	70,7
Σ ω3	38,7	58,7	72,8	51,4	57,9	63,6	68,9	71,1
Σ ω6	37,4	64,0	65,9	58,5	61,9	64,3	65,0	65,1
Rendimento	47,4	40,3	49,2	53,2	47,8	53,6	51,9	60,0

N.I.: não identificados. **Σ SFA:** 14:0, 15:0 isobr, 15:0, 16:0, 16:0 isobr, 17:0, 18:0, 19:0, 20:0, 21:0. **Σ MUFA:** 16:1 ω 9, 16:1 ω 7, 17:1, 18:1 ω 9, 18:1 ω 7, 18:1 ω 5, 20:1 ω 7, 20:1 ω 9, 22:1 ω 9, 22:1 ω 11. **Σ PUFA:** 16:2 ω 4, 16:3 ω 4, 16:3 ω 3, 18:2 ω 6, 18:3 ω 6, 18:3 ω 4, 18:3 ω 3, 18:4 ω 3, 20:4 ω 6, 20:3 ω 3, 20:5 ω 3, 22:2 ω 6, 22:4 ω 6, 22:5 ω 3, 22:6 ω 3. **Σ ω 3:** 16:3 ω 3, 18:3 ω 3, 18:4 ω 3, 20:3 ω 3, 20:5 ω 3, 22:5 ω 3, 22:6 ω 3. **Σ ω 6:** 18:2 ω 6, 18:3 ω 6, 20:4 ω 6, 22:2 ω 6, 22:4 ω 6.

Tal como no pescado cru, os teores em ácidos gordos saturados (SFA) no produto cozinhado variaram entre espécies, tendo-se observado valores entre 810,1 e 2000,2 mg/100 g. Os SFA foram dominados pelo ácido palmítico e o pregado grelhado foi aquele que apresentou o teor mais elevado (1198,4 mg/100 g) enquanto a perca do Nilo grelhada revelou o menor teor (487,8 mg/100 g), contudo, esta espécie quando cozida apresentou as retenções mais elevadas quer deste ácido gordo quer de SFA (85,2 % e 83,7 %, respectivamente). Assim, todas as espécies revelaram aumento dos teores em SFA e retenções apreciáveis após a confecção devido à estabilidade destes ácidos gordos (Sioen *et al.*, 2005), com excepção do robalo no qual se observaram 1615,2 mg/100 g em cru e 1364,7 mg/100 g em grelhado. Este aumento está certamente relacionado com a perda de água e aumento da matéria seca decorrente dos processos de confecção das espécies. Os resultados obtidos foram semelhantes aos encontrados em vários estudos, nos quais se observou o aumento do teor de vários ácidos gordos, particularmente, dos SFA após alguns tratamentos culinários como

grelhar, assar no forno e cozer em água ou ao vapor (García-Arias *et al.*, 2003; Bakar *et al.*, 2007). Contudo, Ferreira *et al.* (2005) observaram uma diminuição do teor em SFA após a fritura de filetes de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), devido à incorporação de óleo de soja rico em ácidos gordos polinsaturados durante este modo de confecção.

O grupo dos ácidos gordos monoinsaturados (MUFA) foi representado maioritariamente pelo ácido oleico, cujos teores variaram entre 290,2 e 1301,7 mg/100 g. Tanto em termos de ácido oleico como em MUFA, os teores mais elevados foram observados no sargo grelhado e os mais baixos na perca do Nilo grelhada. Por outro lado, as retenções mais elevadas foram encontradas na perca do Nilo cozida (88,7 % para o ácido oleico e 90,2 % para o total de MUFA). Registou-se então o aumento do teor em MUFA após a confecção que, mais uma vez, decorreu da perda de água e concentração da gordura no pescado, um resultado semelhante ao encontrado noutros estudos (Su & Babb, 2007). Contudo, os resultados diferem caso a caso consoante o método culinário e a espécie avaliada. Por exemplo, Bakar *et al.* (2007) observaram a diminuição do teor em MUFA em filetes de cavala espanhola (*Scomberomorus guttatus*) grelhados, cozidos a vapor e assados no microondas, por outro lado no estudo elaborado por Sioen *et al.* (2005) registou-se o aumento do teor destes ácidos gordos em filetes de salmão fritos em azeite e o aumento dos níveis de SFA quando fritos em margarina.

Relativamente aos ácidos gordos polinsaturados (PUFA), o pregado grelhado foi o que apresentou o teor mais elevado (3434,3 mg/100 g). Embora a perca do Nilo cozida tenha revelado o teor em PUFA mais baixo (567,0 mg/100 g) a retenção destes ácidos gordos foi mais elevada do que nas restantes espécies (70 %). O LA foi o ácido gordo dominante em todas as espécies, apresentando valores entre 478,2 e 1154,9 mg/100 g e retenções bastante variáveis entre espécie. A perca do Nilo (grelhada ou cozida) foi uma exceção, possuindo teores em LA inferiores a 50 mg/100 g, valores que se justificam pelo facto de ser uma espécie selvagem, tal como referido anteriormente. Destacam-se ainda o EPA cujos teores variaram entre 52,0 e 922,8 mg/100g e o DHA para o qual se observaram valores entre 188,9 e 965,3 mg/100 g. Com base nos valores apresentados, verificou-se que teor em PUFA aumentou em todas as espécies face aos tratamentos culinários, com exceção do robalo no qual se observou um valor mais baixo devido à perda de grande parte da gordura localizada na região subcutânea e em torno das vísceras durante a preparação dos

exemplares para confecção, o que se reflectiu também no rendimento dos ensaios realizados nesta espécie. Alguns autores têm referido o facto dos PUFA de cadeia longa, em particular, o EPA e DHA serem bastante susceptíveis à oxidação, razão pela qual podem apresentar teores mais baixos após a confecção (Oshima *et al.*, 1996; Candela *et al.*, 1997). Porém, nos resultados encontrados em vários estudos foram observados teores elevados destes ácidos gordos e retenções apreciáveis face a alguns tratamentos culinários (Cobo *et al.*, 2004; Sioen *et al.*, 2005; Ferreira *et al.*, 2005; Gladishev *et al.*, 2005; Su & Babb, 2007; Mierke-Klemeyer *et al.*, 2008).

No somatório dos ácidos gordos $\omega 3$ obtiveram-se teores e retenções apreciáveis tendo-se encontrado o valor mais elevado no pregado grelhado (2244 mg /100 g). No que respeita ao somatório dos ácidos gordos $\omega 6$, o robalo grelhado apresentou o teor mais elevado com 1240 mg/100 g e a perca do Nilo cozida revelou o teor mais baixo quer em $\omega 3$ quer em $\omega 6$ (402 e 132 mg/100 g, respectivamente). Assim, o robalo grelhado apresentou a razão $\omega 3/\omega 6$ mais baixa (0,8) ao passo que na perca do Nilo (grelhada ou cozida) se observou a melhor relação entre estes ácidos gordos (3,0). Como se pode observar nas Tabelas 5 e 11, a relação $\omega 3/\omega 6$ apresentado pelo pescado confeccionado foi ligeiramente superior ao encontrado no pescado cru, que poderá mais uma vez estar relacionado com a perda de água e o consequente aumento do conteúdo lipídico total no músculo dos peixes (Sioen *et al.*, 2005; Su & Babb, 2007). Ferreira *et al.* (2005) também observaram um aumento da relação $\omega 3/\omega 6$ em filetes de peixe confeccionados. Por sua vez, Su & Babb (2007) obtiveram valores inferiores após a confecção de moluscos bivalves (*Pecten fumatus*), decorrentes da oxidação dos PUFA, no entanto, os valores encontravam-se dentro dos valores recomendados.

Com base na análise estatística, tentou-se averiguar a existência ou ausência de diferenças significativas entre o perfil de ácidos gordos do pescado cru e o do pescado confeccionado. Para tal, utilizou-se o teste *t-student* para comparar as amostras de robalo e pregado crus com as amostras destes peixes grelhados (Tabela 11). Nas restantes espécies, recorreu-se ao teste de *Kruskal-Wallis*, seguido do teste de comparações múltiplas para comparar amostras em cru, grelhado e cozido (Tabela 11). Dada a ausência de homogeneidade dos resultados obtidos nos testes estatísticos, não foi possível estabelecer um padrão geral que relacionasse os teores de cada ácido gordo com o tipo de confecção. Este facto leva a crer que, à semelhança do que tem sido referido por vários autores, as alterações observadas no perfil

de ácidos gordos dependem mais das características da espécie analisada do que do tipo de tratamento culinário (Medina *et al.*, 1998; Sioen *et al.*, 2005; Ferreira *et al.*, 2005). Segundo Sioen *et al.* (2005), as alterações verificadas após a confecção reflectem em grande parte o conteúdo lipídico inicial das espécies. Por outro lado, Cobo *et al.* (2004) referem também que a degradação dos ácidos gordos dos fosfolípidos não ocorre de forma selectiva. Pelas razões acima referidas, a análise das reacções de oxidação lipídicos que ocorrem durante os tratamentos térmicos torna-se por vezes bastante complexa.

De uma forma conclusiva, durante os processos culinários os alimentos estão sujeitos a reacções de oxidação e a perdas dos seus constituintes para o meio de confecção que podem alterar de forma mais ou menos acentuada a sua composição química. O consumo de doses diárias adequadas de ácidos gordos do tipo $\omega 3$, em particular, de EPA e DHA contribui em grande medida para a melhoria da condição de saúde e para a diminuição da taxa de mortalidade precoce, no entanto o tratamento térmico promove alterações nos níveis destes ácidos gordos presentes no pescado. Assim, as figuras 9 e 10 ilustram os níveis de $\omega 3$ e de EPA+DHA numa dose de 150 g de pescado grelhado e de pescado cozido.

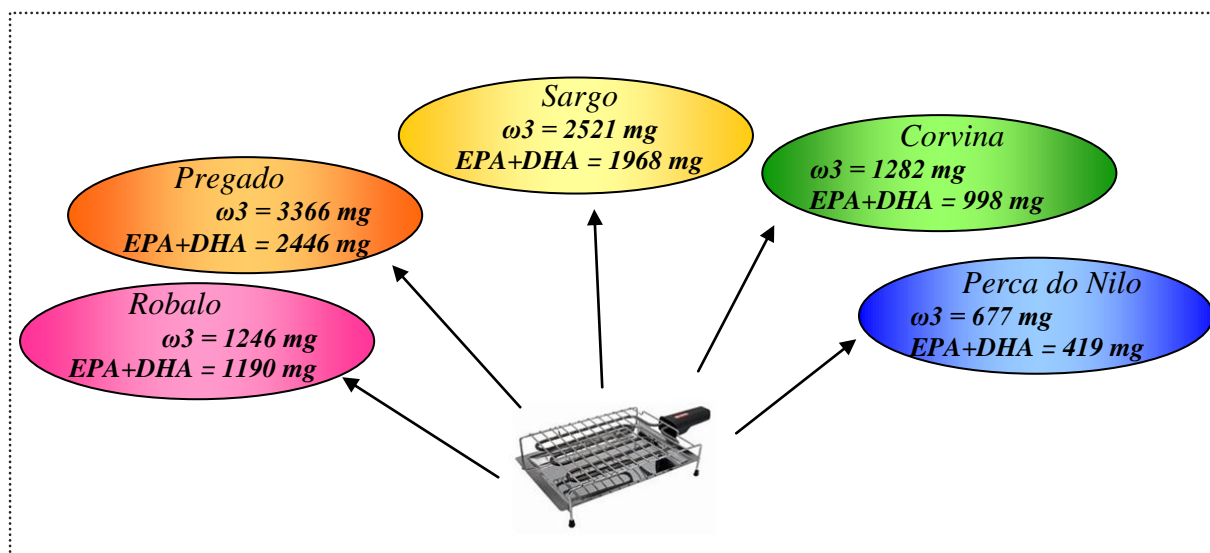


Figura 9 – Teores em ácidos gordos $\omega 3$ e EPA+DHA fornecidos por 150 g de pescado grelhado.

Como se pode verificar, o pescado grelhado avaliado fornece teores em ácidos gordos $\omega 3$, nomeadamente, de EPA+DHA bastante apreciáveis, sendo que o pregado foi a espécie com

níveis mais elevados. A perca do Nilo possuiu níveis mais baixos relativamente às restantes espécies estudadas, apresentando um teor de EPA+DHA inferior a 500 mg. No entanto, verificou-se que face a este tratamento culinário, o consumo de 150 g de filetes de qualquer uma destas espécies fornece uma dose de ácidos gordos $\omega 3$ muito superior àquela que é recomendada pela ISSFAL para a prevenção de doenças cardiovasculares.

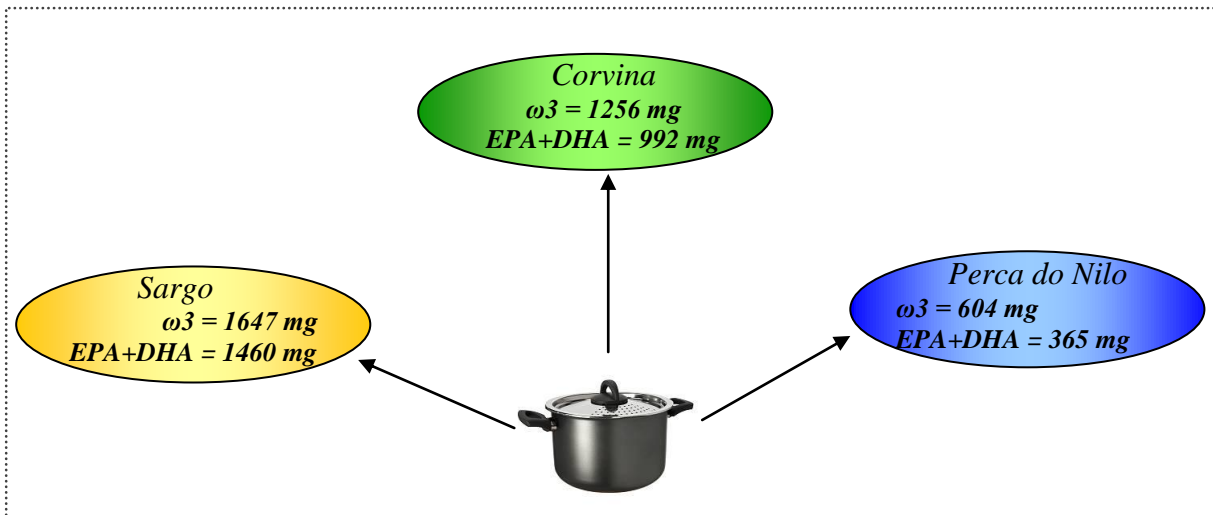


Figura 10 – Teores em ácidos gordos $\omega 3$ e EPA+DHA fornecidos por 150 g de peixe cozido.

Nas espécies em que se avaliou também o efeito da cozedura, observaram-se teores em ácidos gordos $\omega 3$ e EPA+DHA um pouco mais baixos do que os registados nos grelhados, em resultado da perda de gordura. O sargo foi a espécie que apresentou níveis mais elevados, tendo-se obtido um total de ácidos gordos $\omega 3$ igual a 1647 mg e de EPA+DHA de 1460 mg. Na perca do Nilo cozida observou-se um teor de EPA+DHA inferior a 500 mg, um resultado semelhante ao encontrado nesta espécie quando grelhada. Contudo, os níveis de $\omega 3$ obtidos após a cozedura foram bastante apreciáveis, tendo-se verificado que o consumo de 150 g de filetes de peixe cozido fornece doses de $\omega 3$ superiores às recomendadas pela ISSFAL.

3.5.3 Efeito nos índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT)

Dadas as alterações que os tratamentos culinários provocaram no perfil de ácidos gordos do pescado, pretendeu-se avaliar também os potenciais efeitos nos índices de aterogenicidade e trombogenicidade das espécies após a confecção - robalo, pregado, sargo, corvina e perca do Nilo - que estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 – Índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT) do pescado grelhado e cozido.

<i>Espécies</i>	IA		IT	
	<i>Grelhado</i>	<i>Cozido</i>	<i>Grelhado</i>	<i>Cozido</i>
Robalo	0,3	-	0,2	-
Pregado	0,6	-	0,2	-
Sargo	0,4	0,4	0,3	0,3
Corvina	0,5	0,5	0,3	0,3
Perca do Nilo	0,6	0,6	0,4	0,4

Como se pode observar na Tabela 13, após a confecção as espécies analisadas apresentaram índices de aterogenicidade (IA) compreendidos entre 0,3 e 0,6 e índices de trombogenicidade (IT) entre 0,2 e 0,4. À semelhança do que se observou nas amostras em cru, o robalo grelhado foi aquele que apresentou, simultaneamente, os índices IA e IT mais baixos (0,3 e 0,2) que se devem à presença acentuada dos ácidos gordos polinsaturados do tipo $\omega 6$, nomeadamente do LA. A perca do Nilo grelhada ou cozida apresentou os valores mais altos para estes índices (0,6 e 0,4) devido ao teor mais elevado de ácidos gordos saturados. Observou-se também que os índices IA e IT apresentados pelo pescado grelhado foram idênticos aos determinados no pescado cozido, pelo que os valores variaram entre espécies e não entre tratamentos culinários.

Como já foi referido, estes índices reflectem o balanço entre os ácidos gordos saturados com características pró-inflamatórias e os insaturados aos quais são atribuídas propriedades anti-inflamatórias. Considerando que o tratamento térmico durante a confecção pode promover a conversão de ácidos gordos insaturados em saturados, bem como, a oxidação dos PUFA (Nomikos *et al.*, 2005), seria então de esperar que os valores de IA e IT aumentassem nos alimentos quando confeccionados. Contudo, comparando estes resultados com os

representados anteriormente (Tabela 9), verificou-se que os índices IA e IT do pescado após confecção foram semelhantes aos encontrados no pescado cru. Tal deve-se ao facto de neste estudo não se terem observado perdas no que respeita ao teor em ácidos gordos insaturados, mas sim um incremento devido à perda de água e concentração dos restantes constituintes do pescado que contrabalançou a diminuição dos PUFA relacionada, em grande parte, com as reacções de oxidação que afectam a estrutura dos lípidos. O robalo constituiu uma excepção, tendo apresentado valores de IA e IT mais baixos após ter sido grelhado do que os obtidos nas amostras em cru, que podem ser justificados pelos teores de gordura mais baixos que se obtiveram após a confecção.

De facto, os resultados encontrados nalgumas publicações indicam que, por exemplo a fritura, na qual os alimentos estão sujeitos a temperaturas muito elevadas e em que se recorre à utilização de gorduras, isto é, margarinas e óleos vegetais, promove alterações no teor lipídico e no perfil de ácidos gordos mais acentuadas do que os tratamentos culinários aplicados neste estudo (Bakar *et al.*, 2007). Por exemplo, no estudo elaborado por Gladyshev *et al.* (2006) verificou-se que de entre 3 métodos de confecção diferentes, a cozedura em água foi aquele que conduziu a menores alterações no perfil de ácidos gordos do salmão e ao qual se atribuiu um maior valor nutricional. Alguns autores referiram também a cozedura a vapor, grelhar e assar no forno como alguns exemplos de métodos de confecção que promovem alterações mínimas no perfil de ácidos gordos do pescado (Gall *et al.*, 1983; Agren & Hanninen, 1993 *in* Bakar *et al.*, 2007).

Em suma, foi possível constatar que os tipos de tratamentos analisados não acresceram os potenciais efeitos de aterogenicidade e trombogenicidade do pescado, podendo considerar-se que os métodos grelhar e cozer são alternativas saudáveis de confecção do pescado.

3.5.4 Efeito no teor em colesterol

Como já foi referido, os vários factores aos quais o pescado está sujeito durante os tratamentos culinários são susceptíveis de promover alterações e, por outro lado, alguns constituintes são concentrados enquanto outros são facilmente eliminados. Na Figura 11 ilustram-se os teores em colesterol, em mg/100 g, após a confecção das espécies em estudo - robalo, pregado, sargo, corvina e perca do Nilo. Na Tabela 14 apresentam-se os factores de retenção do colesterol após a confecção do pescado.

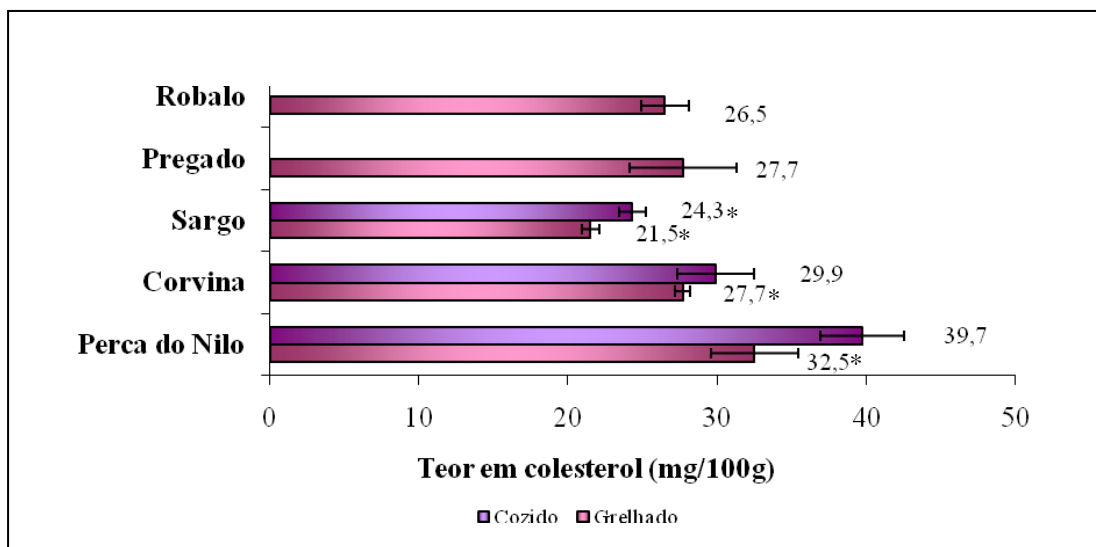


Figura 11 – Teor médio de colesterol, em mg/ 100g, do pescado grelhado e cozido \pm desvio padrão.

**p-value* <0,05; ** não foi analisado estatisticamente.

No pescado cozinhado obtiveram-se teores de colesterol entre 21,5 e 30,7 mg/100 g. A perca do Nilo cozida foi aquela que revelou o teor mais elevado de colesterol, com 39,7 mg/100 g ao passo que o sargo grelhado apresentou o valor mais baixo, registando-se um valor médio de 21,5 mg/100 g. Observou-se também que, de um modo geral, o pescado cozido apresentou teores em colesterol mais elevados do que o pescado grelhado.

Tabela 14 – Retenção do colesterol no pescado grelhado e cozido.

	Factores de retenção (%)				
	Robalo	Pregado	Sargo	Corvina	Perca do Nilo
<i>Grelhado</i>	58,7	52,5	56,2	57,7	56,1
<i>Cozido</i>	-	-	68,5	69,9	73,6

Face ao método de grelhar, o pescado apresentou retenções de colesterol situadas entre 52,5 e 58,7 %. Durante a cozedura as perdas de colesterol foram menores, tendo-se observado retenções no pescado cozido entre 68,5 e 73,6 %. O pregado grelhado revelou então o valor mais baixo ao passo na perca do Nilo se obteve a retenção de colesterol mais elevada. De referir que os rendimentos dos tratamentos culinários reflectem-se nos resultados apresentados e foram 40,3 % e 55,7 % para o pregado grelhado e perca do Nilo, respectivamente.

Com base na análise estatística, pretendeu-se averiguar a existência ($p < 0,05$) ou ausência ($p > 0,05$) de diferenças significativas entre os teores de colesterol do pescado cru e os do pescado grelhado e cozido (Figura 11). Para o robalo e pregado recorreu-se a um teste *t-student* que permitiu verificar a existência de diferenças significativas entre os teores de colesterol do pescado cru e os do pescado grelhado. Para o sargo, corvina e perca do Nilo utilizou-se o teste *One Way ANOVA* que detectou também a existência de diferenças significativas entre o teor destas espécies em cru e após os tratamentos culinários. Em seguida, utilizou-se também um teste de *Tukey* a fim de localizar essas diferenças (Figura 11). Assim, constatou-se que os teores de colesterol da corvina e perca do Nilo cruas são estatisticamente diferentes dos apresentados por estas espécies após a cozedura. Por outro lado, os níveis de colesterol do sargo foram significativamente diferentes em qualquer tratamento culinário (cru, grelhado e cozido).

Comparando os teores em colesterol do pescado confeccionado com os obtidos nas amostras em cru (Figura 8), verificou-se que após o tratamento culinário (grelhar e cozer) todas as espécies apresentaram níveis superiores de colesterol, resultante da perda de água e, conseqüentemente, da concentração deste constituinte no músculo do pescado. Alguns autores observaram resultados semelhantes aos deste estudo. Por exemplo, Ferreira *et al.* (2005) obtiveram teores de colesterol mais baixos na tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

crua do que após a cozedura em água (33,0 mg/100 g e 46,9 mg/100 g, respectivamente). Alguns estudos realizados noutros alimentos, tais como na carne de porco e no frango confeccionados, também revelaram um aumento do teor de colesterol devido à perda de água (Badiani *et al.*, 2001; Rosa *et al.*, 2005).

Porém, os resultados obtidos são diferentes dos encontrados nalguns estudos, que verificaram perdas significativas de colesterol para o meio exterior durante a confecção (Mai *et al.*, 1978; Candela *et al.*, 1997). Por outro lado, alguns factores como a exposição ao oxigénio e a temperaturas elevadas, aos quais o pescado está sujeito durante os tratamentos culinários promovem a oxidação do colesterol que resulta na formação de outros compostos (produtos da oxidação), nomeadamente, de ceto-colesterol (Morgan & Armstrong, 1992; Oshima *et al.*, 1996). Moura & Tenuta-Filho (2002) observaram em duas espécies de camarão rosa (*Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis*) um decréscimo do teor em colesterol após a fritura e cozedura. Candela *et al.* (1997) obtiveram resultados idênticos após a confecção de algumas espécies de peixes.

O teor elevado em ácidos gordos insaturados (MUFA e PUFA) que constituem os lípidos no pescado é também um factor importante que contribui para a oxidação do colesterol (Kim & Nawar, 1991). No entanto, é de referir que alguns produtos do mar apresentam níveis apreciáveis de antioxidantes naturais, como a vitamina E, que previnem a oxidação do colesterol e reduzem a produção dos compostos resultantes da sua oxidação (www.bim.ie).

Em suma, o pescado grelhado e cozido poderá ser incorporado frequentemente numa dieta saudável e hipocolesterolémica porque, embora os teores de colesterol tenham aumentado devido aos tratamentos culinários, os valores obtidos encontram-se bastante abaixo do limite máximo recomendado para o consumo diário de colesterol (300 mg/dia).

4 Conclusões e perspectivas futuras

Nos últimos anos, tem sido introduzido nos mercados nacionais um vasto número de espécies importadas e/ou de aquicultura, havendo a necessidade constante de actualização das informações nutricionais do pescado mais consumido pelos portugueses.

Assim, neste trabalho analisou-se a composição química de algumas espécies de aquicultura que, por comparação às espécies selvagens, apresentou certas diferenças, tais como, teores em gordura e em ácidos gordos $\omega 6$ mais elevados decorrentes, em grande parte, das rações fornecidas ao pescado. Estas diferenças foram também observadas por vários autores, no entanto, poderão ser minimizadas através de uma melhor afinação das rações fornecidas durante as fases de engorda dos animais aumentando a fracção de óleos de peixe em relação aos óleos vegetais que as constituem, ricos em ácidos oleico e linoleico. Tal medida poderá proporcionar uma relação $\omega 3/\omega 6$ mais equilibrada, tornando o consumo de pescado de aquicultura ainda mais vantajoso do ponto de vista nutricional. A passagem por períodos de privação de alimento antes do abate constitui outra solução para reduzir os teores de gordura do pescado.

Por outro lado, este estudo permitiu concluir que apesar das diferenças encontradas, as espécies de aquicultura analisadas apresentam um valor nutricional elevado porque possuem:

1. Teores em ácidos gordos $\omega 3$ e de EPA+DHA superiores a 500 mg/150 g;
2. Relações $\omega 3/\omega 6$ equilibradas e dentro dos valores recomendados;
3. IA e IT satisfatórios;
4. Níveis de colesterol baixos e dentro dos limites recomendados.

É de referir ainda, que a composição química apresenta algumas variações de acordo com o tipo de sistema e local onde o pescado é produzido. Neste contexto, seria interessante elaborar, num futuro próximo, um estudo mais aprofundado que permitisse relacionar a composição química das espécies com os locais e sistemas de onde são provenientes.

Outro objectivo deste trabalho consistiu em determinar o efeito dos tratamentos culinários na composição química do pescado. Assim, constatou-se que o pescado cozinhado apresentou

algumas diferenças relativamente ao cru, tais como, a diminuição do teor em água e o aumento dos teores dos restantes constituintes. Dada a falta de homogeneidade de resultados, não foi possível estabelecer um padrão geral que relacionasse o modo de confecção com os efeitos na composição química do pescado, pelo que se concluiu que as alterações observadas dependiam mais das características da espécie analisada e menos do tipo de tratamento culinário. Na Tabela 15 apresenta-se o resumo dos resultados obtidos.

Tabela 15 – Valor nutricional do pescado grelhado e cozido.

	Robalo	Pregado	Sargo		Corvina		Perca do Nilo	
	<i>Grelhado</i>	<i>Grelhado</i>	<i>Grelhado</i>	<i>Cozido</i>	<i>Grelhado</i>	<i>Cozido</i>	<i>Grelhado</i>	<i>Cozido</i>
$\omega 3$ (mg/150 g)	1246	3366	2521	1647	1282	1256	677	604
EPA+DHA (mg/150 g)	1190	2446	1968	1460	998	992	419	365
$\omega 3/\omega 6$	0,8	2,3	1,6	1,3	1,4	1,5	3,0	3,0
IA / IT	0,3 / 0,2	0,6 / 0,2	0,4 / 0,3	0,4 / 0,3	0,5 / 0,3	0,5 / 0,3	0,6 / 0,4	0,6 / 0,4
Colesterol (mg/100 g)	27	28	22	24	38	30	33	40
kcal / kJ	155 / 646	178 / 745	176 / 735	153 / 641	144 / 602	132 / 550	128 / 535	121 / 505

Como se pode observar, o pescado cozinhado apresenta várias características que o tornam num produto de elevado valor nutricional. Assim, a grelhagem e cozedura constituem duas alternativas saudáveis de confecção, visto que o consumo de 150 g de pescado grelhado ou cozido fornece mais de 100 % da dose diária recomendada de $\omega 3$ e teores apreciáveis em EPA+DHA. Dado os níveis elevados destes ácidos gordos, bem como, os baixos teores em colesterol e valores energéticos, o pescado confeccionado deverá ser incorporado regularmente numa alimentação equilibrada, baixa em calorias e orientada para prevenção ou recuperação de várias patologias crónicas, tais como, a obesidade, doenças cardiovasculares, hipertensão, diabetes, cancro e doenças auto-imunes.

Como já foi referido, alguns autores referiram o facto do tratamento térmico promover reacções de oxidação do conteúdo lipídico que por vezes, conduzem à formação de alguns compostos tóxicos e cancerígenos, como por exemplo, o 7-cetocolesterol que é um dos produtos da oxidação do colesterol. Sugere-se, então, que num próximo estudo se tente

avaliar e quantificar a formação destes compostos tóxicos no pescado devido aos tratamentos culinários.

5 Referências bibliográficas

Al, M.M., Van Houwelingen, A.C., Kester, A.D.M., Hasaart, T.H.M., De Jong, A.E.P, Hornstra, G., 1995. Maternal essential fatty acid patterns during normal pregnancy and their relationship to the neonatal essential fatty acid status. *British Journal of Nutrition*. 74: 55-68.

Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Zubcov, E., Shahidi, F., Alexis, M., 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chemistry*. 79: 145-150.

Al-Khalifa, A.S., 1998. Effects of cooking by different methods on the polyunsaturated fatty acids in six fish species. *Agriculture Science*. 10: 133-144.

American Heart Association. www.americanheart.org. Acedido em Agosto 2008.

AOAC, 1995. Official methods of analysis. 16th Ed. Association of official analytical chemistry. Arlington. 2: 684 p.

Badiani, A., Stipa, S., Gatta, P.P., Vignola, G., Chizzolini, R., 2001. Lipid composition, retention and oxidation in fresh and completely trimmed beef muscles as affected by common culinary practices. *Meat Science*. 60: 169-186.

Bakar, J., Rahimabadi, E.Z., Che Man, Y.B., 2007. Lipid characteristics in cooked, chill-reheated fillets of Indo-Pacific King Mackerel (*Scomberomorus guttatus*). *Food Science and Technology*. 41: 2144-2150.

Bandarra, N. M., Calhau, M.A., Oliveira, L., Ramos, M., Dias, M.G., Bártolo, H., Faria, M.R., Fonseca, M.C., Gonçalves, J., Batista, I., Nunes, M.L., 2004. Composição e Valor Nutricional dos Produtos da Pesca mais Consumidos em Portugal. *Publicações avulsas do IPIMAR*. 11, 103 p.

Barbané, G., 1989. Aquaculture. 2^{ème} Ed. Vol. 2. Technique et Documentation. Lavoisier. Paris. 721-775 pp.

- Bognár, A., 1998. Comparative study of frying to other cooking techniques influence on the nutritive value. *Grasas y Aceites*. 49: 250-260.
- Bragagnolo, N., Neura, Rodriguez-Amaya, D.B., 1997. Optimização da determinação de colesterol por CLAE e teores de colesterol, lípidos totais e ácidos gordos em camarão rosa (*Panaeus brasiliensis*). *Ciência Tecnologia dos Alimentos*. 17: 275-280.
- Busetto, M.L., Moretti, M.V., Moreno-Rojas, J.M., Caprino, F., Giani, I., Malandra, R., Bellagamba, F., Guillou, C., 2008. Authentication of Farmed and Wild Turbot (*Psetta maxima*) by Fatty Acid and Isotopic Analyses Combined with Chemometrics. *Agricultural and Food Chemistry*. 58: 2742-2750.
- Cahu, C., Salen, P., Lorgeril, M., 2004. Farmed and wild fish in the preventing of cardiovascular diseases: assessing possible differences in lipid nutritional values. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 14: 34-41.
- Candela, M., Astíasarán, I., Bello, J., 1997. Effects of frying and warmholding on fatty acids and cholesterol of sole (*Solea solea*), codfish (*Gadus morhua*) and hake (*Merluccius merluccius*). *Food Chemistry*. 58: 227-231.
- Castro, F.A.F., Sant'Ana, H.M.P., Campos, F.M., Costa, N.M.B., Silva, M.T.C., Salaro, A.L., Franceschini, S.C.C., 2006. Fatty acid composition of three freshwater fishes from Minas Gerais, Brazil, under different storage and cooking processes. *Food Chemistry*. 103: 1080-1090.
- Cejas, J.R., Almansa, E., Jérez, S., Bolaños, A., Samper, M., Lorenzo, A., 2003. Lipid and fatty acid composition of muscle and liver from wild and captive female broodstocks of white seabream, *Diplodus sargus*. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 138: 91-102.
- Cerqueira, V. R., 2002. Cultivo do Robalo: Aspectos da Reprodução, Larvicultura e Engorda. Edição do autor. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 94 p.

Chauo, C.K., 2000. Fatty acids in foods and their health implications. CR C Press. 153-169 pp.

Cobos, A., Viega, A., Díaz, O., 2004. Effect of culinary treatment (desalting and boiling) on chemical and lipid composition of dry-cured pork forelegs. *Meat Science*. 68: 411-418.

Cohen, Z., Vonshak, A., Richmond, A., 1988. Effect of environmental conditions on fatty acid composition of the red algae *Porphyridium cruentum*: correlation to growth rate. *Journal of Phycology*. 24: 328-332.

Covington, M.B., 2004. Omega-3 Fatty acids. *American Academy of Family Physicians*. 70: 133-140.

Cunnane, S., Drevon, C.A., Sinclair, A., Spector, A., 2004. Recommendations for Intake of Polyunsaturated Fatty Acids in Healthy Adults. Report of the Sub-Committee of International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL). 1-22 pp.

Danish Food Composition Data Bank. www.foodcomp.dk. Acedido em Dezembro 2008.

De Silva, S. & Anderson, T.A., 1995. Fish nutrition in aquaculture. Chapman & Hall Aquaculture Series 1. London. 77-86 pp.

DeFilippis, A.P. & Sperling, L.S., 2006. Understanding omega-3's. *American Heart Journal*. 151: 564-570.

DGPA, 2006. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e de Pescas. www.dg-pescas.pt

Dowdy, S., Weardon, S., Chilko, D., 2004. Statistics for Research. 3rd edition. Wiley-Interscience. New Jersey. 272-313 pp.

EFSA, 2004. Opinion of the scientific panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from the commission related to nutrition claims concerning omega-3 fatty acids, monounsaturated fat, polyunsaturated fat and unsaturated fat. *The EFSA Journal*. 253: 1-29.

EFSA, 2008. Mercury as undesirable substance in animal feed. Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. *The EFSA Journal*. 654: 1-76.

eHealthMD. www.ehealthmd.com/library/lowercholesterol/LC_what.html. Acedido em Agosto 2008.

FAO Fisheries Department, 2001. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA) – SOFIA 2002. 150 p.

FAO Fisheries Department, 2007. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA) – SOFIA 2006. 162 p.

FAO Fisheries and Aquaculture Department. www.fao.org. Acedido em Janeiro 2009.

Fehily, A.M., Pickering, J.E., Yarnell, J. W. G., Elwood, P. C., 1994. Dietary indices of atherogenicity and thrombogenicity and ischaemic heart disease risk: the Caerphilly Prospective Study. *British Journal of Nutrition*. 71: 249-257.

Ferreira, M.W., Bressan, M.C., Souza, X.R., Vieira, J.O., Faria, P.B., Andrade, P.L., 2005. Effects of cooking method on chemical composition and fat profile of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1757) fillets. *Ciência e Agrotecnologia*. 31: 798-803.

Fish Base. www.fishbase.org. Acedido em Fevereiro 2009.

Fundação Portuguesa de Cardiologia. <http://cardiologia.browser.pt/Conteudo=63> Acedido em Dezembro 2008.

Garcia-Arias, M.T., Pontes, E.A., Garcia, M.C.L., Fernandez, M.C.G.; Sanchez, F. J.M., 2003. Cooking-freezing-reheating (CFR) of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets: effect of

different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid compositions. *Food Chemistry*. 83: 349-356.

Gebauer, S.K., Psota, T.L., Harris, W.S., Kris-Etherton, P.M., 2006. n-3 Fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 83:1526-1535.

Ghosh, S., Kewalramani, G., Yuen, G., Pulinilkunnil, T., An, D., Innis S.M., Allard, M.F., Wambolt, R.B., Qi, D., Abrahani, A., Rodrigues, B., 2006. Induction of mitochondrial nitrate damage and cardiac dysfunction by chronic provision of dietary ω -6 polyunsaturated fatty acids. *Free Radical Biology & Medicine*. 41: 1413-1424.

Gladyshev, M.I., Sushchik, N.N., Gubanenko, G.A., Demirchieva, S.M., Kalachova, G.S., 2005. Effect of way of cooking on content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of humpback salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). *Food Chemistry*. 96: 446-451.

Gladyshev, M.I., Sushchik, N.N., Gubanenko, G.A., Demirchieva, S.M., Kalachova, G.S., 2006. Effect of boiling and frying on the content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of four fish species. *Food Chemistry*. 101: 1694-1700.

Golomazou, E., Athanassopoulou, F., Vagianou, S., Sabatakou, O., Tsantilas, H., Rigos, G., Kokkokiris, L., 2006. Diseases of white sea bream (*Diplodus sargus*) reared in experimental and commercial conditions in Greece. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 30: 389-396.

Grigorakis, K., 2007. Compositional and organoleptic quality of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and factors affecting it: a review. *Aquaculture*. 272: 55-75.

Grigorakis, K., Alexis, M.N., Taylor, K.D.A., Hole, M., 2002. Comparison of wild and cultured gilthead sea bream: composition, appearance and seasonal alterations. *International Journal of Food Science Technology*. 37: 477-484.

Hannesson, R., 2002. Aquaculture and fisheries. *Marine policy*. 27: 169-178.

Horton, H.R., Moran, L.A., Ochs, R.S., Rawn, J.D., Scrimgeour, K.G., 1996. Principles of Biochemistry. 2nd Ed. Prentice Hall. United States of America. 56-121 pp; 460-493 pp.

Hunter, B.J., Allan, G.L., Roberts, D.C.K., 2001. Lipid composition of farmed versus wild silver perch *Bidyanus bidyanus*: theoretical impact on a human diet. *Australian Journal of Nutrition and Dietetics*. 58: 45-50.

Huss, H.H., 1995. Quality and quality changes in fresh fish. *FAO Fisheries Technical Paper*. Roma (Italia). 348: 195 p.

Huss, H. H., Ababouch, L., Gram, L., 2004. Assessment and management of seafood safety and quality. *FAO Fisheries Technical Paper*. Roma. 444: 7-12.

Irish Sea Fisheries Board. http://www.bim.ie/templates/text_content.asp?node_id=742. Acedido em Janeiro 2009.

Johnston, I.A., Li, X., Vieira, V.L.A., Nickell, D., Dingwall, A., Alderson, R., Campbell, P., Bickerdike, R., 2006. Muscle and flesh quality traits in wild and farmed Atlantic salmon. *Aquaculture*. 256: 323-336 pp.

Josupeit, H., 2006. The market of the Nile perch. FAO GLOBEFISH Research Programme. Rome (Italy). 84: 94 p.

Juárez, M.D., Alfaro, M.E., Sammán, N., 2003. Nutrient retention factors of deep-fried milanesas. *Journal of Food Composition and Analysis*. 17: 119-124.

Kim, S.K., Nawar, W.W., 1991. Oxidative interactions of cholesterol with triacylglycerols. *Journal of American Oil Chemists Society*. 68: 931-934.

Lepage, G., Roy, C.C., 1986. Direct transesterification of all classes of lipids in one-step reaction. *Journal of Lipid Research*. 27: 114–119.

Lin, W., Zeng, Q., Zhu, Z., 2009. Different changes in mastication between crisp grass carp (*Ctenopharyngodon idellus* C.et V) and grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) after heating: The relationship between texture and ultrastructure in muscle tissue. *Food Research International*. 42: 271-278.

Lourenço, H.M., Bandarra, N.M., Delgado, N., Martins, M.F., Nunes, M.L., 2001. Caracterização nutricional de espécies de aquicultura. Jornadas Técnicas e Científicas do IPIMAR. 2002. *Publicações avulsas do IPIMAR*. 9: 233-239 pp.

Mai, J., Shimp, J., Weihrauch, J., Kinsella, J.E., 1978. Lipids of fish fillets: changes following cooking by different methods. *Journal of Food Science*. 43: 1669-1674.

Martin, C.A., Almeida, V.V., Ruiz, M.R., Visentainer, J.E.L., Matsushita, M., Souza, N.E., Visentainer, J.V., 2006. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: importance and occurrence in foods. *Revista de Nutrição*. 19: 761-770.

Mathew, S., Ammu, K., Nair, P.G.V., Devadasan, K., 1999. Cholesterol content of Indian fish and shellfish. *Food Chemistry*. 66: 455-461.

Medina, I., Sacchi, R., Giudicianni, I., Aubourg, S., 1998. Oxidation in fish lipids during thermal stress as studied by ¹³C nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 75: 147-154.

Mierke-Klemeyer, S., Larsen, R., Oehlenschläger, J., Maehre, H., Elvevoll, E., Bandarra, N.M., Pereira, R., Andrade, A.M., Nunes, M.L., Schram, E., Lutén, J., 2008. Retention of health-related beneficial components during household preparation of selenium-enriched African catfish (*Clarias gariepinus*). *European Food Research and Technology*. 227: 827-833.

Ministério da Saúde, Direcção-Geral de saúde, Plano Nacional de Saúde 2004-2010
www.dgsaude.min-saude.pt/pns/vol2_225.html

Mnari, A., Bouhlel, I., Chraief, I., Hammami, M., Romdhane, M.S., El Cafsi, M., Chaouch, A., 2007. Fatty acids in muscles and liver of Tunisian wild and farmed gilthead sea bream *Sparus aurata*. *Food Chemistry*. 100: 1393-1397.

Morgan, J.N., Armstrong, D.J., 1992. Quantification of cholesterol oxidation products in egg yolk powder spray-dried with direct heating. *Journal of Food Science*. 57: 43-45.

Moura, A.F.P., Tenuta-Filho, A., 2002. Effects of processing on free cholesterol and 7-ketocholesterol concentrations in pink-shrimp. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 22: 117-121.

Musaiger, A., D'Souza, R., 2008. The effect of different cooking methods on proximate, mineral and heavy metal composition of fish and shrimps consumed in the Arabian Gulf. *Archivos Latino-americanos de Nutrición*. 58: 103-109.

Naemmi, E.D., Ahmad, N., Al-Sharrah, T.K., Behbahani, M., 1995. Rapid and simple method for determination of cholesterol in processed food. *Journal of AOAC International*. 78: 1522-1525.

Naylor, R.L., Goldburg, R.J., Primavera, J.H., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., Troell, M., 2000. Effect of aquaculture in world fish supplies. *Nature*. 405: 1017-1024.

Nomikos, T., Karantonis, H.C., Skarvelis, C., Demopoulus, C.A., Zabetakis, I., 2005. Antiatherogenic properties of lipid fractions of raw and fried fish. *Food Chemistry*. 96: 29-35.

Norma Portuguesa 172. 1992. Determinação do teor de matéria gorda livre. Diário da República. III Série. N°244 de 1992-10-22. 3-4 pp.

Norma Portuguesa 2282. 1991. Determinação de humidade. Diário da República. III Série. Nº260 de 1991-11-12. 3-4 pp.

Nutrition Data. www.nutritiondata.com/facts/finfish-and-shellfish-products/4152/2. Acedido em Janeiro 2009.

Oehlenschläger, J., 2000. Cholesterol content in edible part of marine fatty pelagic fish species and other seafood. In: S.A. Georgakis (Eds). Proceedings of 29th WEFTA Meeting. 10–14 October, 1999. Greek Society of Food Hygienists and Technologist. Pieria. Greece. 107–115 pp.

Office of Dietary Supplements. www.ods.od.nih.gov. Acedido em Setembro 2008.

Ohshima, T., Shozen, K., Ushio, H., Koizumi, C., 1996. Effects of grilling on formation of cholesterol oxides in seafoods products rich in polyunsaturated fatty acids. *Lebensm. Wisconsin Technology*. 29: 94-99.

Özogul, Y., Özogul, F., Alagoz, S., 2006. Fatty acid profiles and fat contents of commercially important seawater and freshwater species of Turkey: A comparative study. *Food Chemistry*. 103: 217-223.

Pérez, M.J., C., Rodriguez, Cejas, J.R, Martin, M.V., Jerez, L., Lorenzo, A., 2006. Lipid and fatty acid content in wild white seabream (*Diplodus sargus*) broodstock at different stages of reproductive cycle. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 146: 187-196.

Pigott, G.M., Tucker, B.W., 1990. Effects of Technology on Nutrition. Marcel Decker. New York. 326 p.

Quèro, J.C., Vayne, J.J., 1987. Le Maigre, *Argyrosomus regius* (Asso, 1801) (*Pisces, Perciformes, Sciaenidae*) du Golfe de Gascogne et des eaux plus Septentrionales. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*. 49: 35-66.

Reynolds, J.E., Greboval, D.F., 1988. Socio-economic effects of the evolution of Nile perch fisheries in Lake Victoria: a review. *CIFA technical papers*. 17: 159.

Rosa, F.C., Bressan, M.C., Bertechini, A.G., Fassani, E.J., Vieira, J.O., Faria, P.B., Savian, T.V., 2005. Effect of cooking methods on carcass chemical composition and cholesterol of poultry breast and thigh meat. *Ciência e Agrotecnologia*. 30: 707-714.

Rueda, F. M., López, J. A., Martínez, F. J., Zamora, S., Divanach, P., Kentouri, M., 2001. Fatty acids in muscle of wild and farmed red porgy, *Pagrus pagrus*. *Aquaculture Nutrition*. 3: 161-165.

Simopoulos, A.P., 1989. Summary of NATO advanced Research Workshop on Dietary n3 and n6 Fatty Acids: Biological Effects and Nutritional Essentiality. *Journal of Nutrition*. 199: 512-528.

Simopoulos, A.P., 2006. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 60: 502-507.

Simopoulos, A.P., 2002. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. *American College of Nutrition*. 21: 495-505.

Simopoulos, A.P., 2008. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. The center of genetics, nutrition and health. *Experimental Biology and Medicine*. 233: 674-688.

Sioen, I., Haak, L., Raes, K., Hermans, C., De Henauw, S., De Smet, S., Camp, J.V., 2005. Effects of pan-frying in margarine and olive oil on the fatty acid composition of cod and salmon. *Food Chemistry*. 98: 609-617.

Socol, M.C.H., Oetterer, M., 2003. Seafood as Functional food. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 46: 443-454.

Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 1969. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. W. H. Freeman and Co. New York. 158-169 pp.

Souza, S.M.G., Anido, R.J.V., Tognon, F.C., 2007. Fatty acids omega-3 and omega-6 in fish nutrition: sources and relations. *Ciências Agroveterinárias*. 6: 63-71.

Su, X.Q., Babb, J.R., 2007. The effect of cooking process on the total lipid and n-3 LC-PUFA contents of Australian Bass Strait scallops, *Pecten fumatus*. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 16: 407-411.

Suarez-Muhecha, H., Francisco, A., Beirão, L.H., Block, J.M., Saccol, A., Pardo-Carrasco, S., 2002. Importance of polyunsaturated fatty acids present in pond-reared and wild fish for human nutrition. *Boletim do Instituto de Pescas*, São Paulo. 28: 101-110.

Testi, S., Bonaldo, A., Gatta, P.P., Badiani, A., 2005. Nutritional traits of dorsal and ventral fillets from three farmed fish species. *Food Chemistry*. 98: 104-111.

Tidwell, J.H., Allan, G. L., 2001. Ecological and economic importance of fish farming and capture fisheries. *EMBO Report*. 2: 958-963.

Turan, H., Sonmez, G., Kaya, Y., 2007. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black sea. *Journal of Fisheries Sciences*. 1: 97-103.

Ulbricht, T.L.V., Southgate, D.A.T., 1991. Coronary Heart Disease: Seven Dietary Factors. *The Lancet*. 338: 985-992.

Valfré, F., Caprino, F., Turchini, G.M., 2003. The health benefit of seafood. *Veterinary Research Communications*. 27: 507-512.

Wang, C., Harris, W.S., Chung, M., Lichtenstein, A.H., Balk, E.M., Kupelnick, B., Jordan, H.S. & Lau, J., 2006. n-3 Fatty acids from fish or fish-oil supplements, but not α -linolenic

acid, benefit cardiovascular disease outcomes in primary- and secondary-prevention studies: a systematic review. *American Journal of Clinical Nutrition*. 84: 5–17.

Zenebe, T., Ahlgren, G., Boberg, M., 1998. Fatty acid content of some freshwater fish of commercial importance from tropical lakes in the Ethiopian Rift Valley. *Journal of Fish Biology*. 53: 987-1005.