

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

**CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEOS ESPECIALMENTE
RICOS EM ÁCIDOS GORDOS ESSENCIAIS E ENSAIO
PRELIMINAR DA SUA POTENCIAL APLICAÇÃO EM
PISCICULTURA**

ANA MARIA DE MELO SAMPAIO DE FREITAS

FARO, 2001



**TESES
SD**

Caracterização de óleos
especialmente ricos em
Ácidos gordos essenciais e
ensaio * Freitas,

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEOS ESPECIALMENTE RICOS
EM ÁCIDOS GORDOS ESSENCIAIS E ENSAIO
PRELIMINAR DA SUA POTENCIAL APLICAÇÃO EM
PISCICULTURA

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de
Doutor em Biologia (Bioquímica)

ANA MARIA DE MELO SAMPAIO DE FREITAS

FARO, 2001

28 05 02 40633
S72115
FRE * Car

2708T

O conteúdo desta dissertação é da
exclusiva responsabilidade do autor

Ao Erik, à Susana e ao Tomás

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Doutor Adelino Canário, por me ter dado a oportunidade de realizar este trabalho, em condições nunca antes por mim imaginadas, pela disponibilidade permanente para ajudar e por todo o conhecimento transmitido.

À Prof. Doutora Deborah Power que esteve sempre disponível para me ensinar e ajudar.

Ao Prof. Doutor John Sargent, ao Doutor James Henderson e ao Doutor Douglas Tocher que amavelmente me receberam no seu laboratório e que sempre se prontificaram em responder às dúvidas que me foram surgindo no decorrer deste trabalho. À Rosemary Millar e aos restantes técnicos do laboratório NERC Unit of Aquatic Biochemistry, Department of Biological and Molecular Sciences, University of Stirling, Scotland, U.K., pela paciência que tiveram em me explicar, quase à exaustão, grande parte das técnicas de análise utilizadas neste trabalho.

À Direcção Regional de Agricultura do Algarve e em particular ao Dr. Edgar Correia, pelo interesse demonstrado neste trabalho.

À fábrica de conservas MAROLHÃO (Olhão) e em especial ao Sr. Manuel Sousa, por todas as facilidades concedidas. Ao Sr. José, pela permanente disponibilidade para ajudar na recolha das amostras de óleo e para responder a todas as perguntas.

Ao mestre Manuel Martins, pela amável oferta das amostras de sardinha.

Ao IPIMAR (Olhão) e em particular ao Dr. Pedro Pousão, pela realização dos ensaios de alimentação nas larvas de dourada.

À Dr.^a Lília Brinca que sempre se prontificou em ouvir e discutir as minhas dúvidas e em me ensinar e ajudar no tratamento estatístico dos resultados. Ao Doutor Xoan Fuentes pela permanente disponibilidade em ouvir e discutir as minhas dúvidas e que tal como todos os outros colegas do laboratório de Endocrinologia Comparativa e Biotecnologia Marinha, Dr.^a Adelaide Charrão, Alexandra Pereira, Carlos Vale, Doutora Cecília Santos, Dr.^a Dulce Estêvão, Doutor Eduardo Barata, Doutor Eduardo Cavaco, Elsa Couto, Eng.^o João Cardoso, Dr. João Condeça, Doutor Josep Rollant, Liliana Anjos, Dr.^a Lourdes Diogo, Dr. Manuel Faustino, Marco Campinho, Dr. Nuno Vieira, Dr. Paulo Vília, Dr. Pedro Guerreiro, Doutor Peter Hubbard, Dr.^a Rita Nogueira, Regina Ervideira, Ricardo Ferreira, Dr. Rui Serrano, Silvia Nobre, Dr.^a Silvia Socorro e Dr.^a Teresa Modesto, que com a sua amizade e companheirismo tornaram a realização deste trabalho muito mais agradável.

À Fundação de Ciência e Tecnologia e FEDER pelo financiamento concedido (contracto INTERREG nº11/REG II/6/96).

Ao Ministério da Educação pelo financiamento concedido no âmbito da acção 5.2 do PRODEP "Formação avançada no Ensino Superior".

Finalmente, mas não menos importante, à minha família, sobretudo ao Erik, à minha mãe, à Ingrid, à Isabel, à Conceição, à Susana e ao Tomás, de quem recebi o maior apoio e sem o qual a realização deste trabalho teria sido muito mais difícil.

RESUMO

Os ácidos gordos essenciais (EFA) não podem ser sintetizados pelo organismo e têm de ser obtidos a partir dos alimentos ingeridos. São necessários ao crescimento, reprodução e normal funcionamento do organismo, prevenindo o desenvolvimento de patologias e eventualmente a morte.

Os EFA incluem uma série de compostos das famílias ómega-3 e ómega-6, uma vez que os vertebrados terrestres não possuem as enzimas necessárias à inserção de ligações duplas nas posições n-3 e n-6 das cadeias carbonadas dos ácidos gordos. As formas biologicamente activas dos EFA possuem em geral 20 e 22 átomos de carbono e 3 ou mais ligações duplas.

A diminuição do consumo de peixe, que é particularmente rico em ácidos gordos ómega-3, associada à alteração progressiva da composição dos alimentos conduziu a um desequilíbrio na ingestão dos EFA nas sociedades industrializadas, cuja relação entre a quantidade de ácidos gordos ómega-6 e ómega-3 tem vindo a aumentar.

Com o objectivo de inverter esta tendência e devido à limitação dos recursos piscatórios, a procura de matérias primas naturalmente enriquecidas em EFA, em especial da série ómega-3, tem vindo a aumentar. Estas matérias primas podem ser utilizadas directamente na alimentação humana, ou após transformação como suplementos dietéticos. Outra alternativa é a incorporação dos ácidos gordos destas matérias primas, directamente ou após transformação, nos alimentos dos animais de produção intensiva com destino à alimentação humana, o que poderá aumentar também o rendimento da produção animal.

Este trabalho consistiu na caracterização da variação da composição lipídica de sardinhas da costa Sul de Portugal (Quarteira). Na carcaça e no fígado os maiores teores lipídicos verificaram-se no Verão, enquanto que nas gónadas e no cérebro ocorreram no Outono (início da época de reprodução). As variações do teor lipídico na carcaça e no fígado deveram-se principalmente à mobilização/deposição de lípidos neutros, em particular triacilglicerois (TAG), que predominaram sempre na carcaça e no fígado apenas durante o Verão e o Outono. Nas gónadas os lípidos polares predominaram durante os meses em que os sistema reprodutor se encontra activo, constituindo os TAG a principal classe lipídica apenas no Verão e também em Outubro nos ovários. O fígado e o cérebro apresentaram uma maior diversidade de classes de lípidos polares que os restantes tecidos e os lípidos polares predominaram sempre no cérebro. Os ácidos gordos polinsaturados (PUFA) predominaram sempre na carcaça e nas gónadas ao longo de todo o ano e em todos os tecidos eram constituídos essencialmente por ácidos gordos altamente insaturados (HUFA) ómega-3, em particular em ácido eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA). Os ácidos gordos monoinsaturados e os PUFA foram os que contribuíram principalmente para as variações sazonais verificadas nos vários tecidos. Os PUFA representaram a principal fracção no fígado, à excepção do mês de Junho em que os ácidos gordos monoinsaturados predominaram. No cérebro, à excepção do mês de Dezembro em que os PUFA existiram em maior quantidade, predominaram sempre os ácidos gordos monoinsaturados.

Procedeu-se de seguida à caracterização da composição lipídica do óleo obtido como subproduto de 2 processos de anchovagem industrial de sardinha, tendo sido ambos iniciados no Verão (um em Setembro de 1997 e outro em Julho de 1998), altura do ano em que devido ao maior teor lipídico da sardinha, se liberta uma maior quantidade de óleo durante o processo de anchovagem. Este óleo possui a semelhança dos lípidos totais das sardinhas, um elevado teor em HUFA ómega-3, embora quando a temperatura ambiente é muito elevada, caso do processo de anchovagem iniciado em Julho possa sofrer uma degradação intensa que conduz a um óleo com cerca de menos 30% de PUFA ómega-3 do que o valor inicial.

Foi também analisada a variação do teor em lípidos totais e sua composição em ácidos gordos em 3 espécies de plantas silvestres (borragem, tomilho e rosmaninho), entre a Primavera e o Verão, altura de maior crescimento e desenvolvimento das plantas. A borragem, apresentou

uma maior diversidade da composição lipídica em ácidos gordos, apresentando alguns das séries ómega-3 (AS, EPA e DHA) e ómega-6 (ALA), pouco usuais nas plantas.

Como o óleo obtido da anchovagem de sardinha existe em quantidade, possui uma elevada quantidade de HUFA ómega-3 e não possui valor comercial, testou-se a possibilidade de usá-lo para fins alimentares em larvas de peixe. O óleo de um processo de anchovagem de sardinha, iniciado em Setembro de 1999, foi fraccionado por cristalização a -20° C obtendo-se um óleo especialmente enriquecido em PUFA ómega-3 (62,4 %). O óleo inteiro e as duas fracções obtidas no fraccionamento por cristalização (uma mais saturada e outra enriquecida em PUFA), foram utilizados. Os resultados obtidos, embora não conclusivos, permitem inferir sobre o potencial de utilização deste óleo para este fim.

SUMMARY

Essential fatty acids (EFA) cannot be synthesized in the organism and therefore must be assimilated from the diet. They are necessary for growth, reproduction and general well being, preventing the development of a range of pathologies that may lead to death. Essential fatty acids are biologically active compounds of 20 or 22 carbons and contain 3 or more double bonds in the hydrocarbon chain. The omega-3 and omega-6 series are characterised by the presence of double bonds in the n-3 and n-6 position and as terrestrial vertebrates lack the enzymes necessary for their biosynthesis they must be obtained from the diet and are classified as EFA. Fish are a rich source of omega-3 fatty acids, however, the reduction in fish consumption and altered diet of industrialised countries has meant there has been a substantial change in the intake of EFA, with an increase of the ratio omega-6/omega-3 fatty acids. These changes have been associated to increasing pathologies of the immune and cardiovascular system. As a consequence of this and the diminishing fishery resources available, there has been an increase in demand for alternative natural products rich in EFA, especially the omega-3 series of fatty acids.

The objective of the present thesis was to characterise the body distribution of the principal fatty acids and their annual cycle in the sardine (*sardina pilchardus*), a common fishery crop used in human nutrition. Potential alternative sources of EFA were also identified and their fatty acid content characterised.

The seasonal variation of lipid composition of sardine from the south of Portugal (Quarteira) was studied using classical methods for lipid and fatty acid determination. Carcass and liver showed highest total lipid content in summer and gonads and brain had their maximal values in October (at the beginning of reproductive cycle). In the carcass and liver the variation in total lipid contents was mainly due to mobilization/deposition of neutral lipids, essentially triacylglycerols (TAG). This was the main lipid class detected throughout the year in carcass and in summer and autumn in liver. Polar lipids predominated in the gonads when they were most active (November to December and January to April in the ovaries and October to December and January to March in the testis). TAG was the principal lipid class in gonads (testis and ovary) only during summer and also in October in the ovaries. Compared to other tissues, liver and brain showed the highest diversity in polar lipid classes, and the latter were the most abundant lipids in the brain. Polyunsaturated fatty acids (PUFA) were the main fatty acids in the carcass and gonads throughout the year. In all tissues there was a high content of highly polyunsaturated fatty acids (HUFA) of the omega-3 series, namely eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA). Monounsaturated fatty acids and PUFA were the main contributors to the seasonal variation in fatty acid composition in all tissues. PUFA were the main fatty acids in the liver except in June, when monounsaturated fatty acids predominated. In brain, the main fatty acids present throughout the year were monounsaturated, with the exception of December when there was a higher PUFA content.

Two alternative sources of EFA were studied; i) the oily by-product of sardine processing and ii) endemic plants common to the Iberian Peninsula. The oily by-product released during salting and curing of sardines was studied in two different production cycles, one beginning in September 1997 and the other beginning in July 1998, when sardines have the highest total lipids content and produce an abundant oily by-product. Interestingly the expressed oily by-product reflected the lipid composition of fresh sardines and was high in HUFA omega-3 content. High ambient temperatures, such as those encountered during July, resulted in degradation of the oily by-product with losses of around 30% of the initial PUFA omega-3 content. The oily by-product from a production cycle beginning in September 1999 was tested as a feed additive for sea bream larval culture. The oil was fractionated by crystallisation at -20° C and a fraction especially rich in PUFA omega-3 (62,4%) was obtained. The oil and two fractions obtained by crystallisation were compared to a commercial food additive. The preliminary data obtained, indicates that the oily by-product has a high potential for nutritional use in aquaculture.

Between spring and summer the total lipid and fatty acid composition of three wild plant species (borage, thyme and lavender) were analysed. Borage was found to have high fatty acid diversity and surprisingly contained some unusual fatty acids in plants, from omega-3 and omega-6 series (AS, EPA, DHA and ALA).

ABREVIATURAS

AA – Ácido araquidónico
AB1 – Anchovas da fracção inferior da cuba do 1º processo de anchovagem
AB2 – Anchovas da fracção inferior da cuba do 2º processo de anchovagem
AC1 – Anchovas da fracção superior da cuba do 1º processo de anchovagem
AC2 – Anchovas da fracção superior da cuba do 2º processo de anchovagem
ALA – Ácido α -linolénico
AM1 – Anchovas da fracção média da cuba do 1º processo de anchovagem
AM2 – Anchovas da fracção média da cuba do 2º processo de anchovagem
AS – Ácido estereadónico (18:4 n-3)
ATP - Adenosina-trifosfato
BHT – Butil-hidroxi-tolueno
rt /ml – Rotíferos por mililitro
Cb- Cérebro
C- Colesterol
CE – Ésteres do colesterol
Desc. – Ácidos gordos não identificados
DGLA – Ácido di-homo- γ -linolénico
DHA – Ácido docosahexaenóico (22:6 n-3)
DPA – Ácido docosapentaenóico (22:5 n-3)
EFA – Ácidos gordos essenciais
EM – Esfingomielina
EPA – Ácido eicosapentaenóico (20:5 n-3)
eV – Electrão volt
EW – Peso após a evisceração
F – Fígado
FAME – Ésteres metílicos dos ácidos gordos
FFA – Ácidos gordos livres
GC – Cromatógrafo gasoso
GCb – Galactocerebrósidos
GLA – Ácido γ -linolénico
H₂SO₄ – Ácido sulfúrico
HPTLC – Cromatografia de elevada resolução em camada fina
HUFA – Ácidos gordo altamente insaturado
HW - Peso após a evisceração e descabeçamento
i.d. – Diâmetro interno
IGS – Índice gonadossomático
KCl – Cloreto de potássio
L – Comprimento total
LA – Ácido linoleico
M – Molar
m.s. – Matéria seca
m/m – Massa/massa
m/v – Massa/volume
Monoins. – Monoinsaturados
MP-A – Matéria prima eviscerada no laboratório
MP-B – Matéria prima eviscerada na fábrica
MS – Espectrómetro de massa

PAF – Factor activador das plaquetas
PC – Fosfatidilcolina
PE – Fosfatidiletanolamina
PI – Fosfatidilinositol
pIPC- Plasmalogénios da fosfatidilcolina
pLPE - Plasmalogénios da fosfatidiletanolamina
PS – Fosfatidilserina
PUFA – Ácidos gordos polinsaturados
r – Coeficiente de correlação de Pearson
 r^2 – Coeficiente de determinação
RC – Rendimento de carcaça
TAG - Triacilglicerois
v/v – Volume/volume
VLDL – Lipoproteínas de densidade muito baixa
W – Peso total

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| I.- OS ÁCIDOS GORDOS ÓMEGA-3 | 1 |
| 1.- OS ÁCIDOS GORDOS ÓMEGA-3 NA SAÚDE HUMANA | 2 |
| 1.1.- Acções dos ácidos gordos ómega-3 no sistema cardiovascular | 10 |
| 1.2.- Importância dos ácidos gordos ómega-3 como componentes dos fosfolípidos das membranas durante a infância | 12 |
| 1.3.- Recomendações diárias | 13 |
| 2.- PROCURA DE NOVAS MATÉRIAS PRIMAS NATURALMENTE ENRIQUECIDAS EM ÓMEGA-3 | 15 |
| 2.1.- A importância crescente da aquacultura na produção de alimento | 15 |
| 3.- OBJECTIVOS | 17 |
| II.- VARIAÇÃO SAZONAL DA COMPOSIÇÃO LIPÍDICA DA SARDINHA (<i>SARDINA PILCHARDUS</i>) | 18 |
| 1.- INTRODUÇÃO | 19 |
| 2.- MATERIAL E MÉTODOS | 20 |
| 2.1.- Sardinhas | 20 |
| 2.2.- Reagentes e solventes | 20 |
| 2.3.- Parâmetros morfométricos | 20 |
| 2.4.- Determinação do teor de humidade | 21 |
| 2.5.- Extracção dos lípidos totais | 21 |
| 2.6.- Separação e quantificação das classes lipídicas | 22 |
| 2.7.- Determinação do teor de plasmalogénios | 22 |
| 2.8.- Separação e quantificação dos ácidos gordos | 23 |
| 2.8.1.- Metilação dos ácidos gordos e purificação dos ésteres metílicos | 23 |
| 2.8.2.- Análise qualitativa e quantitativa dos ácidos gordos | 23 |
| 2.9.- Análise estatística dos resultados | 24 |
| 3.- RESULTADOS | 25 |
| 3.1.- Morfometria | 25 |
| 3.2.- Variação sazonal do teor em lípidos totais | 28 |
| 3.2.1.- Carcaça | 28 |
| 3.2.2.- Gónadas | 29 |
| 3.2.3.- Fígado | 30 |
| 3.2.4.- Cérebro | 31 |
| 3.3.- Variação sazonal da composição em classes lipídicas nos lípidos totais .. | 32 |
| 3.3.1.- Carcaça | 32 |
| 3.3.2.- Gónadas | 34 |
| 3.3.3.- Fígado | 36 |
| 3.3.4.- Cérebro | 37 |
| 3.4.- Variação sazonal da composição em ácidos gordos dos lípidos | 39 |
| 3.4.1.- Carcaça | 39 |
| 3.4.2.- Gónadas | 41 |

| | |
|--|-----------|
| 3.4.3.- Fígado..... | 43 |
| 3.4.4.- Cérebro..... | 45 |
| 4.- DISCUSSÃO | 47 |
| 4.1.- Carcaça..... | 47 |
| 4.2.- Gónadas | 50 |
| 4.3.- Fígado | 53 |
| 4.4.- Cérebro..... | 54 |
| | |
| III.- COMPOSIÇÃO LIPÍDICA DO ÓLEO OBTIDO COMO SUBPRODUTO DO PROCESSO DE ANCHOVAGEM DE SARDINHA..... | 57 |
| 1.- INTRODUÇÃO | 58 |
| 2.- MATERIAL E MÉTODOS..... | 60 |
| 2.1.- Amostras de óleo e sardinhas de anchovagem..... | 60 |
| 2.2.- Análise bioquímica..... | 60 |
| 2.3.- Análise estatística dos resultados | 61 |
| 3.- RESULTADOS..... | 62 |
| 3.1.- Variação do teor em lípidos totais..... | 62 |
| 3.2.- Variação da composição em classes lipídicas..... | 63 |
| 3.3.- Variação da composição em ácidos gordos | 66 |
| 4.- DISCUSSÃO | 70 |
| | |
| IV.- VARIAÇÃO SAZONAL DA COMPOSIÇÃO LIPÍDICA DE TRÊS ESPÉCIES DE PLANTAS SILVESTRES: A BORRAGEM (<i>BORAGO OFFICINALIS</i>), O ROSMANINHO (<i>LAVANDULA SP.</i>) E O TOMILHO (<i>THYMUS SP.</i>)..... | 74 |
| 1.- INTRODUÇÃO | 75 |
| 2.- MATERIAL E MÉTODOS..... | 77 |
| 2.1.- Amostras de plantas..... | 77 |
| 2.2.- Análise bioquímica..... | 77 |
| 2.3.- Análise estatística dos resultados | 78 |
| 3.- RESULTADOS..... | 79 |
| 3.1.- Variação do teor lipídico nas plantas..... | 79 |
| 3.1.1.- Borragem..... | 79 |
| 3.1.2.- Tomilho | 80 |
| 3.1.3.- Rosmaninho | 81 |
| 3.2.- Variação da composição em ácidos gordos dos lípidos totais das plantas | 83 |
| 3.2.1.- Borragem..... | 83 |
| 3.2.2.- Tomilho | 85 |
| 3.2.3.- Rosmaninho | 86 |
| 4.- DISCUSSÃO..... | 88 |
| | |
| V.- ENSAIO DE ALIMENTAÇÃO DE LARVAS DE DOURADA COM ÓLEO SUBPRODUTO DA ANCHOVAGEM DE SARDINHAS | 94 |

| | |
|---|------------|
| 1.- INTRODUÇÃO | 95 |
| 2.- MATERIAL E MÉTODOS | 96 |
| 2.1.- Obtenção do óleo inteiro e fraccionado | 96 |
| 2.1.1.- Recolha do óleo | 96 |
| 2.1.2.- Fraccionamento do óleo por cristalização (concentração em ácidos gordos ómega-3)..... | 96 |
| 2.1.3.- Análises bioquímicas | 97 |
| 2.2.- Alimentação de larvas de dourada com rotíferos (<i>Brachionus plicatilis</i> Müller) enriquecidos com óleo de anchovagem de sardinha | 97 |
| 2.2.1.- Análises bioquímicas | 98 |
| 2.3.- ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS | 98 |
| 3.- RESULTADOS..... | 100 |
| 3.1.- Composição do óleo fraccionado e dos produtos de enriquecimento dos rotíferos..... | 100 |
| 3.2.- Composição dos rotíferos enriquecidos e das larvas de dourada | 103 |
| 3.3.- Composição e crescimento das larvas de dourada | 105 |
| 3.3.1.- Composição | 105 |
| 3.3.2.- Crescimento..... | 106 |
| 4.- DISCUSSÃO | 109 |
| VI.- CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS..... | 114 |
| 1.- CONCLUSÕES..... | 115 |
| 1.1.- Sardinha | 115 |
| 1.2.- Óleo de anchovagem de sardinha | 116 |
| 1.3.- Plantas..... | 117 |
| 1.4.- Enriquecimento do óleo em HUFA ómega-3 e sua utilização na alimentação de larvas de dourada | 118 |
| 2.- PERSPECTIVAS | 120 |
| VII. – BIBLIOGRAFIA | 123 |

I.- Os ácidos gordos ómega-3

1.- OS ÁCIDOS GORDOS ÔMEGA-3 NA SAÚDE HUMANA

Os lípidos obtidos a partir da dieta dos animais são necessários à obtenção de energia metabólica, gerada como ATP através do metabolismo oxidativo dos ácidos gordos, e para a produção de lípidos polares, em particular os fosfolípidos necessários à formação das membranas celulares. Esta dupla função é observável na divisão dos lípidos corporais em duas fracções principais, o tecido adiposo constituído pelos triacilglicerois (TAG) e os lípidos das membranas celulares principalmente constituídos por lípidos polares e colesterol [252, 280, 303, 304].

Os ácidos gordos são os principais constituintes dos lípidos [60, 62]. A característica fundamental dos ácidos gordos (Figura 1.1) é a de possuírem uma função ácida de natureza carboxílica e hidrofílica e depois uma cadeia parafínica, linear ou não e hidrofóbica, constituída por átomos de carbono ligados entre si [78, 112]. Esta cadeia parafínica pode ser saturada ou insaturada, com duas ou mais ligações duplas, sempre intercaladas por três átomos de carbono (Figura 1.1) [60, 62, 78]. Os ácidos gordos podem ser classificados em três séries ou famílias, dependendo do seu metabolismo, a série dos ácidos gordos saturados e monoinsaturados, a série originada a partir do ácido linoleico (LA; 18:2 n-6) e a série originada a partir do ácido α -linolénico (ALA; 18:3 n-3) (Figura 1.2) [205]. Os ácidos gordos são designados pelo comprimento da sua cadeia carbonada e pelo número de ligações duplas que possuem, sendo a primeira ligação dupla contada a partir da extremidade metílica como n-9 (ω 9), n-7 (ω 7), n-6 (ω 6) ou n-3 (ω 3), em que n é o número de átomos de carbono da cadeia carbonada [4, 60, 62, 63, 78, 112, 124, 184, 205, 300].

Os ácidos gordos saturados, tais como o palmítico (16:0) e o esteárico (18:0), assim como os ácidos gordos monoinsaturados, tais como o palmitoleico (16:1 n-9), oleico (18:1 n-9) e o *cis*-vacénico (18:1 n-7), são sintetizados nos mamíferos a partir do excesso de energia fornecido na dieta (hidratos de carbono e proteínas) e existem em relativa quantidade nos alimentos de origem animal [205]. O ácido oleico só é dessaturado e alongado dando origem ao ácido eicosatrienóico (20:3 n-9) quando o suprimento de ácidos gordos das séries ómega-3 e ómega-6 na dieta é restrito [60, 62, 81, 124, 205].

Todos os vertebrados até agora estudados têm uma necessidade absoluta de ingerir determinados ácidos gordos polinsaturados (PUFA) na dieta, uma vez que não possuem as enzimas necessárias para os sintetizar, sendo indispensável a sua presença nos alimentos ingeridos. Se ocorre uma deficiência na dieta o animal pára de crescer e de se reproduzir, desenvolve uma série de patologias e morre [4, 78, 88, 169, 253, 300]. Estes PUFA são designados por ácidos gordos essenciais (EFA) e incluem uma série de compostos das séries ómega-3 e ómega-6 tipificadas pelos ALA e LA, uma vez que a generalidade dos animais, ao contrário das plantas, são incapazes de incorporar ligações duplas nas posições n-3 e n-6 [81, 300]. As formas biologicamente activas destes EFA possuem em geral 20 e 22 átomos de carbono e são sintetizadas através de reacções incremento do número de ligações duplas e alongamento das cadeias carbonadas [63, 69, 87, 169, 184, 194, 195, 205, 247, 318].

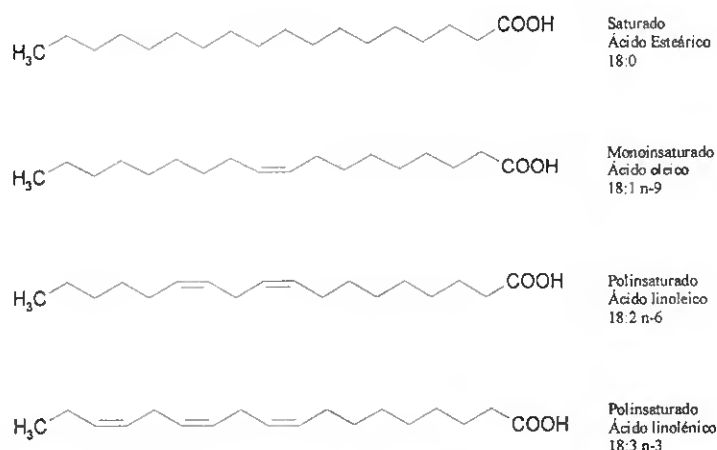


Figura 1.1- Nomenclatura e estrutura dos ácidos gordos. O primeiro número refere-se ao número de átomos de carbono na cadeia carbonada, o segundo número refere o número de ligações duplas e o terceiro número após o n-, representa o número de átomos de carbono a contar do grupo metílico terminal até à primeira ligação dupla.

Uma vez ingerido o LA é dessaturado e alongado dando origem ao ácido γ -linolénico (GLA; 18:3 n-6), di-homo- γ -linolénico (DGLA; 20:3 n-6), ao ácido araquidónico (AA; 20:4 n-6) e ao ácido docosatetraenóico (22:4 n-6) [87, 124, 205, 247, 253]. O ácido docosapentaenóico (22:5 n-6) só é sintetizado a partir do ácido docosatetraenóico em situação de deficiência prolongada de suprimento de ácidos gordos ómega-3 na dieta [42, 205] (Figuras 1.2 e 1.3).

O ALA é também sintetizado nas plantas, existindo em quantidade sobretudo nos tecidos fotossintéticos, em especial nas folhas, não sendo sintetizado pelos mamíferos [67, 120, 205, 247] nem pelos vertebrados em geral [253]. Uma vez absorvido a partir

funcionamento destes tecidos [12, 41, 42, 68, 81, 87, 92, 139] e na retina, onde ácidos gordos desta família são particularmente importantes, uma deficiência destes ácidos gordos pode resultar numa diminuição da capacidade de visão [41, 42, 68, 92, 139, 155, 300] e alterar o comportamento dos indivíduos [42, 92, 139, 205, 300].

Os ácidos gordos ómega-3 são ácidos gordos essenciais, necessários desde a concepção, durante a gravidez e infância, sendo o DHA essencial ao desenvolvimento do cérebro e do olho, e também ao longo de toda a vida do indivíduo [41, 68, 92, 247, 251, 254, 264, 280]. Actualmente desconhece-se ainda se é necessário que a dieta humana contenha toda a gama de ácidos gordos ómega-3 desde o ALA que contém 3 ligações duplas até ao ácido gordo altamente insaturado (HUFA) DHA, [68, 251]. Uma vez que o DHA pode ser sintetizado pelo organismo humano a partir do ALA, existem uma série de questões em aberto que vão desde a necessidade ou não da suplementação dos leites maternizados com DHA, ou ainda da substituição do ALA com DHA nestes produtos, uma vez que o DHA além de passar através da placenta durante a gravidez, está sempre presente no leite materno em conjunto com outros ácidos gordos ómega-3, incluindo o ALA [247].

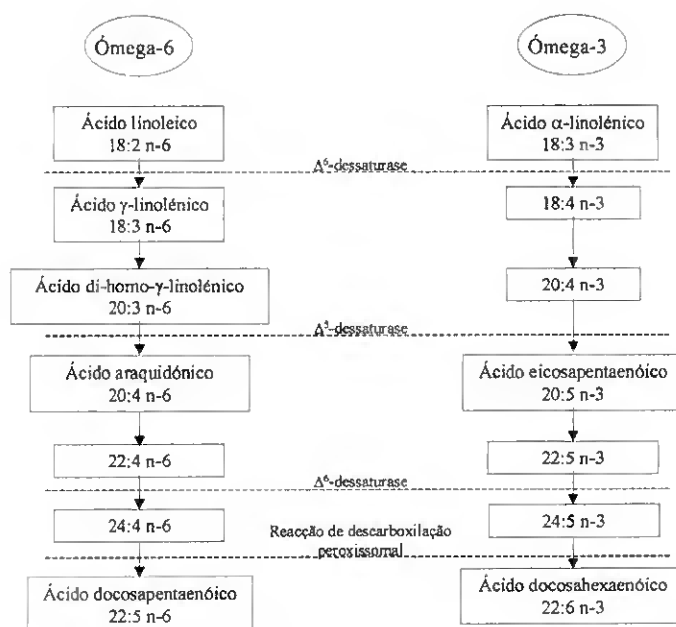


Figura 1.3 - Metabolismo dos ácidos gordos essenciais. Adaptado de Sanders (1999) [247].

Outra questão em aberto é a da relação apropriada entre a quantidade de ácidos gordos ómega-6 e ómega-3 a serem fornecidos na dieta, uma vez que um desequilíbrio

desta relação pode acentuar o estado de deficiência em ácidos gordos ómega-3 do organismo [18, 88, 251, 253, 273, 291, 310]. Por outro lado quantidades excessivas de ácidos gordos da série ómega-3 podem também induzir situações patológicas [41, 160, 161, 179, 294, 308], sendo este um factor a considerar no doseamento da quantidade destes nas dietas [41, 160, 161, 179, 294].

As enzimas envolvidas nas conversões de LA e de ALA nas formas biologicamente activas de 20 e 22 átomos de carbono (Figura 1.3) parecem ser comuns nas duas séries de ácidos gordos ómega-6 e ómega-3, sendo a Δ^6 -dessaturação a reacção limitante de todas as conversões. De acordo com o conhecimento actual, pensa-se que a série ómega-3 tem maior afinidade para a Δ^6 -dessaturase e provavelmente também para a Δ^5 -dessaturase que a série ómega-6. A competição entre os PUFA das duas séries pelas mesmas enzimas torna evidente a importância do correcto suprimento da quantidade de ácidos gordos das duas séries nas dietas, uma vez que um excesso de LA conduz a uma diminuição da biossíntese de ácidos gordos a partir de ALA e *vice-versa* [205, 228, 247, 251, 253, 272].

Actualmente sabe-se que a dieta deve conter quantidades pequenas de PUFA por forma a suprir as necessidades em ácidos gordos essenciais e por forma a otimizar as funções do sistema imunológico [88, 160, 205, 247, 259] e reprodutivo [88, 205, 247, 259]. No entanto, a quantidade de PUFA ingerida diariamente tem vindo a aumentar, sobretudo à custa do aumento do consumo de óleos de origem vegetal que possuem elevadas quantidades de ácidos gordos ómega-6, em particular de LA, em simultâneo com a redução do consumo de alimentos ricos em ácidos gordos ómega-3 (vegetais e peixe) [35, 68, 88, 139, 205, 251, 264, 265, 273] e com o desenvolvimento da indústria alimentar que conduziu ao melhoramento genético e a processos tecnológicos dos alimentos no sentido de lhes retirar os ingredientes mais instáveis (entre os quais os ácidos gordos da série ómega-3) e aumentar assim o seu poder de conservação [35]. Estas alterações da composição dos lípidos ingeridos na dieta conduziram a um desequilíbrio na relação da quantidade de gordura saturada e insaturada ingerida [88, 205] além da diminuição da relação entre a quantidade de ácidos gordos ómega-3 e ómega-6. Estas modificações parecem estar implicadas no aumento da frequência de certos cancros [205, 239], de doenças cardiovasculares [35, 88, 100, 117, 139, 200, 205, 264, 265, 273, 289] e de hiper-reatividade alérgica [67, 139, 198, 205].

De facto os ácidos gordos ómega-3 têm um papel fundamental na prevenção e regulação de certas doenças comuns na civilização ocidental. A evidência da sua

influência no controlo de algumas destas doenças está hoje comprovada, sendo noutras meramente especulativa [68, 139, 146, 202]. Actualmente reconhece-se a importância dos ómega-3 na prevenção e/ou tratamento de doenças cardiovasculares incluindo arritmias, hipertensão e ataques cardíacos [4, 8, 9, 12, 16, 54, 58, 66-71, 77, 88, 95, 96, 103, 107, 108, 117, 120, 122-124, 139, 146, 160, 162, 165, 168, 184, 189, 195, 196, 198, 200, 205, 210, 214-216, 218, 230, 245, 264, 265, 271, 279, 289, 296, 297, 308, 310, 313], de deficiências de ácidos gordos essenciais que afectam o desenvolvimento do cérebro e retina [35, 68, 88, 139, 150, 205, 264]. A ingestão de dietas com maior quantidade relativa de PUFA da série ómega-3 parecem estar também associadas a uma diminuição da frequência e intensidade de disfunções auto-imunitárias (lupus e nefropatias, entre outras), cancros (mama, próstata e cólon) [65, 68, 77, 88, 106, 155, 164, 199, 239, 275, 287, 289, 307] e artrite reumatóide [23, 64, 68, 75, 88, 124, 144, 160, 167, 177, 255].

Muitos dos benefícios dos ácidos gordos ómega-3 estão associados ao seu efeito na síntese de eicosanoides, [4, 12, 47, 55, 63, 75, 77, 106, 117, 126, 139, 143, 160, 164, 165, 169, 171, 184, 195, 200, 205, 228, 229, 239, 254, 255, 259, 261, 265, 275, 280, 318] que são um grupo heterogéneo de compostos com actividade biológica [89, 98, 169, 171, 194, 205, 219, 253, 261, 265, 318], e também na síntese do factor activador das plaquetas (PAF) que está envolvido na resposta do sistema imunológico a agentes estranhos [98, 139, 204, 205, 265] (Figura 1.4). Os eicosanoides são moduladores lipídicos com elevada actividade envolvidos numa série de processos fisiológicos e patológicos, agindo como protectores celulares, reguladores da função renal, das reacções inflamatórias e alérgicas, na indução e inibição dos processos trombóticos, na regulação da contracção/relaxamento do tecido muscular liso (vaso e bronco constricção e relaxamento) (Figura 1.4) [47, 75, 77, 89, 98, 102, 103, 106, 145, 184, 194, 202, 203, 205, 219, 229, 259, 261, 265, 272, 318] e estão também implicados na função reprodutiva [4].

O LA é convertido a DGLA e a AA que é armazenado nos fosfolípidos das membranas celulares [205, 280]. O AA mediante a activação/estimulação das células é libertado convertendo-se em eicosanoides [12, 55, 88, 89, 205, 219, 254, 280] que são compostos oxigenados, que contêm 20 átomos de carbono, derivados dos HUFA por oxidação enzimática [98, 219, 261] ou não enzimática [261]. Os ácidos gordos da série ómega-3 ao competirem pelas mesmas enzimas que os da série ómega-6 parecem

diminuir a disponibilidade de AA que funciona como principal precursor dos eicosanoides [12, 88, 89, 160, 205, 249, 254, 259, 261, 270, 307] e do PAF [89, 205].

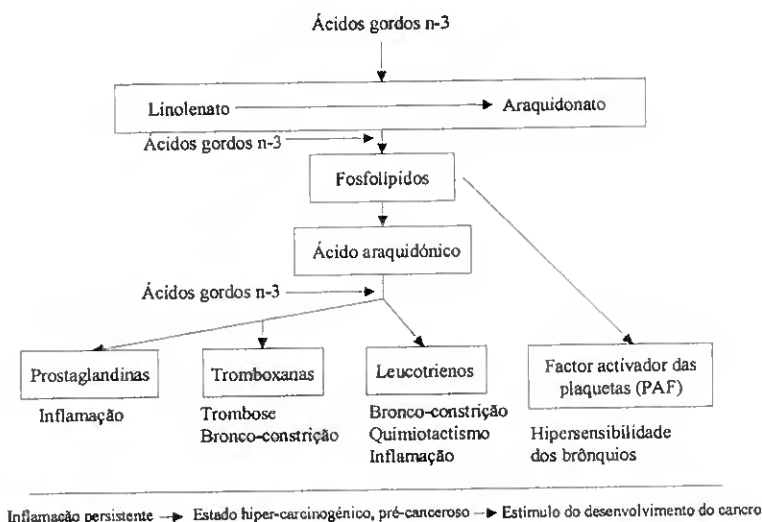


Figura 1.4- Ácidos gordos n-3 como inibidores do metabolismo do ácido araquidónico e sintomas relacionados com o excesso/desequilíbrio da produção de mediadores lipídicos. Adaptado de Okuyama *et al.* (1997) [205].

O tipo e quantidade de ácidos gordos insaturados incorporados na membrana plasmática são em grande parte ditados pela sua ingestão na dieta e regulam a sua fluidez e a capacidade dos receptores nela se moverem [12, 98]. O EPA e o DHA da série ómega-3, o AA (20:4 n-6) e o ácido oleico (18:1 n-9) são os principais PUFA incorporados na posição sn-2 nos fosfolípidos das membranas celulares [4, 12, 73, 88, 98, 265], sendo a posição sn-1 normalmente ocupada por um ácido gordo saturado.

Sob a acção de variados estímulos, os ácidos gordos libertam-se dos fosfolípidos e através de degradação enzimática dão origem aos eicosanoides [12, 88, 169, 205, 241, 280]. O AA é o principal precursor dos eicosanoides e o ALA que ao contrário dos outros PUFA não é um substracto para a biossíntese de leucotrienos, inibe também a síntese destes ao diminuir a quantidade de AA disponível nos tecidos [12, 88, 139, 254]. O excesso de ácidos gordos ómega-6 na dieta, em que o LA excede os 5% da energia total absorvida, como é o caso das dietas ocidentais actualmente, conduz a um máximo de produção de eicosanoides que são responsáveis por inúmeras disfunções nos humanos [12, 35, 75, 165, 251, 254, 255, 259].

A ingestão de ácidos gordos da série ómega-3 induz a) a diminuição da produção de metabólitos da prostaglandina E2 (PGE₂) [65, 88, 160, 161, 265, 275]; b) a diminuição da tromboxana A2, que é um potente agregador de plaquetas e vasoconstritor [8, 214, 265, 271]; c) diminui a formação de leucotrieno B₄ que é um inductor da inflamação e

da aderência e do quimiotactismo dos leucócitos [47, 145, 160, 265]; d) aumenta a tromboxana A_3 , que é um fraco agregador de plaquetas e fraco vasoconstritor [106, 265, 271]; e) um aumento da prostaciclina PGI_3 sem diminuição da PGI_2 (tanto a PGI_3 como a PGI_2 são vasodilatadores e inibidores da agregação de plaquetas) [265]; e f) aumenta o leucotrieno B_5 , que é um fraco indutor da inflamação e do quimiotactismo [47, 88, 106, 145, 265].

Tal como foi observado em numerosos testes clínicos, em experiências com animais e em humanos, a composição dos eicosanoides em geral parece também ser alterada pela sua composição ácidos gordos ómega-3 diminuindo-se a acção inflamatória [12, 47, 55, 65, 106, 165, 184, 228, 249, 259, 280].

A ingestão de ALA numa quantidade de cerca de 1% da energia total ingerida diariamente diminui drasticamente a produção de eicosanoides, uma vez que como já foi referido, o ALA compete eficazmente com o LA pelas mesmas enzimas responsáveis pela dessaturação e alongamento das cadeias carbonadas que convertem os PUFA de 18 átomos de carbono nos seus homólogos de 20 e 22 átomos de carbono. O EPA é ainda mais eficaz que o ALA nesta acção, e compete directamente com os HUFA ómega-6 na produção e acção dos eicosanoides [254].

A redução da resposta inflamatória a diversos estímulos mediante a ingestão de dietas com um maior teor de PUFA da série ómega-3 tem vindo também a ser atribuída à diminuição da produção de determinadas interleuquinas que são proteínas de baixo peso molecular produzidas por células de origem fagocitária. As citoquinas medeiam a resposta do hóspede a diversos estímulos inflamatórios [38, 75, 77, 88, 117, 143, 144, 160, 161, 196, 205, 265]. São produzidas em determinadas condições fisiológicas e patológicas regulando numerosos processos tais como a activação celular, a inflamação, a imunidade e a reparação de tecidos [75, 77, 143, 144, 196].

1.1.- ACÇÕES DOS ÁCIDOS GORDOS ÓMEGA-3 NO SISTEMA CARDIOVASCULAR

Estudos sobre a dieta humana no Paleolítico sugerem que os ácidos gordos ómega-3 estavam presentes em praticamente todos os alimentos em quantidade semelhante à dos ómega-6 [205, 234, 264]. A redução da quantidade de PUFA ómega-3 presente nas dietas ocidentais actuais ocorreu como consequência do desenvolvimento da indústria agro-alimentar, da agricultura moderna e da aquacultura tendo modificado a proporção entre os ácidos gordos ingeridos de 1:1 para valores superiores a 10:1 nalguns países [4, 139], uma vez que os alimentos produzidos actualmente contêm em geral uma menor quantidade de ácidos gordos ómega-3 [139, 205, 234, 264]. A elevada proporção de ácidos gordos ómega-6/ómega-3 ingeridos na dieta deve-se também à produção excessiva de óleos de origem vegetal e à indiscriminada recomendação de substituir o consumo de gordura saturada e por óleos com um elevado teor em ácidos gordos ómega-6 com o objectivo de diminuir os níveis de colesterol no sangue, sendo desprezado o seu efeito adverso no metabolismo humano [205, 234, 264].

Actualmente grande parte dos países tem feito um esforço no sentido de informar as suas populações sobre a necessidade de diminuir a ingestão de gorduras saturadas e aumentar o consumo das insaturadas, em particular de PUFA da série ómega-3, por forma a diminuir a relação entre a quantidade de PUFA ómega-6 e ómega-3 [4, 85, 280, 290].

A principal evidência da relação entre os ácidos gordos ómega-3 e a doença é a relação inversa entre a quantidade destes ácidos gordos na dieta e nos tecidos do sistema circulatório e a ocorrência de doenças cardiovasculares e suas complicações [48, 67, 68, 70, 76, 88, 95, 139, 165, 205, 206, 234, 264, 265, 271, 279]. Os efeitos dos ácidos gordos ómega-3 nas doenças cardiovasculares foram demonstrados em centenas de experiências em animais, em humanos, em estudos de tecidos em culturas e até em testes clínicos [8, 9, 16, 68, 70, 71, 76, 88, 95-97, 107, 108, 116, 117, 120, 122, 123, 146-148, 168, 176, 182, 185, 189, 194-196, 205, 206, 210, 214-216, 218, 225, 230, 234, 242, 245, 264, 278, 279, 310, 313].

Embora os ácidos gordos saturados e o colesterol provenientes da dieta sejam patogénicos para o sistema cardiovascular, os ácidos gordos ómega-3 provenientes do peixe têm uma acção protectora e através de uma variedade de mecanismos, nem todos conhecidos, previnem as doenças coronárias [8, 9, 19, 54, 67, 68, 70, 88, 96, 97, 107,

116, 117, 120, 121, 139, 146-148, 165, 168, 189, 194-196, 205, 209, 210, 214-216, 234, 242, 265, 279, 296, 313].

O paradigma das propriedades únicas destes ácidos gordos nas doenças cardiovasculares tornaram-se aparentes nos estudos sobre a saúde dos esquimós da Gronelândia que mostraram que estes, apesar do consumo de dietas com elevado teor de gordura de foca, baleia e peixe, tinham uma baixa incidência de doenças cardiovasculares [48, 82, 162, 165]. Estudos posteriores clarificaram este paradoxo, pois verificou-se que a gordura que os esquimós consumiam possuía grandes quantidades de HUFA de cadeia longa, em particular de EPA e de DHA [68, 165]. O EPA e o DHA são sintetizados pelo fitoplâncton que são a base da cadeia alimentar marinha que culminava na dieta dos esquimós.

As plantas terrestres, nos lípidos dos cloroplastos possuem o ALA, a partir do qual o EPA e o DHA podem ser sintetizados no organismo dos humanos, que possui também um papel benéfico na manutenção da saúde [67, 68, 120, 234, 251, 253], mas não é tão eficaz como o EPA e o DHA [120, 148]. Estudos mais recentes verificaram que em populações cujos hábitos alimentares determinavam um consumo equilibrado de gorduras, ou seja um menor teor de ácidos gordos saturados e uma maior quantidade de ácidos gordos monoinsaturados e PUFA, em especial da série ómega-3, tal como no Japão [162, 205, 273] e nos países do Mediterrâneo [205, 206, 279], sobretudo à custa de um maior consumo de peixe, frutas e vegetais, a incidência de doenças cardiovasculares, de certos cancros e doenças do sistema imunitário era menor [205, 273, 279].

Os ácidos gordos ómega-3 previnem as doenças cardiovasculares mediante diversas acções que passam primariamente por alterações da composição das membranas celulares e de lípidos de reserva [59, 70, 88, 176, 194, 279], têm propriedades hipolipidémicas com efeito nos triacilglicerois e nas lipoproteínas de densidade muito baixa (VLDL) inibindo a arteriosclerose [8, 9, 19, 67, 68, 71, 88, 97, 108, 116, 117, 120-122, 147, 148, 165, 185, 189, 196, 205, 209, 210, 218, 225, 234, 265, 279, 291, 313] e prevenindo as arritmias [54, 58, 59, 70, 96, 162, 172, 194, 214-216, 230, 265, 271, 297, 310].

A importante acção do óleo de peixe na hiperlipidemia está bem documentada em diversos estudos dietéticos em que os efeitos de uma dieta rica em óleo de peixe são comparados com os de dietas com um óleo vegetal ou com um teor elevado em gordura saturada [8, 19, 68, 97, 122, 189, 205, 225]. Desses estudos concluiu-se que a dieta que

terá a melhor acção preventiva das doenças cardiovasculares deverá conter quantidades reduzidas de ácidos gordos saturados, e relativamente elevadas de ALA [205, 234] e de EPA e de DHA provenientes de peixe ou dos seus óleos [19, 48, 67, 70, 97, 120, 146, 176, 205, 254, 265], por forma a obter-se uma relação entre a quantidade de PUFA n-6/n-3 apropriada [205, 291].

1.2.- IMPORTÂNCIA DOS ÁCIDOS GORDOS ÔMEGA-3 COMO COMPONENTES DOS FOSFOLÍPIDOS DAS MEMBRANAS DURANTE A INFÂNCIA

Existem dois períodos críticos para a aquisição dos ácidos gordos das séries ómega-6 e ómega-3, durante o desenvolvimento fetal e após o nascimento [68, 88, 92, 150, 247, 300], até que o desenvolvimento bioquímico do cérebro e da retina está completo [35, 40-42, 68, 92, 150, 155, 247, 251, 254]. Actualmente existe uma controvérsia quanto à quantidade e em particular ao tipo de ácidos gordos que devem ser fornecidos na dieta das crianças [150, 152, 153, 243], particularmente no que diz respeito ao comprimento da cadeia carbonada e à relação entre a quantidade de ácidos gordos das séries ómega-6 e ómega-3 [153, 170]. Uma vez que as crianças alimentadas a leite materno e os fetos em desenvolvimento recebem os ácidos gordos essenciais (LA e ALA) em conjunto com os seus derivados de cadeia longa (AA, EPA e DHA) [94, 139, 150, 224, 238] e as fórmulas comerciais de leites maternizados em geral não contêm estes HUFA [139, 153], parece ser importante fornecer estes ácidos gordos na dieta das crianças alimentadas a biberão ou de forma intravenosa [139, 150, 238].

Os tecidos do sistema nervoso e reprodutivo são caracterizados por possuírem elevados teores de ácidos gordos ómega-3 (cerca de 50%) na composição dos seus fosfolípidos, em particular de DHA [40, 46, 68, 87, 150]. Devido à sua importante função, o sistema nervoso desenvolveu mecanismos de conservação dos ácidos gordos da série ómega-3 nos períodos em que ocorre carência destes ácidos gordos na dieta [98, 150], existindo também mecanismos de absorção e mobilização diferencial dos ácidos gordos do tecido adiposo [226, 227] e de outros tecidos [227, 272], com base no grau de insaturação, comprimento da cadeia carbonada e isomerismo de posição [226, 227].

Uma deficiência em ácidos gordos ómega-3 na dieta manifesta-se mais rapidamente no sangue [45, 152, 155, 170] e no fígado [45] que no cérebro, onde só é observável após um longo período de privação destes na dieta [300], pela diminuição de DHA [68, 300]. O organismo tenta compensar a deficiência em DHA com outro HUFA da série

ómega-6, o ácido docosapentaenóico (22:5 n-6) [41, 87, 105, 152], podendo por isso a quantidade total de PUFA manter-se muito semelhante, mesmo numa situação de deficiência de DHA [68]. No entanto uma deficiência prolongada em ácidos gordos da série ómega-3 conduz à morte e a velocidade de recuperação desta deficiência é extremamente reduzida no cérebro [41].

Os resultados experimentais das necessidades nutricionais nos humanos são no entanto mais variáveis do que os obtidos em diversos animais e obviamente os protocolos experimentais são menos rigorosos devido a problemas éticos [68]. Embora os humanos possam sintetizar EPA, DHA e AA a partir dos seus precursores de dezoito átomos de carbono (ALA e LA), no caso dos recém-nascidos e dos prematuros em particular, a velocidade de produção do DHA a partir do ALA poderá não ser suficiente para suprir as enormes necessidades de DHA durante o desenvolvimento fetal e imediatamente post-natal [45, 139, 150, 170]. Uma vez que existem muitas diferenças nos cuidados clínicos, velocidade de crescimento, composição e desenvolvimento dos tecidos nos bebés prematuros, são necessários mais estudos por forma a clarificar se as necessidades nutricionais dos prematuros podem ser equiparáveis às do bebés de termo [68, 150].

Nos Estados Unidos desde a década de 80 que o óleo de soja, que tem uma proporção de LA:ALA de 7:1 foi incorporado nas fórmulas de leites maternizados [68, 69]. A utilização do óleo de soja incrementou em larga medida a quantidade de ácidos gordos ómega-3 nos leites maternizados comerciais, pelo que a grande questão que se coloca actualmente é se as fórmulas de alimentos infantis podem ser melhoradas com a incorporação de HUFA, tanto das séries ómega-3 (DHA) como ómega-6 (AA), sendo esta prática corrente já em muitos países [139]. Existem actualmente uma série de trabalhos publicados que analisam os benefícios que podem advir desta incorporação nas fórmulas comerciais tornando-as semelhantes ao leite materno na sua composição em ácidos gordos [41, 68, 139, 150, 155, 238].

1.3.- RECOMENDAÇÕES DIÁRIAS

Actualmente é amplamente reconhecido que a população ocidental, fundamentalmente nos países do Norte da Europa e EUA, ingere um excesso de gordura, sobretudo à custa de um excesso de consumo da gordura saturada, tendo os hábitos alimentares da restante população mundial vindo a modificar-se no mesmo

sentido [205, 273]. Como resultado deste desequilíbrio entre a quantidade de ácidos gordos saturados e PUFA é actualmente recomendada pela USDA [290] a redução da quantidade de gordura ingerida na dieta, nos humanos com idade superior a dois anos, para 30% das calorias em que os ácidos gordos saturados não devem exceder 10% destas. Estas alterações da dieta devem ser feitas à custa da selecção de óleos vegetais em detrimento das gorduras saturadas de origem animal e do consumo mais frequente de peixe.

As recomendações sobre a ingestão de óleos e gorduras da FAO [85] são mais específicas e aconselham um máximo de 35% da energia total que deve ser ingerida na forma de óleos e gorduras nos indivíduos activos em geral, em que os ácidos gordos saturados não devem exceder os 10% das gorduras ingeridas e em que o LA não deve exceder os 4 a 10% do total. Nestas recomendações é realçada a importância dos ácidos gordos essenciais, com particular relevância para a relação entre a quantidade de LA e ALA que deve ser entre 5:1 e 10:1 e aconselham ao consumo de peixe por ser rico em EPA e DHA. Para as crianças até dois anos de idade a quantidade de óleos e gorduras ingeridas deve ser até um máximo de 30 a 40% da energia total necessária e dão especial relevo à importância do suprimento das suas necessidades em ácidos gordos essenciais.

2.- PROCURA DE NOVAS MATÉRIAS PRIMAS NATURALMENTE ENRIQUECIDAS EM ÔMEGA-3

O conhecimento dos potenciais efeitos benéficos que poderão advir do consumo de PUFA da família ómega-3 conduziu a uma crescente procura de alimentos e suplementos dietéticos que contenham estes ácidos gordos para os humanos [4, 7, 83, 139, 175, 176, 184, 248, 310] mas também para a produção animal [4, 10, 83, 178, 253], com particular interesse para aquacultura [253].

Os ácidos gordos ómega-3 com maior procura no mercado são: o ALA, o ácido estearidónico (SA; 18:4 n-3), o EPA e o DHA, que se encontram normalmente em óleos vegetais (SA, ALA) e em óleos de peixe (em particular o EPA e o DHA) [95, 110], mas também em microrganismos [51]. Estes ácidos gordos ou os seus ésteres são cada vez mais utilizados em produtos nutracêuticos e farmacêuticos, o que tem conduzido à procura de fontes alternativas destes.

As matérias primas e os processos utilizados na sua obtenção devem ter em conta o fim a que estes produtos se destinam [51, 110]. A modificação da quantidade e composição dos PUFA em plantas e microrganismos através de técnicas de mutação e de engenharia genética tem vindo a ter algum sucesso [51, 114, 232]. No entanto, por razões económicas e bioquímicas, a modificação dos ácidos gordos através de uma qualquer manipulação, deverá ter como alvo os TAG e não os fosfolípidos [51].

2.1.- A IMPORTÂNCIA CRESCENTE DA AQUACULTURA NA PRODUÇÃO DE ALIMENTO

O peixe e os produtos marinhos são um caso único na nutrição humana, não só pela sua proteína de elevado valor biológico mas devido especialmente ao seu elevado teor em HUFA ómega-3 (EPA e DHA) [43, 47, 48, 66, 69, 72, 75, 96-98, 119, 120, 139, 144, 162, 175, 176, 229, 239, 249, 251, 254, 255, 265, 275], para os quais não existem actualmente alternativas [251, 254].

A diminuição dos recursos piscatórios e o aumento dos custos da pesca tradicional de peixes destinados ao consumo humano em simultâneo com a especial função do peixe como fornecedor de EPA e de DHA na nutrição humana tem conduzido a um enorme

desenvolvimento da aquacultura na Europa ocidental [139, 251, 254]. Este crescimento ocorreu principalmente nas últimas décadas e estima-se que duplique em 2010, relativamente aos valores de 1998. É no entanto provável que o aumento da produção de peixe em piscicultura seja menor, uma vez que a produção intensiva de peixes está muito dependente das farinhas e óleos de peixe obtidos a partir do peixe pescado no mar [139, 251]. Em 1992 a produção mundial de farinha de peixe foi obtida a partir de cerca de 30 milhões de toneladas de peixes pelágicos, tais como sardinhas, anchovas, arenque e savelha, sendo dois terços deste destinado ao consumo humano e um terço utilizado em alimento para animais, em especial nas aquaculturas [139].

A produção intensiva de salmonídeos e de peixes marinhos na Europa Ocidental e na América do Sul e do Norte está muito dependente da disponibilidade contínua de farinhas e óleos de peixe de grande qualidade, que são gerados pela indústria pesqueira [251, 254]. Esta dependência deve-se ao facto dos salmões, das trutas e virtualmente de todos os peixes marinhos serem carnívoros, tendo necessidades diárias elevadas de proteína contendo aminoácidos essenciais que são convenientemente supridas pela farinha de peixe [254], uma vez que possui uma composição em aminoácidos idêntica [263]. Outro aspecto são as necessidades diárias elevadas que os peixes têm em PUFA ómega-3 [139, 251-254], que é reflectida na abundância destes nutrientes nos fosfolípidos presentes nas suas membranas celulares e nos triacilgliceróis presentes nas suas reservas lipídicas [251-254]. Este aspecto é particularmente importante nos peixes marinhos uma vez que estes ao contrário dos peixes de água doce, não conseguem sintetizar os compostos biologicamente activos de cadeia longa (AA, EPA e DHA) a partir dos precursores LA e ALA [251-253]. Daí que necessitem ingerir uma quantidade de ácidos gordos da família ómega-3 superior à dos ómega-6 [252, 253]. Os peixes de água doce, mesmo conseguindo sintetizar EPA e DHA a partir do ALA, apresentam melhores índices de crescimento quando alimentados directamente com estes HUFA, tornando evidente a necessidade de alimentação dos peixes de aquacultura com produtos enriquecidos em HUFA ómega-3 [139, 254], em particular na fase larvar e post-larvar dos ciclos de vida.

Ao contrário da farinha de peixe que pode ser substituída por outras fontes de proteína com elevado valor biológico, tal como está acontecer com a proteína de soja, o óleo de peixe é actualmente a única matéria-prima disponível comercialmente que possui EPA e DHA em quantidade necessária para suprir as necessidades nutricionais dos peixes [254].

Como resultado do decréscimo dos recursos pesqueiros e do correspondente aumento do custo dos óleos de peixe é obvia a pressão económica no sentido de encontrar alternativas à inclusão de óleos de peixe na alimentação dos peixes em aquaculturas. Actualmente tende-se à sua substituição por óleos vegetais como o de soja, de palma e de semente de colza. O desenvolvimento económico da aquacultura à custa de proteína e de óleos de origem vegetal ricos em LA parece ser inevitável, conduzindo no entanto à diminuição do valor nutritivo do peixe, uma vez que estes incorporam na sua gordura de reserva os ácidos gordos absorvidos da dieta [251, 254].

3.- OBJECTIVOS

Neste trabalho pretendeu-se numa primeira fase caracterizar possíveis matérias primas com interesse na obtenção de óleos enriquecidos em ácidos gordos ómega-3. Para este efeito decidiu-se estudar a variação sazonal da composição lipídica da sardinha (*Sardina pilchardus*), a variação da composição lipídica do óleo obtido como subproduto da anchovagem industrial de sardinha, ao longo do seu processo de fabrico e a variação no teor lipídico e composição em ácidos gordos de três espécies de plantas abundantes no barrocal algarvio, a borragem (*Borago officinalis*), o rosmaninho (*Lavandula sp.*) e o tomilho (*Thymus sp.*).

Devido à sua composição lipídica, ao seu baixo valor comercial e à existência em quantidade, optou-se pela utilização do óleo proveniente da anchovagem de sardinha na obtenção de um óleo enriquecido em ácidos gordos essenciais. O óleo foi sujeito a um fraccionamento por cristalização por forma a concentrá-lo em ácidos gordos polinsaturados, em particular os HUFA ómega-3. O óleo assim enriquecido em ácidos gordos essenciais foi testado no enriquecimento em HUFA ómega-3 de rotíferos (*Brachionus plicatilis* Müller) que foram utilizados em 2 ensaios de alimentação de larvas de dourada (*Sparus aurata*).

II.- Variação sazonal da composição lipídica da sardinha
(*Sardina pilchardus*)

1.- INTRODUÇÃO

Os lípidos de peixe são caracterizados por possuírem uma maior diversidade de ácidos gordos, um maior teor de ácidos gordos de cadeia longa e uma grande quantidade de HUFAs quando comparados com lípidos de outras origens [6, 118, 188, 213]. Os HUFAs presentes em maiores quantidades nos lípidos de peixe são o EPA e o DHA [21, 22, 33, 99, 129, 188, 213, 268], possuindo os peixes marinhos uma maior quantidade de PUFA da família ómega-3 que os dulçaquícolas [27, 46, 298]. A sardinha (*Sardina pilchardus*), é um pequeno pelágico pertencente à família Clupeidae, amplamente utilizado na alimentação humana, particularmente durante o período em que possui um maior teor de lípidos totais (Verão). O teor de lípidos totais na sardinha [21, 22], tal como o de outros pequenos pelágicos como o arenque (*Clupea arengus*) [129] e na sarda (*Scomber scombrus*) [118], varia amplamente com a estação do ano, dependendo da disponibilidade de alimento, temperatura da água e época da reprodução [6, 21, 22, 118, 129, 213, 268]. A quantidade de lípidos totais encontra-se correlacionada positivamente com as quantidades relativas de ácidos gordos saturados e monoinsaturados e negativamente com o teor de PUFA [99]. Como os fosfolípidos possuem um maior teor de PUFA que os lípidos neutros [33, 129] e como a variação sazonal do teor lipídico nos peixes se deve a uma mobilização e reposição dos lípidos neutros ou de reserva, ocorre desta forma também uma variação inter-específica [99, 186, 213, 268] e sazonal [21, 22, 33, 99, 268] considerável na composição em ácidos gordos dos lípidos de pescado. Actualmente a sardinha é utilizada como matéria prima para o fabrico de anchovas. Neste estudo pretendeu-se caracterizar a variação sazonal da composição química e distribuição das classes lipídicas e ácidos gordos nos tecidos da sardinha, por ser utilizada como matéria-prima na indústria de conservas onde o processo de anchovagem gera uma quantidade significativa de óleos devido ao desengorduramento mecânico a que o peixe fica sujeito durante o processo de fabrico [52, 56, 159, 311]. Esta caracterização lipídica dos vários tecidos da sardinha permitirá compreender melhor a sua dinâmica de variação sazonal, assim como a origem e as características do óleo obtido como subproduto do processo da sua anchovagem.

2.- MATERIAL E MÉTODOS

2.1.- SARDINHAS

As sardinhas utilizadas neste estudo foram capturadas pela mesma embarcação comercial e no mesmo local (costa ao largo de Quarteira). As amostras constituídas por 10 machos e por 10 fêmeas, foram obtidas mensalmente entre Janeiro e Dezembro de 1997, excepto no mês de Setembro devido às condições climáticas. Após a captura foram mantidas refrigeradas em gelo até processamento, que ocorreu geralmente até 5 horas depois. O processamento incluiu a colheita de parâmetros morfométricos, dissecação de vários tecidos e congelação a -20° C até processamento analítico.

2.2.- REAGENTES E SOLVENTES

Todos os solventes e reagentes utilizados continham o mais elevado grau de pureza, sendo a generalidade dos solventes Lichrosolv (E.Merck, Darmstadt, Alemanha) e os reagentes p.a. (Sigma Chemical Co, Madrid, Espanha).

Na cromatografia de camada fina analítica utilizaram-se placas de gel de sílica 60 Å, sem indicador fluorescente, em suporte de vidro (E.Merck). Os padrões utilizados na quantificação das classes lipídicas e dos ácidos gordos foram adquiridos à Sigma Chemical Co. O ácido heptadecanóico deuterado utilizado como padrão interno na quantificação dos ácidos gordos foi adquirido à CIL Cambridge Isotope Laboratories (Andover, USA).

2.3.- PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS

Para cada indivíduo foram obtidos os seguintes dados: comprimento total (L, mm); peso total (W, g); peso após evisceração (EW, g); peso após descabeçamento (HW, g) e peso das gónadas (GW, g). Foi determinado o índice gonadossomático ($IGS = GW/W \times 100$) e o rendimento de carcaça ($RC = CW/W \times 100$). Nos meses de Março, Junho, Outubro e Dezembro foram ainda obtidos o peso do fígado (F, g) e do cérebro (Cb, g).

2.4.- DETERMINAÇÃO DO TEOR DE HUMIDADE

As carcaças obtidas após descabeçamento e evisceração foram, após uma descongelação parcial, homogeneizadas numa picadora eléctrica (BRAUN) e os restantes órgãos (gónadas, cérebro e fígado) foram homogeneizados depois de picados com o auxílio de um bisturi. Destes homogeneizados foram retiradas alíquotas para determinação do teor de humidade e de lípidos totais.

Para a determinação do teor de humidade utilizou-se cerca de 1 g de homogeneizado em triplicado que foi a secar numa estufa a 60° C durante 48 horas. O teor de humidade foi calculado como a perda de peso e expresso em % do peso inicial da amostra [129]. Para os restantes órgãos, sempre que possível, foi efectuado o mesmo procedimento. Nos casos em que o peso dos órgãos era reduzido, o teor de humidade foi determinado na porção de triturado que restava após terem sido retiradas as fracções necessárias para a determinação do teor de lípidos totais, estando portanto sujeito a um erro maior. As carcaças e os respectivos órgãos foram sempre processados individualmente.

Em Março o teor de humidade no fígado e no cérebro foi determinado pela diferença de peso dos tecidos antes e após a extracção do lípidos totais, depois de evaporados os solventes. À diferença de peso foi adicionada a massa de lípidos extraída, sendo o restante considerado humidade. Devido à grande variabilidade dos resultados obtidos por este método, optou-se por utilizar a metodologia acima descrita para órgãos de peso reduzido.

2.5.- EXTRACÇÃO DOS LÍPIDOS TOTAIS

Para a análise lipídica, foram retiradas porções do homogeneizado em duplicado sempre que possível. Os lípidos foram extraídos utilizando clorofórmio e metanol segundo a modificação do método de Folch [91] descrita por Christie [62]. O teor em lípidos totais, foi calculado como o peso dos extractos lipídicos, sendo subsequentemente dissolvidos em clorofórmio/metanol (2:1, v/v; BHT 0,01%, m/v) e armazenados sob azoto a -20° C até à sua análise.



2.6.- SEPARAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS CLASSES LIPÍDICAS

Para a determinação da composição em classes de lípidos cerca de 10 µg de lípidos foram aplicados em placas de vidro para cromatografia de elevada resolução em camada fina (HPTLC) revestidas com sílica gel (E.Merck, Darmstadt, Alemanha). As placas foram previamente tratadas com desenvolvimento até 5 mm do final da placa com hexano: éter dietílico (1:1, v/v), sendo a margem de sílica posteriormente raspada para retirar eventuais impurezas. A sílica foi de seguida activada por exposição das placas de vidro a 110° C durante 30 minutos. O cromatograma foi obtido pelo desenvolvimento até meio da placa com acetato de metilo: isopropanol: clorofórmio: metanol: 0,25% (m/v) KCl (25: 25: 25:10: 9, v/v) como sistema de desenvolvimento para separação dos lípidos neutros, seguido de um desenvolvimento total com hexano: éter dietílico: ácido acético glacial (80: 20: 2, v/v) [207], para separação dos lípidos polares.

As classes lipídicas separadas foram visualizadas por pulverização do cromatograma obtido com 3% (m/v) de acetato de cobre em ácido ortofosfórico a 8% (v/v) seguido de aquecimento num forno a 160° C durante 10 minutos. As classes lipídicas foram identificadas e quantificadas, por comparação com os respectivos padrões e curvas de calibração, por densitometria utilizando um sistema de análise de imagem (Image MasterVDS, Pharmacia Biotech).

2.7.- DETERMINAÇÃO DO TEOR DE PLASMALOGÉNIOS

Os plasmalogénios diferem dos restantes fosfolípidos em virtude de possuírem na posição α do fosfoglicérido um éter insaturado em vez de um ácido gordo [78]. A determinação do teor em plasmalogénios só foi efectuada nas amostras que possuíam um teor relevante em fosfatidiletanolamina (PE) e fosfatidilcolina (PC) uma vez que migram junto com estas classes lipídicas no sistema de separação acima indicado. A separação e quantificação dos plasmalogénios da PE e da PC foi efectuada, por tratamento ácido da amostra directamente na placa de cromatografia, segundo uma modificação do método de Touchstone [288] por Bell & Dick [30]. Após o tratamento prévio para limpeza de eventuais impurezas presentes nas placas, aplicou-se 10 µg de lípidos, em duplicado, nestas. A um dos duplicados, e antes que os solventes se tivessem evaporado, foi adicionado 2,5 µl de ácido tricloroacético a 2,5% m/v em ácido clorídrico 1M, a que se seguiu após 10 minutos a adição de mais 2,5 µl da mesma

solução ácida. A placa de sílica foi depois seca ao ar e colocada num exsiccador sob vácuo e ao abrigo da luz durante 4 horas sendo então desenvolvida duas vezes até 1 cm com acetato de metilo: isopropanol: clorofórmio: metanol: 0,25% KCl (m/v) (25: 25: 25: 10: 9, v/v), com secagem intermédia sob uma corrente de ar quente, seguindo-se um desenvolvimento total com o mesmo solvente. As classes lipídicas foram então visualizadas e quantificadas segundo o método acima descrito. Os plasmalogénios foram quantificados por diferença entre as quantidades de PE e PC encontradas respectivamente na amostra sem tratamento ácido e na amostra com tratamento, visto que a solução de ácido tricloroacético em ácido clorídrico 1 M parece hidrolisar especificamente a ligação do éter ao fosfoglicerol dos plasmalogénios que após esta reacção se separam da PC e da PE [288].

2.8.- SEPARAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS ÁCIDOS GORDOS

2.8.1.- METILAÇÃO DOS ÁCIDOS GORDOS E PURIFICAÇÃO DOS ÉSTERES METÍLICOS

Para a determinação da composição em ácidos gordos, às amostras de lípidos totais foi adicionado um padrão interno (ácido heptanóico deuterado a uma concentração de cerca de 10% dos lípidos totais), seguido de esterificação catalisada por ácido na presença de tolueno, utilizando 1% (v/v) H₂SO₄ em metanol a 50° C durante cerca de 12 horas [61]. Os derivados éster metílicos foram extraídos com hexano e purificados por HPTLC utilizando hexano: éter dietílico: ácido acético glacial (80: 15: 1, v/v) como sistema solvente de desenvolvimento. Os ésteres metílicos dos ácidos gordos (FAME) foram recuperados do adsorvente por raspagem da sílica seguida de eluição com hexano: éter dietílico (1: 1, v/v) e após concentração sob uma corrente de azoto foram dissolvidos em hexano com 0,01% de BHT e armazenados sob azoto a -20° C até análise.

2.8.2.- ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DOS ÁCIDOS GORDOS

Os FAME foram analisados por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa (GC Varian 3000 e MS Varian Saturn 3) operando no modo de ionização electrónica a 70 eV. Foi utilizada uma coluna capilar de sílica (15 m x 0,25 mm i.d.) coberta com DB 5MS, com 0,25 µm de espessura (J. & W. Scientific, Folsom, CA, U.S.A.), sendo utilizado hélio de elevada pureza como gás transportador a uma pressão

de 7 psi que correspondeu a uma velocidade linear de 1cm/s. As amostras foram injectadas no modo splitless, com o injectador a 260° C e a linha de transferência a 250° C. O forno foi programado para gradientes de temperatura de 80 a 150° C a 40° C por minuto; de 150° a 175° C a 1° C por minuto; seguindo-se de 175 a 225° C a 2° C por minuto, terminando com 2 minutos a 225° C. A armadilha de iões encontrava-se a 200° C. Os FAME assim separados foram identificados por comparação com padrões conhecidos e com um óleo de peixe bem caracterizado (savelha, Sigma Chemical Co, Madrid, Espanha). Os ácidos gordos foram identificados e quantificados utilizando o software Saturn 5.2 [1] disponível para o cromatógrafo-gasoso/espectrómetro de massa.

2.9.- ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Os valores representam a média de 10 indivíduos de cada sexo para cada mês. Os dados obtidos foram sujeitos a análise de variância de duas entradas, para verificar se existiam diferenças mensais e entre os sexos. Foram consideradas significativas as diferenças para $P < 0,05$. Para as variáveis em que ocorreram diferenças significativas mensais foi efectuado o teste-t múltiplo de Tukey.

A possibilidade de relação entre as variáveis foi estudada através do coeficiente de correlação de Pearson (r) tendo-se efectuado o teste-t e considerando-se significativo r com $P < 0,05$. Nos casos em que se estabeleceram regressões lineares entre as variáveis, a bondade do ajustamento do modelo de regressão foi testada por análise de variância de regressão e pelo valor do coeficiente de determinação (r^2).

O programa de estatística utilizado foi o SPSS 8.0 [3]. Os gráficos foram efectuados no SigmaPlot 6.0 [2].

3.- RESULTADOS

3.1.- MORFOMETRIA

Os resultados das medições morfométricas das sardinhas utilizadas encontram-se sumariados na Tabela 1 (Anexo I).

O comprimento total das amostras de sardinhas utilizadas variou entre 16,9 e 20,1 cm para as fêmeas e 17,4 e 19,5 cm para os machos, sendo de uma forma geral os tamanhos das fêmeas superior ao dos machos, embora sem diferenças significativas. Os menores comprimentos utilizados foram os dos meses de Março, Maio e Dezembro e os máximos ocorreram nos meses de Janeiro, Fevereiro, Outubro e Novembro, para ambos os sexos. O peso total variou de forma significativa com o sexo ($P < 0,05$) e com o mês ($P < 0,001$). À excepção do período em que as sardinhas se encontravam mais gordas, de Junho a Outubro, a um maior comprimento correspondeu um maior peso que variou entre 38 e 72 g nas fêmeas e 40 e 63 g nos machos, sendo de uma forma geral os pesos dos machos inferiores aos das fêmeas. Após o descabeçamento e evisceração, os pesos das carcaças das sardinhas foram, tal como os pesos totais, significativamente diferentes entre machos e fêmeas ($P < 0,05$). As diferenças mensais para os pesos das carcaças foram também significativas ($P < 0,001$) para ambos os sexos, ocorrendo os valores mínimos e máximos para os mesmos meses que o peso total. Entre o comprimento e o peso total existe uma relação log-log significativa ($r^2 = 0,81$ e $r^2 = 0,79$; $n = 110$; $P < 0,001$, fêmeas e machos, respectivamente), como pode ser observado na Figura 3.1.

Os rendimentos de carcaça foram semelhantes entre sexos, variando entre 67,7 e 75,5% para as fêmeas e 67,3 e 74,4% para os machos, apresentando no entanto diferenças mensais significativas ($P < 0,001$). Os menores rendimentos de carcaça ocorreram nos meses de Janeiro, Fevereiro e Novembro, altura em que as gónadas se encontravam bem desenvolvidas e as sardinhas se encontravam magras, o que provocou um aumento relativo da fracção visceral. Os maiores rendimentos de carcaça ocorreram em Junho, Julho e Agosto, altura em que as gónadas se encontravam menos desenvolvidas e o teor em lípidos totais na carcaça era mais elevado.

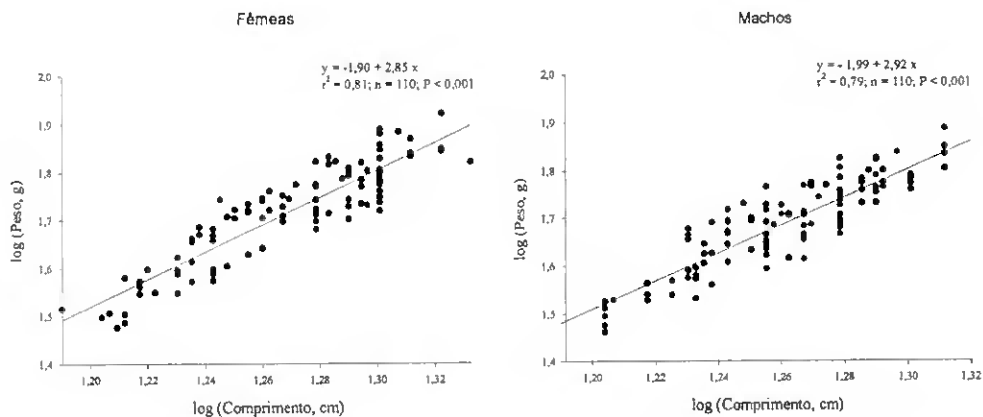


Figura 3.1- Relação entre comprimento e peso nas sardinhas de ambos os sexos pescadas ao longo de todo o ano.

Tal como seria de esperar as maiores alterações ao longo do ano ocorreram nos pesos das gónadas e índice gonadossomático para os dois sexos (Figura 3.2). O peso das gónadas foi reduzido de Abril a Agosto para as fêmeas e para os machos, sendo o peso mínimo atingido em Maio pelas fêmeas e em Julho pelos machos. Durante o Verão o peso das gónadas e consequentemente os IGS foram mínimos. Em Outubro iniciou-se o aumento do peso das gónadas tanto para machos como para fêmeas, verificando-se nestas últimas um aumento mais acentuado. Nos machos o aumento do peso das gónadas e consequentemente do IGS foi maior no mês de Novembro.

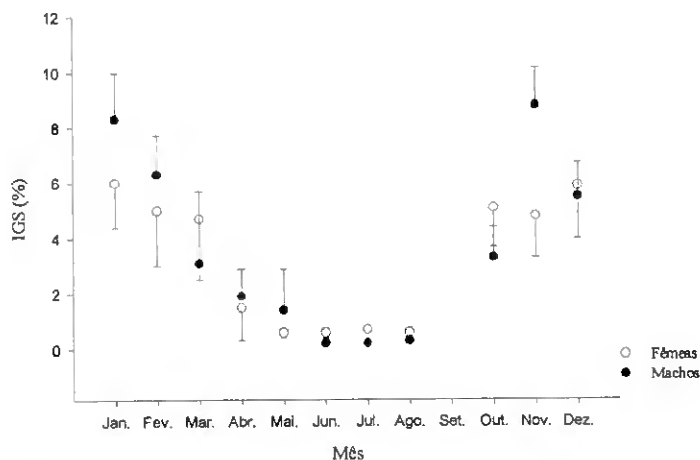


Figura 3.2.- Variação mensal do IGS nas sardinhas de ambos os sexos (média \pm desvio padrão, n = 10).

Nas fêmeas o IGS variou entre 0,6 e 6,0% dividindo-se em dois grupos homogêneos significativamente diferentes ($P < 0,05$), um com os menores IGS que ocorreu de Abril a Agosto e que coincidiu com o final da época reprodutiva e compreendeu toda a fase de repouso e outro com os maiores valores de IGS, que ocorreu de Outubro a Março e que correspondeu à época de reprodução. Nos machos o IGS possuiu uma maior amplitude de variação (0,2 a 8,8%) e a divisão em grupos homogêneos não foi tão distinta, verificando-se que também os menores IGS ocorreram no final do ciclo reprodutor e durante a época de repouso.

3.2.- VARIAÇÃO SAZONAL DO TEOR EM LÍPIDOS TOTAIS

Os teores em humidade e lípidos totais das sardinhas utilizadas neste estudo encontram-se sumariados na Tabela 2 (Anexo I) .

3.2.1.- CARÇAÇA

Os teores de humidade da carcaça variaram nas fêmeas em média entre 57,6 e 70,7% e os teores em lípidos totais entre 2,2 e 13,7% (peso húmido). Nos machos os teores humidade variaram entre 57,9 e 71,6% e os de lípidos totais entre 2,70 e 13,6% (peso húmido). Aos maiores teores de humidade corresponderam menores teores lipídicos, existindo entre estas duas variáveis uma correlação linear inversa significativa ($r^2 = 0,86$; $n = 193$; $P < 0,001$), que pode ser observada na Figura 3.3.

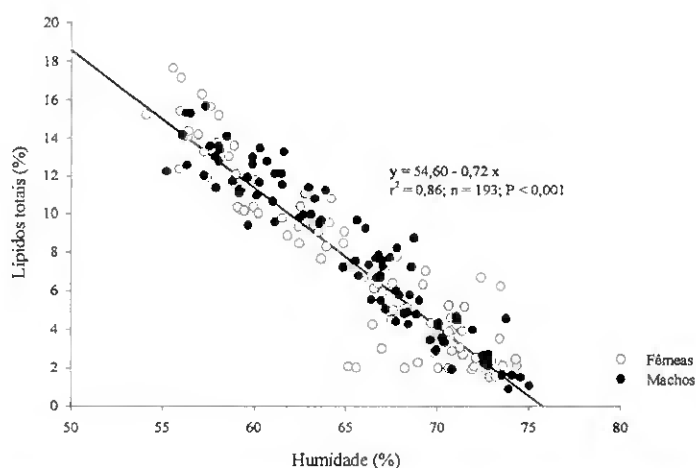


Figura 3.3. - Relação entre o teor em lípidos totais (% peso húmido) e o teor de humidade nas carcaças de sardinhas de ambos os sexos pescadas ao longo de todo o ano.

Tanto nas fêmeas como nos machos os maiores teores lipídicos na matéria seca (m.s.) das carcaças ocorreram entre Junho e Outubro, sendo o valor máximo obtido no mês de Julho (Figura 3.4).

Os teores de lípidos totais na m.s. da carcaça não são diferentes entre machos e fêmeas, mas variaram mensalmente de forma significativa ($P < 0,001$). Os teores lipídicos mais baixos verificaram-se nas fêmeas e nos machos após postura, nos meses em que o IGS apresentava uma tendência decrescente. Em Julho foi atingido o teor máximo de lípidos totais da carcaça (38,92 e 36,16 g /100 g m.s., fêmeas e machos, respectivamente) e a partir de Agosto verificou-se o decréscimo do teor lipídico na m.s.

da carcaça, altura em que a quantidade de lípidos totais na m.s. das gónadas estava a aumentar (Figuras 3.4 e 3.5).

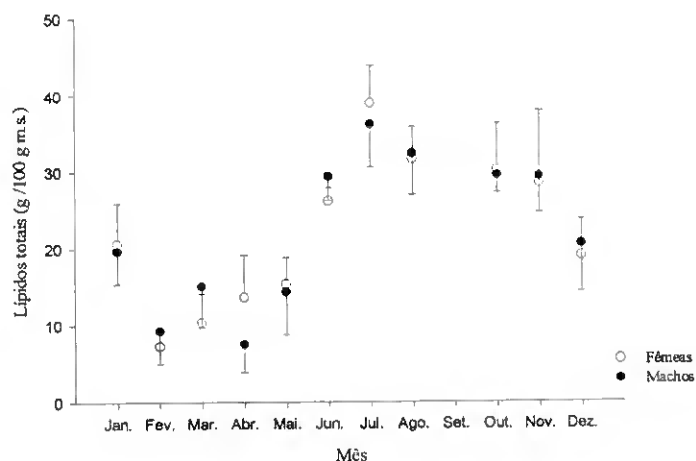


Figura 3.4.- Variação mensal do teor em lípidos totais na m.s. das carcaças de sardinhas de ambos os sexos (média \pm desvio padrão, n = 10).

3.2.2.- GÓNADAS

O teor em lípidos totais na m.s. das gónadas (Figura 3.5) diferiu de forma significativa entre sexos e ao longo do ano ($P < 0,001$), verificando-se que o teor de lípidos totais nos ovários foi superior ao dos testículos, exceptuando Abril e Maio, meses em que o teor de lípidos totais neste órgão atingiu os valores mínimos. A partir de Junho verificou-se o aumento do teor de lípidos totais na m.s. dos ovários.

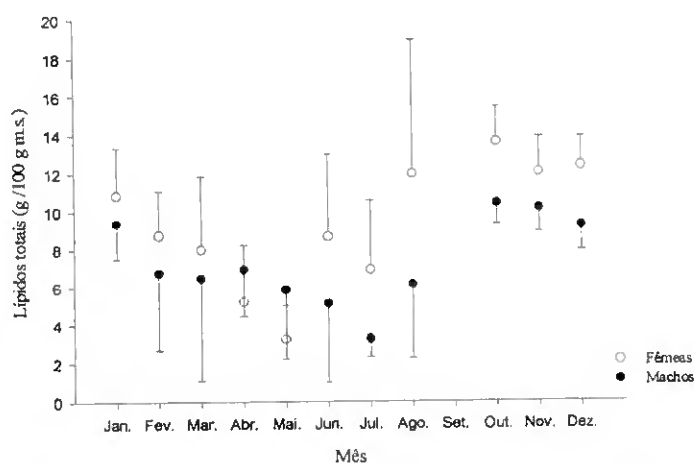


Figura 3.5.- Variação mensal do teor de lípidos totais na m.s. nas gónadas de sardinhas de ambos os sexos (média \pm desvio padrão, n = 10).

Nos machos o teor mínimo de lípidos totais na m.s. nas gónadas foi atingido em Julho, verificando-se a deposição de lípidos nos testículos a partir do mês de Agosto, parecendo existir desfasamento, quanto ao início da mobilização de lípidos totais para as gónadas, entre machos e fêmeas. Para ambos os sexos o máximo teor de lípidos totais na m.s. da gónada foi atingido no mês de Outubro, quando se iniciou o crescimento rápido das gónadas.

3.2.3.- FÍGADO

Entre machos e fêmeas não existiram diferenças significativas quanto aos teores de lípidos totais na m.s. do fígado, mas estes variaram de forma significativa ($P < 0,001$) ao longo do ano (Figura 3.6).

O teor de lípidos totais na m.s. do fígado em Junho, foi significativamente superior ($P < 0,05$) ao encontrado para os restantes meses. O teor em lípidos totais na m.s. do fígado foi menor em Março e Dezembro ($P < 0,05$). Em Outubro, altura de grande desenvolvimento das gónadas, parece ter havido mobilização de lípidos totais do fígado, uma vez que os seus teores diminuem neste órgão de uma média de 20,2 g /100 g m.s. para 12,7 g /100 g m.s..

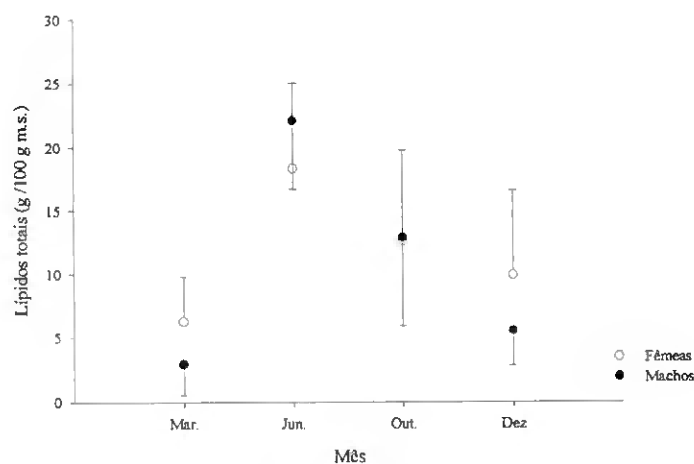


Figura 3.6.- Variação do teor em lípidos totais na m.s. nos fígados de sardinhas de ambos os sexos (média \pm desvio padrão, n = 10).

3.2.4.- CÉREBRO

Entre machos e fêmeas não existiram diferenças significativas quanto aos teores de lípidos totais na m.s. do cérebro, mas estes variaram de forma significativa ($P < 0,001$) ao longo do ano (Figura 3.7), atingindo em Outubro os seus valores máximos, com um teor lipídico de 16,7 e 15,1 g /100 g m.s., respectivamente para fêmeas e machos.

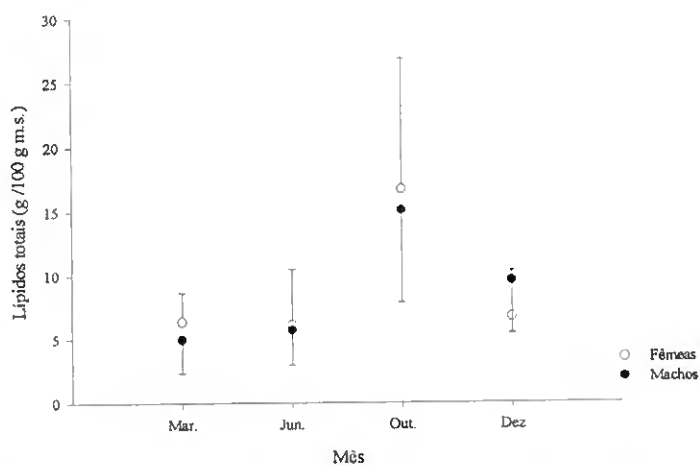


Figura 3.7.- Variação do teor de lípidos totais na m.s. nos cérebros de sardinhas de ambos os sexos (média \pm desvio padrão, n = 10).

3.3.- VARIAÇÃO SAZONAL DA COMPOSIÇÃO EM CLASSES LIPÍDICAS NOS LÍPIDOS TOTAIS

3.3.1.- CARÇAÇA

Na Tabela 3 (Anexo I) está indicada a composição em classes lipídicas nos lípidos totais das carcaças das sardinhas analisadas.

Nas carcaças predominaram os lípidos neutros não existindo diferenças significativas entre machos e fêmeas, verificando-se que o teor máximo deste tipo de lípidos ocorreu em Julho, altura em que atingiu 37,8 e 35,1 g /100 g m.s (valores médios, respectivamente, de fêmeas e machos) (Figura 3.8). O teor em lípidos totais na m.s. encontra-se relacionado positiva e linearmente com o teor em lípidos neutros na m.s. ($r^2 = 1,00$; $n = 220$; $P < 0,001$) e com a quantidade de triacilgliceróis (TAG) na m.s. ($r^2 = 1,00$; $n = 220$; $P < 0,001$). De facto os TAG foram, independentemente da estação do ano e da maturidade sexual, a classe de lípidos neutros presente em maior quantidade para ambos os sexos nas carcaças, variando de forma significativa ($P < 0,001$) ao longo dos meses entre 6,3 e 37,3 g /100 g de m.s nas fêmeas e 6,1 e 34,6 g /100 g m.s. nos machos. Os mínimos valores de TAG foram atingidos em ambos os sexos no final da época de reprodução, de Fevereiro a Abril e os teores máximos ocorreram em Julho para ambos os sexos.

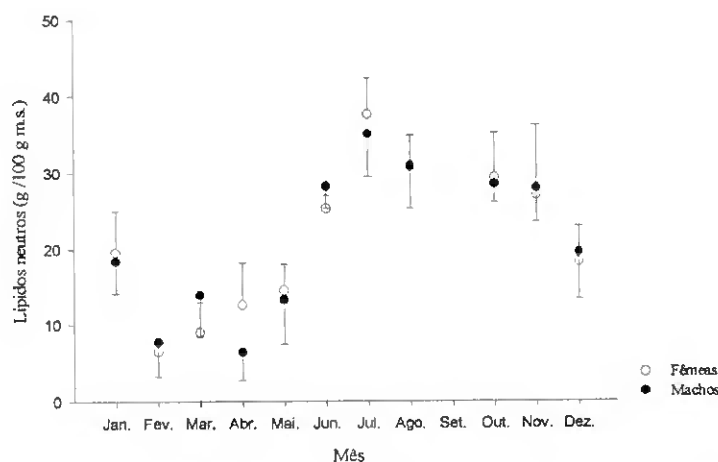


Figura 3.8.- Variação mensal do teor de lípidos neutros e de TAG na m.s. das carcaças de ambos os sexos (média \pm desvio padrão, $n = 10$).

O colesterol (C) foi a segunda classe de lípidos neutros representada, mas os seus teores foram muito inferiores aos dos TAG, variando de 0,09 a 0,39 g /100 g m.s. nas

fêmeas e de 0,12 a 0,37 g /100 g m.s. nos machos. Os ácidos gordos livres (FFA) ocorreram nos lípidos das carcaças em teores residuais, variando entre 0,00 e 0,12 g /100 g m.s.

Os lípidos polares contribuíram em menor grau que os lípidos neutros para o teor lipídico das carcaças sendo a fosfatidilcolina (PC) e a fosfatidiletanolamina (PE) as classes mais abundantes.

O teor de lípidos polares na m.s. das carcaças diferiu significativamente ($P < 0,05$) entre sexos, sendo o dos machos de uma forma geral superior ao das fêmeas, e variaram de forma significativa ($P < 0,001$) mensalmente (Figura 3.9). Nos machos os teores de lípidos polares mais elevados ocorreram de uma forma geral nos meses em que as carcaças possuíam um menor teor em lípidos totais, mas nas fêmeas esta relação não é evidente .

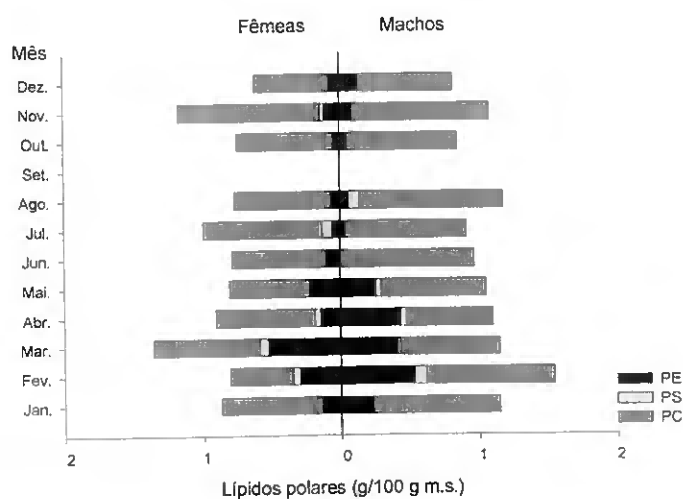


Figura 3.9. – Variação mensal dos lípidos polares na m.s. das carcaças de ambos os sexos (média, n = 10).

A PC foi a principal classe de lípidos polares presente nas carcaças, variando entre 0,46 e 1,03 g /100 g m.s. nas fêmeas e 0,63 e 1,04 g /100 g m.s. nos machos. A PE foi a segunda classe de lípidos polares mais abundante nas carcaças e embora seu teor não variasse de forma significativa entre sexos, variou de forma significativa ao longo do ano ($P < 0,001$). Os menores teores desta classe lipídica ocorreram quando o teor em lípidos totais na carcaça foi maior e os maiores teores quando as carcaças se encontravam menos gordas. A fosfatidilserina (PS) foi a classe lipídica representada em menor quantidade nos lípidos da carcaça de sardinha, sendo os seus teores apenas residuais e detectáveis sobretudo nos meses em que a sardinha se encontrava mais magra, de Fevereiro a Maio.

3.3.2.- GÓNADAS

Os lípidos totais das gónadas são constituídos por um maior número de classes lipídicas que os lípidos das carcaças (Tabela 4, Anexo I) e à excepção dos meses de Verão, em que o ciclo reprodutivo se encontrou em fase de repouso (Figura 3.2), os teores de lípidos polares nas gónadas foram superiores aos das carcaças.

Os lípidos neutros totais na m.s. das gónadas (Figura 3.10) diferiram entre sexos de forma significativa ($P < 0,001$); os teores em lípidos neutros totais variaram mensalmente também de forma significativa nos ovários ($P < 0,001$) e nos testículos ($P < 0,05$), existindo em maior quantidade de Junho a Outubro. Os TAG diferiram entre sexos e mensalmente também de forma significativa ($P < 0,001$), sendo a principal classe de lípidos presentes nos ovários variando entre 1,77 e 11,09 g /100 g m.s. correspondendo o valor mínimo ao final da época reprodutiva (Abril) e o valor máximo possivelmente à preparação para o início da época de reprodução (Agosto); nos testículos esta classe lipídica existiu em menor quantidade variando entre 0,02 e 7,66 g /100 g m.s., sendo o valor máximo atingido em Julho e o mínimo em Janeiro.

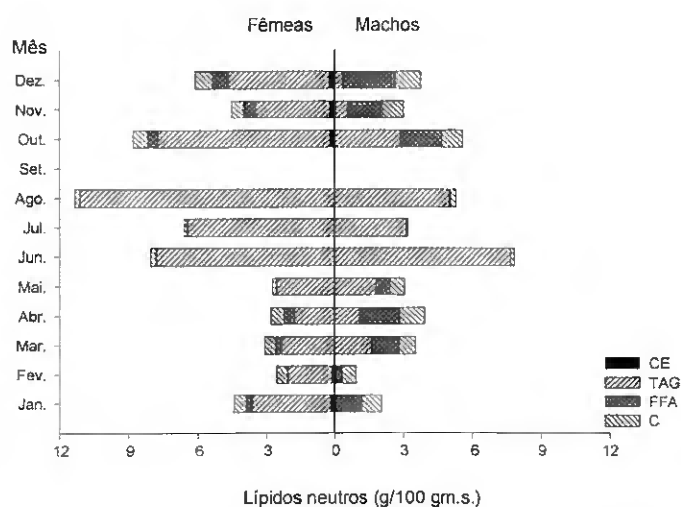


Figura 3.10- Variação mensal dos lípidos neutros na m.s. das gónadas de ambos os sexos (média, n=10).

Em relação às restantes classes de lípidos neutros, é de salientar a presença de ésteres de colesterol (CE) apenas nos ovários e durante a época de reprodução e a presença de uma quantidade apreciável de FFA nos testículos na mesma época. O C esteve presente nas gónadas de ambos os sexos, particularmente durante a época de reprodução, mas em maiores quantidades nos testículos.

Durante o período de repouso o acréscimo de lípidos totais nas gónadas de ambos os sexos encontra-se relacionado linearmente com o aumento do teor de lípidos neutros ($r^2 = 1,00$; $n = 39$; $P < 0,001$ para as fêmeas e $r^2 = 0,96$; $n = 24$; $P < 0,001$ para os machos), durante o período reprodutivo o coeficiente de determinação já não é tão elevado ($r^2 = 0,57$; $n = 70$; $P < 0,01$ para as fêmeas e $r^2 = 0,31$; $n = 77$; $P < 0,01$ para os machos). O acréscimo de lípidos totais nas gónadas durante a época de reprodução encontra-se principalmente relacionado com o aumento da quantidade de lípidos polares, sendo estas as principais classes lipídicas correlacionadas com o aumento do IGS em ambos os sexos ($r^2 = 0,72$; $n = 109$; $P < 0,001$; em fêmeas e $r^2 = 0,67$; $n = 105$; $P < 0,001$ em machos).

Os teores em lípidos polares totais na m.s. das gónadas (Figura 3.11) foram semelhantes para os dois sexos e variaram mensalmente de forma significativa ($P < 0,001$), tendo ocorrido os maiores teores durante a época de reprodução.

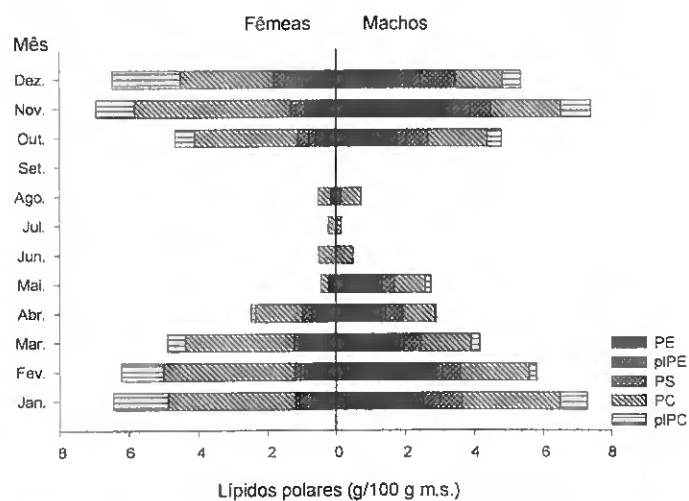


Figura 3.11- Variação mensal dos lípidos polares na m.s. das gónadas de ambos os sexos (média, $n=10$).

As principais classes lipídicas polares nas gónadas foram a PC a PE e os respectivos plasmalogénios (plPC e plPE). A PC foi a que se encontrou em maior quantidade nos ovários variando entre 0,21 e 4,52 g /100 g m.s., sendo os seus teores máximos atingidos durante a época de reprodução. Nos testículos, a PC e a PE foram as principais classes lipídicas polares presentes variando entre 0,13 e 2,85 g /100 g m.s. e 0,00 e 2,89 e g /100 g m.s., respectivamente. Os teores máximos de ambas as classes ocorreram durante a época de reprodução.

3.3.3.- FÍGADO

O fígado tal como o cérebro foram dos tecidos estudados aqueles que possuíram uma maior diversidade em classes lipídicas (Tabelas 5 e 6, Anexo I).

O teor de lípidos neutros na m.s. do fígado não diferiu entre sexos, mas variou sazonalmente de forma significativa ($P < 0,001$). Os lípidos neutros foram os principais responsáveis pelas alterações do teor de lípidos totais na m.s. do fígado, existindo entre estas duas variáveis uma relação linear ($r^2 = 0,90$; $n = 79$; $P < 0,001$). O teor máximo de lípidos neutros no fígado ocorreu no mês de Junho ($17,81 \pm 6,20$ g /100 g m.s., valor médio de ambos os sexos), altura em que existiu grande disponibilidade de alimento e o ciclo reprodutivo encontrava-se em fase de repouso. O teor mínimo coincidiu com o final da desova e o final do Inverno, no mês de Março ($1,80 \pm 2,02$ g /100 g m.s., valor médio de ambos os sexos).

A principal classe de lípidos neutros no fígado em ambos os sexos (Figura 3.12) são os TAG que são significativamente diferentes ($P < 0,001$) entre sexos e meses, variando entre 1,35 e 14,21 g /100 g m.s. nas fêmeas e 1,48 e 18,37 g /100 g m.s. nos machos. Os valores máximos ocorrem para ambos os sexos em Junho, altura de grande disponibilidade de alimento e intervalo entre épocas de reprodução, sendo os TAG armazenados como energia de reserva no fígado.

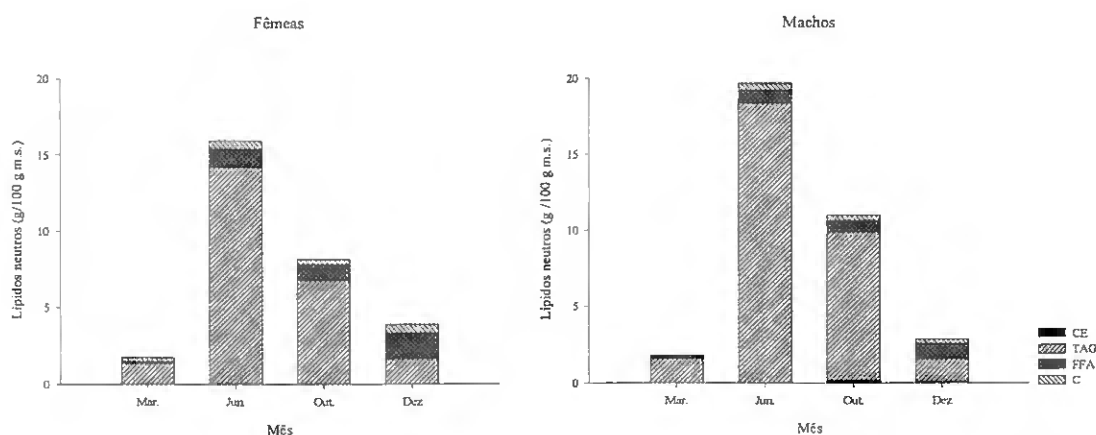


Figura 3.12- Variação dos lípidos neutros na m.s. dos fígados de ambos os sexos (média, n=10).

Entre o teor de lípidos totais no fígado e a quantidade de TAG existiu uma relação linear significativa ($r^2 = 0,82$; $n = 79$; $P < 0,001$). O teor de lípidos polares presentes na m.s. do fígado diferiu significativamente entre sexos ($P < 0,001$), sendo superior nas fêmeas. Destes lípidos a PC e a PE foram as mais abundantes no fígado (Figura 3.13),

variando respectivamente, de 2,16 a 3,06 g /100 g m.s. e de 0,53 a 0,97 g /100 g m.s. para as fêmeas e de 0,38 a 1,65 g /100 g m.s. e de 0,16 a 0,52 g /100 g de m.s. para os machos. Em ambos os sexos a PC e a PE variaram de modo significativo ($P < 0,01$), mas enquanto nas fêmeas o teor mínimo das duas classes ocorreu simultaneamente, nos machos o máximo de PE ocorreu quando o teor em PC era mínimo; em qualquer dos casos em Junho. O fosfatidilinositol (PI) apenas apareceu em maior quantidade nas fêmeas e durante a época de reprodução.

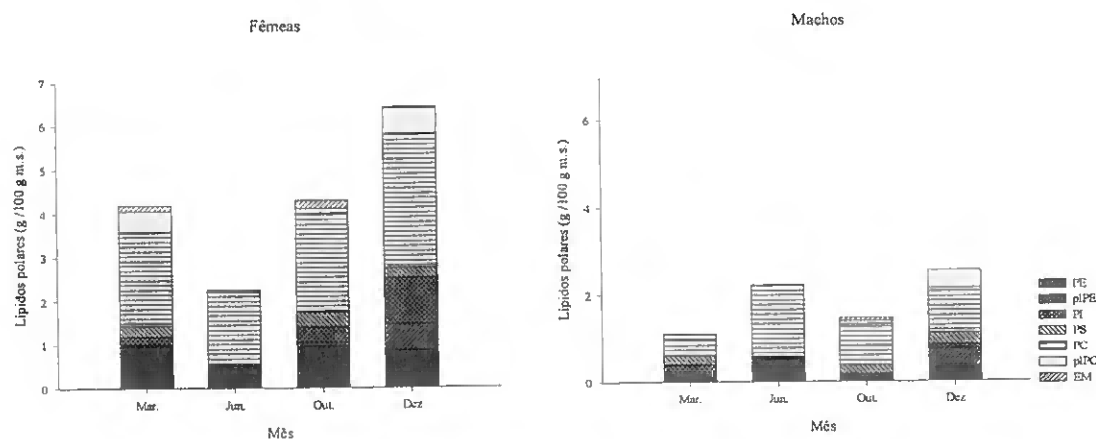


Figura 3.13- Variação dos lípidos polares na m.s. dos fígados de ambos os sexos (média, n=10).

3.3.4.- CÉREBRO

No cérebro o teor de lípidos neutros (Figura 3.14) foi semelhante nos dois sexos mas variou sazonalmente de uma forma significativa ($P < 0,001$) e representou a menor fracção constituinte dos lípidos totais na m.s. do cérebro.

Em Outubro, início da época de reprodução o teor em lípidos neutros no cérebro atinge o seu máximo, sendo o C o seu principal constituinte. O C variou entre 0,87 e 2,72 g /100 g m.s. nas fêmeas e 0,68 e 2,54 g /100 g m.s. nos machos. Entre a quantidade de C e o teor de lípidos totais na m.s. do cérebro das sardinhas existe uma relação linear significativa ($r^2 = 0,88$; $n = 77$; $P < 0,001$).

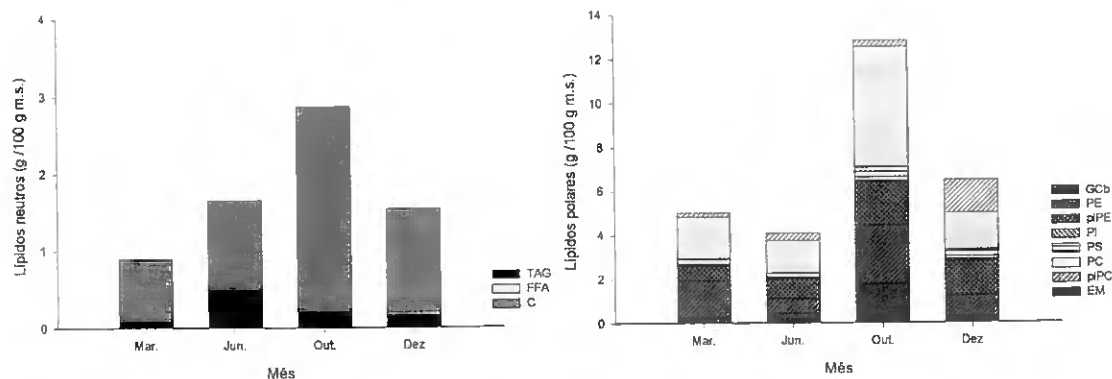


Figura 3.14.- Variação trimestral dos lípidos neutros e polares nos cérebros (média dos dois sexos; n = 20).

Os lípidos do cérebro eram principalmente constituídos por lípidos polares (Figura 3.14; Tabela 6, Anexo I), sendo a sua composição semelhante nos machos e fêmeas. No entanto a sua quantidade variou trimestralmente de forma significativa ($P < 0,001$), com um teor máximo também no início da época de reprodução (Outubro).

Os teores em lípidos polares na m.s e de lípidos totais na m.s. do cérebro encontram-se relacionados de forma linear ($r^2 = 0,98$; $n = 76$; $P < 0,001$). A PC e a PE são as classes presentes em maior quantidade, variando respectivamente de 1,42 a 5,58 g /100g m.s. e de 0,65 a 2,53 g /100 g m.s. nas fêmeas e de 1,52 a 5,26 g /100 g m.s. e de 0,69 a 2,80 g /100 g m.s. nos machos. Em ambas as classes os valores máximos ocorreram em Outubro, tal como nas restantes classes lipídicas polares.

3.4.-VARIACÃO SAZONAL DA COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GORDOS DOS LÍPIDOS

3.4.1.- CARÇAÇA

Ao longo do ano é detectada uma grande diversidade de ácidos gordos presentes nos lípidos totais das carcaças de sardinha (Tabelas 7 e 8, Anexo I). A fracção saturada não diferiu entre sexos mas diferiu significativamente ($P < 0,001$) entre os meses, variando entre 21,4 e 26,0% para as fêmeas e 20,7 e 27,4% para os machos (Figura 3.15). Neste grupo o ácido gordo representado em maior quantidade foi o ácido palmítico (16:0) que foi o principal responsável pelas variações mensais do teor em ácidos gordos saturados. À semelhança do que aconteceu com a fracção saturada, o 16:0 atingiu os seus valores máximos em Março e em Outubro.

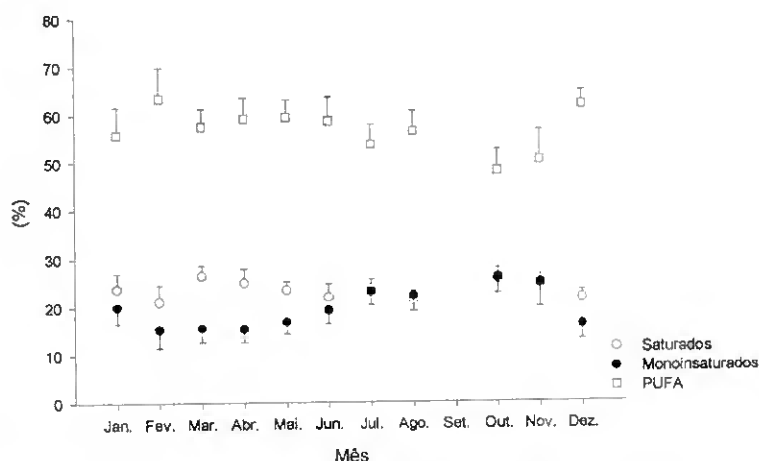


Figura 3.15- Variação sazonal das quantidades relativas das principais fracções de ácidos gordos presentes nos lípidos totais da carcaça de sardinha de ambos os sexos (média \pm desvio padrão, $n = 20$).

O teor em ácidos gordos monoinsaturados variou de forma significativa mensalmente ($P < 0,001$) mas não diferiu significativamente entre sexos, variando entre 15,2 e 26,8% para as fêmeas e 13,8 e 25,8% para os machos. Existiu uma correlação positiva ($r = 0,70$; $n = 218$; $P < 0,001$) entre o teor de ácidos gordos monoinsaturados e o teor de lípidos totais na m.s. da carcaça, tendo os valores máximos ocorrido no Verão e até ao início da época de reprodução. O ácido oleico (18:1 n-9) foi o ácido gordo monoinsaturado presente em maior quantidade em ambos os sexos. Teve a sua variação sazonal significativa ($P < 0,001$), existindo uma correlação positiva com o teor de lípidos totais na m.s. das carcaças das sardinhas ($r = 0,71$; $n = 218$; $P < 0,001$). Os

valores máximos ocorreram também na época em que as sardinhas possuíam um maior teor lipídico e os valores mínimos ocorreram no final da época de reprodução e que corresponde aos meses em que as sardinhas se encontravam mais magras.

A principal fracção de ácidos gordos nas carcaças foi a dos PUFA que variou entre 46,4% e 62,1% para as fêmeas e entre 48,7 e 65,2% para os machos, não existindo diferenças significativas entre sexos, mas variando em ambos os casos sazonalmente de forma significativa ($P < 0,001$) (Figura 3.15). Os maiores teores corresponderam de uma forma geral aos meses do ano em que as carcaças das sardinhas possuíam um menor teor lipídico. Os PUFA da família ómega-3 foram mais abundantes (Figura 3.16), tendo sido os principais contribuintes para as variações sazonais dos PUFA nas carcaças, variando entre 43,8 e 58,6% para as fêmeas e 48,7 e 62,4% para os machos. Desta família de ácidos gordos os mais abundantes eram os ácidos gordos de cadeia longa EPA e o DHA.

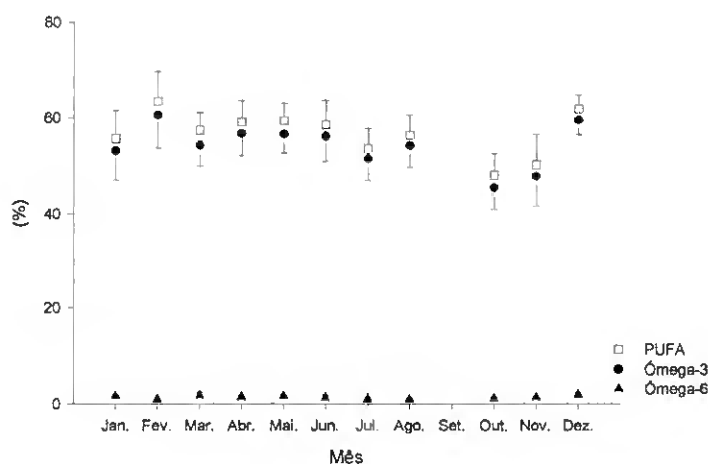


Figura 3.16- Variação mensal do teor em PUFA e ácidos gordos ómega-3 e ómega-6 nos lípidos totais das carcaças de sardinha de ambos os sexos (média ± desvio padrão, n = 20).

Os teores de EPA apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre sexos, sendo superiores nas fêmeas e a quantidade relativa de DHA foi superior nos machos ($P < 0,01$) (Figura 3.17). As quantidades relativas destes ácidos gordos variaram sazonalmente de forma significativa ($P < 0,001$), verificando-se um decréscimo acentuado da quantidade de DHA durante os meses de Verão, com um acréscimo proporcional da quantidade de EPA, ($r = -0,72$; $n = 108$; $P < 0,001$ e $r = -0,75$; $n = 110$; $P < 0,001$; respectivamente para fêmeas e machos). Os ácidos gordos pertencentes à

família ómega-6 constituíram sempre a menor fracção de ácidos gordos nos lípidos da carcaça.

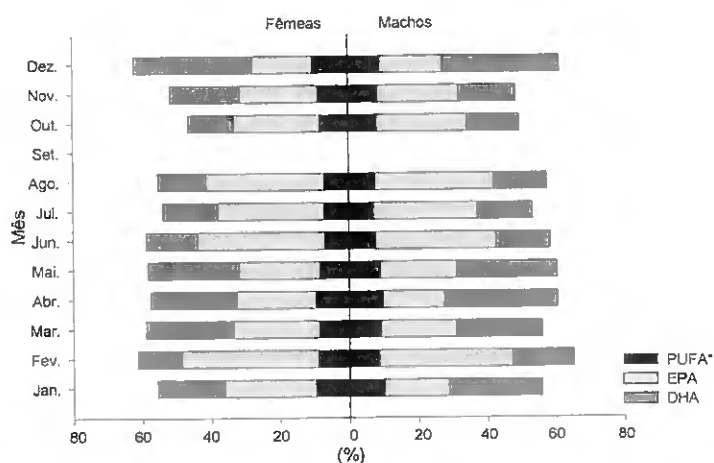


Figura 3.17- Variação mensal do teor de DHA, de EPA e dos restantes PUFA (PUFA*) nos lípidos totais das carcaças (n = 10).

3.4.2.- GÓNADAS

Ao longo do ano foi detectada uma grande diversidade de ácidos gordos nos lípidos totais das gónadas de sardinha (Tabelas 9 e 10, Anexo I). A fracção saturada variou significativamente ($P < 0,001$) ao longo do ano representando 18,7 a 28,1% nas fêmeas e 16,7 a 29,1% nos machos, ocorrendo os teores mais baixos na época de reprodução (Figura 3.18). Neste grupo o ácido gordo representado em maior quantidade foi o ácido palmítico (16:0), sendo este o principal responsável pela variação sazonal da fracção saturada dos lípidos das gónadas.

O teor em ácidos gordos monoinsaturados (Figura 3.18) diferiu entre sexos e mensalmente de forma significativa ($P < 0,001$), variando entre 10,3 e 28,8% para as fêmeas e 7,0 e 28,9% para os machos. Os valores máximos desta fracção verificaram-se de Junho a Agosto, estando o ácido oleico seguido pelo *cis*-vacénico (18:1 n-7) presentes em maior quantidade. Entre os teores de ácido oleico e de ácidos gordos monoinsaturados nas gónadas de ambos os sexos existiu uma relação linear ($r^2 = 0,89$; $n = 108$; $P < 0,001$ e $r^2 = 0,91$; $n = 110$; $P < 0,001$, respectivamente para as fêmeas e para os machos).

A principal fracção nos lípidos totais das gónadas foi a dos PUFA. Estes diferiram de forma significativa entre sexos ($P < 0,01$) e entre meses ($P < 0,001$). Esta fracção variou entre 47,1% e 70,2% nas fêmeas e entre 45,3 e 74,8% nos machos, correspondendo de uma forma geral os menores teores aos meses do ano em que as gónadas das sardinhas

se encontravam menos desenvolvidas e apresentavam um maior teor de ácidos gordos monoinsaturados.

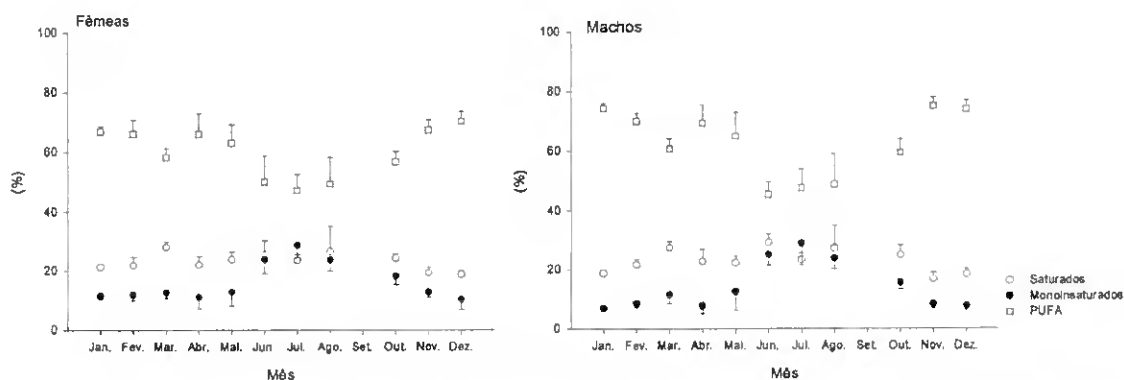


Figura 3.18- Variação mensal das quantidades relativas das principais frações de ácidos gordos presentes nos lipídios totais das gónadas (média \pm desvio padrão, n = 10).

Os PUFA da família ómega-3 foram os que se encontraram em maior quantidade nas gónadas de ambos os sexos (Figura 3.19), variando entre 45,1 e 69,0% para as fêmeas e 42,4 e 74,2% para os machos.

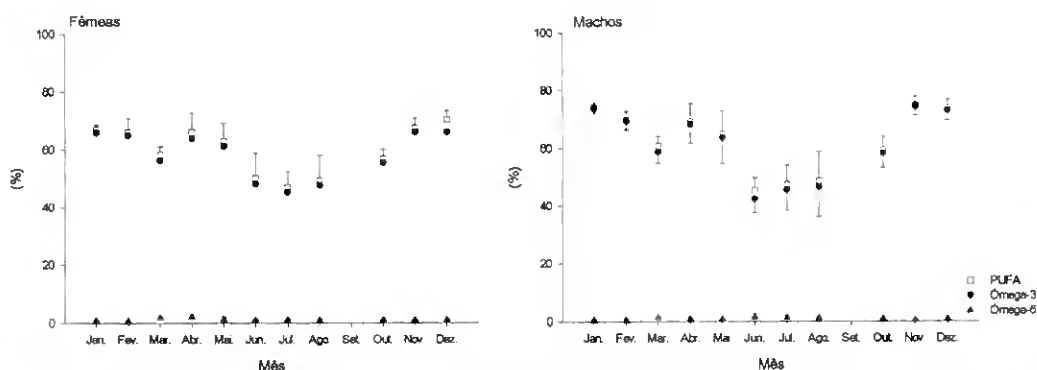


Figura 3.19- Variação mensal do teor em PUFA e ácidos gordos ómega-3 e ómega-6 nos lipídios totais das gónadas (média \pm desvio padrão, n = 10).

Desta família de ácidos gordos os que se encontraram representados em maior quantidade foram os ácidos gordos de cadeia longa EPA e DHA. Ocorreram grandes variações sazonais nas quantidades relativas destes ácidos gordos, tendo havido um decréscimo acentuado da quantidade de DHA durante os meses de Verão com um acréscimo proporcional da quantidade de EPA (Figura 3.20).

À excepção dos meses de Verão, em que o sistema reprodutor se encontrava em repouso, as quantidades relativas de DHA foram superiores nas gónadas dos machos,

chegando a atingir os 52,4% no mês de Janeiro. Os ácidos gordos da família ómega-6, à semelhança do que aconteceu com as carcaças, representou nas gónadas apenas uma ínfima fracção dos ácidos gordos totais, com teores mais elevados quando as gónadas se encontravam menos desenvolvidas.

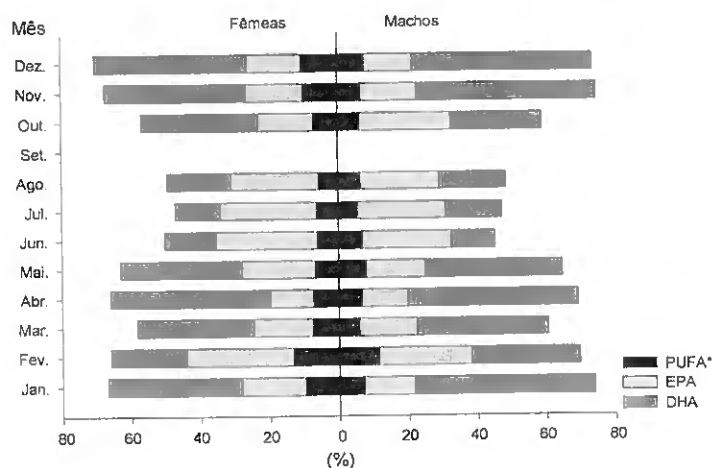


Figura 3.20- Variação mensal do teor de DHA, de EPA e dos restantes PUFA (PUFA*) nos lípidos totais das gónadas (n = 10).

3.4.3.- FÍGADO

Ao longo do ano foi detectada uma grande diversidade de ácidos gordos nos lípidos totais do fígado da sardinha (Tabelas 11 e 12, Anexo I). No fígado a fracção saturada foi significativamente superior nas fêmeas ($P < 0,05$) variando entre 19,7 e 29,4% para as fêmeas e 19,0 e 27,4% para os machos (Figura 3.21). Os teores mínimos para ambos os sexos ocorreram em Dezembro e os máximos em Março. À semelhança do que ocorreu nos outros tecidos o 16:0 foi o ácido gordo saturado presente em maior quantidade nesta fracção.

A fracção monoinsaturada representou a principal componente dos ácidos gordos no fígado apenas no mês de Junho. O teor em ácidos gordos monoinsaturados variou trimestralmente de forma significativa ($P < 0,001$), entre 9,8 e 60,2% para as fêmeas e 10,3 e 64,2% para os machos com valores mínimos em Março e Dezembro e existindo uma correlação positiva ($r = 0,65$; $n = 79$; $P < 0,001$) entre a quantidade relativa de lípidos totais no fígado e a quantidade de ácidos gordos monoinsaturados. O ácido oleico foi o principal constituinte da fracção monoinsaturada, variando entre 5,1 e 53,9% para as fêmeas e 5,3 e 58,8% para os machos parecendo ser este o principal ácido gordo constituinte dos lípidos de reserva no fígado.

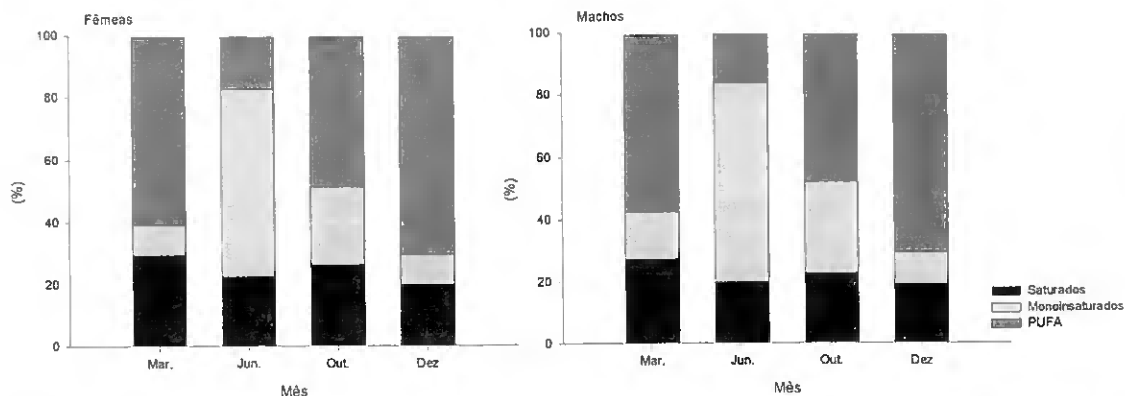


Figura 3.21- Variação trimestral do teor de ácidos gordos saturados, monoinsaturados e PUFA nos lípidos totais dos fígados de sardinhas de ambos os sexos (n = 10).

No fígado os PUFA predominaram em todos os meses à exceção de Junho, variando entre 16,8 e 69,8% para as fêmeas e entre 15,5 e 69,9% para os machos, registando-se o seu valor máximo em Dezembro. O teor em PUFA variou sazonalmente de forma significativa ($P < 0,001$), parecendo existir uma relação inversa ($r = -0,63$; $n = 79$; $P < 0,001$) entre a quantidade relativa de lípidos totais no fígado e a quantidade de PUFA. Deste grupo os ácidos gordos representados em maior quantidade foram o EPA e o DHA, sendo este último o principal constituinte dos lípidos totais do fígado, à exceção do mês de Junho em que predomina o ácido oleico (Figura 3.22).

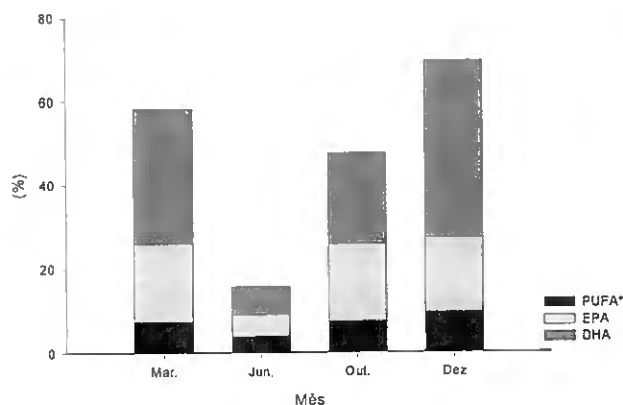


Figura 3.22- Variação mensal do teor de DHA, de EPA e dos restantes PUFA (PUFA*) nos lípidos totais dos fígados (n = 20).

3.4.4.- CÉREBRO

Nos lípidos totais do cérebro da sardinha (Tabelas 11 e 12, Anexo I), também foi detectada uma grande diversidade de ácidos gordos ao longo do ano.

A composição em ácidos gordos dos lípidos totais do cérebro não diferiu entre machos e fêmeas (Figura 3.23). A fracção saturada variou entre 11,8 e 18,5% para as fêmeas e 13,4 e 17,7% para os machos, com um mínimo para ambos os sexos em Dezembro ($P < 0,001$). Neste grupo o ácido gordo mais abundante foi o ácido palmítico (16:0), sendo o principal responsável pelo decréscimo na fracção saturada que ocorreu em Dezembro. À excepção do mês de Dezembro a fracção monoinsaturada foi a principal componente dos ácidos gordos no cérebro, ao contrário do verificado no fígado.

O teor em ácidos gordos monoinsaturados variou entre 32,2 e 55,0% para as fêmeas e 33,3 e 56,5% para os machos, com valores máximos para os dois sexos no mês de Outubro. O 18:1 (n-9) foi o principal constituinte da fracção monoinsaturada, variando entre 23,4 e 46,5% para as fêmeas e 26,3 e 43,8% para os machos. Ao contrário do verificado nas carcaças e gónadas, os PUFA apenas predominaram para ambos os sexos no mês de Dezembro ($P < 0,001$), variando sazonalmente entre 25,7 e 54,6% para as fêmeas e entre 26,9 e 52,4% para os machos. A composição em ácidos gordos do cérebro diferencia-se também do fígado, onde à excepção do mês de Junho, os PUFA predominaram.

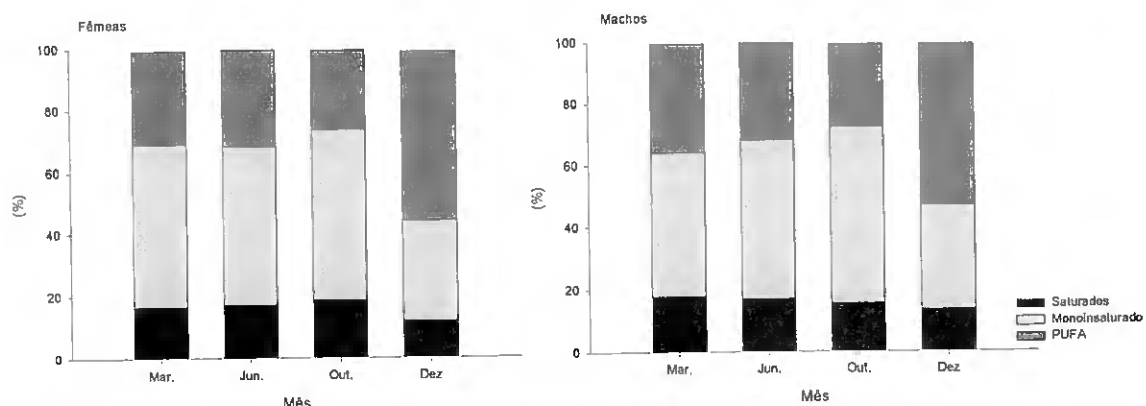


Figura 3.23- Variação trimestral do teor de ácidos gordos saturados, monoinsaturados e PUFA nos lípidos totais dos cérebros de sardinhas de ambos os sexos (n = 10).

Dos PUFA presentes no cérebro, os da família ómega-3 foram os que se encontraram sempre em maior quantidade em ambos os sexos, variando entre 25,4 e 53,9% para as

fêmeas e 26,7 e 51,7% para os machos. Esta fracção era constituída essencialmente pelos ácidos gordos de cadeia longa EPA e DHA, sendo este último o principal constituinte, representando em Dezembro 45,3% dos ácidos gordos totais do cérebro das fêmeas e 43,8% nos machos (Figura 3.24).

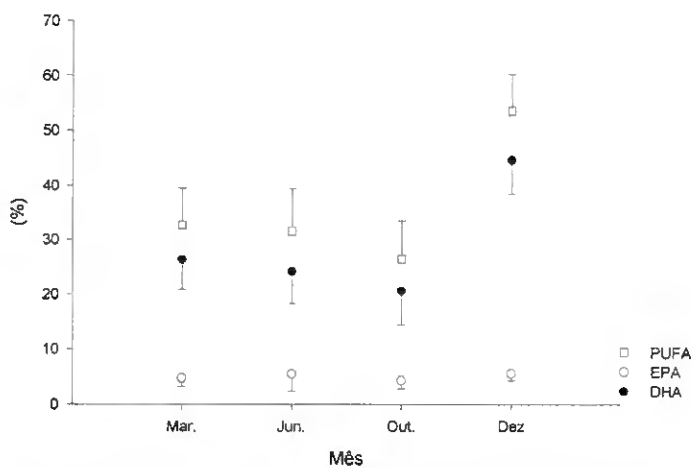


Figura 3.24- Variação trimestral do teor de PUFA, DHA e EPA nos lípidos totais dos cérebros de sardinhas de ambos os sexos (média \pm desvio padrão; n = 20).

4.- DISCUSSÃO

Ao longo do ano ocorreram importantes diferenças no teor de lípidos totais dos vários tecidos da sardinha, assim como na sua composição em classes lipídicas e em ácidos gordos.

4.1.- CARCAÇA

Na carcaça da sardinha, à semelhança do que se encontra descrito por outros autores [21, 33, 118, 129], o teor lipídico da sardinha sofreu importantes variações sazonais típicas das espécies pelágicas, verificando-se os menores teores lipídicos de Fevereiro a Abril, durante a época da desova e os teores máximos de lípidos totais durante o Verão, altura em que existe maior disponibilidade de alimento. Iguais variações ocorreram em outros estudos do lípidos de sardinhas pescadas na costa portuguesa [21, 22]. De uma forma geral, a maiores quantidades relativas de humidade na carcaça corresponderam menores quantidades relativas lipídicos, tal como foi anteriormente verificado na sardinha (*Sardina pilchardus*) [22], no arenque (*Clupea arengus*) [129], no capelinho (*Mallotus villosus*) [132], na sarda (*Scomber scombrus*) [118] e em muitas outras espécies de peixe [292] sendo bem conhecida esta relação linear inversa [118, 268, 292]. Esta relação pode ser, no entanto, aparente visto que a maioria dos resultados ao terem sido expressos na forma de percentagem ou de proporção conduziram a que uma diminuição do teor de humidade correspondesse necessariamente a um aumento da percentagem ou proporção dos lípidos totais, embora sem acréscimo obrigatório das suas quantidades absolutas [118]. Os teores de lípidos totais encontrados na carcaça, independentemente do sexo ou do momento da amostragem, foram sempre superiores aos dos outros tecidos, sendo o local onde ocorreu maior deposição de lípidos. Iguais resultados foram obtidos em *Salvelinus alpinus* [154]. No entanto neste estudo houve uma menor amplitude de variação do teor lipídico na carcaça que no da fracção edível da sardinha pescada ao largo da costa de Peniche [22], o que poderá estar relacionado o facto de a fracção edível [22] apenas possuir a pele e o músculo, enquanto que neste estudo contém também o esqueleto e o sistema nervoso associado que poderão não sofrer processos tão intensos de mobilização e de deposição de lípidos. A disponibilidade de alimento [21, 22, 129, 132, 211, 315], o seu teor lipídico e

composição do alimento disponível [26, 28, 43, 129, 132, 141, 154, 211, 222, 231, 240, 283, 286, 299, 315] e a fase do ciclo reprodutivo [104, 141, 154, 157, 315] influenciam a quantidade de lípidos depositada ao nível dos tecidos e a sua composição em ácidos gordos [11, 26, 28, 43, 101, 104, 130, 133, 193, 211, 212, 222, 236, 240, 283, 315], sobretudo ao nível dos lípidos neutros [157, 193, 211, 240], mas também nos fosfolípidos [5, 25, 26, 101, 104, 193, 222, 284].

Nos peixes tal como nos animais em geral, os TAG são o principal lípido de reserva, enquanto que os fosfolípidos são constituintes das biomembranas. A quantidade de TAG presente nos tecidos varia com o estado nutricional do animal, enquanto que a quantidade de fosfolípidos num tecido está menos sujeita a influências nutricionais [21, 129, 133]. A contribuição relativa dos TAG num tecido aumenta directamente com a quantidade de lípidos de reserva nele presentes, e constitui a sua fracção principal [33, 129, 133, 154, 188]. Os fosfolípidos, pelo contrário, apenas constituem a principal fracção lipídica em tecidos com baixo teor lipídico [129, 154].

À semelhança do observado na composição lipídica sazonal do arenque [129] de duas espécies de piranha (*Serrasalmus nattereri* e *Mylossoma aureum*) [133], de *Salvelinus alpinus* [154], da sarda [118], e da sardinha pescada noutras locais [21, 34], os TAG foram o principal componente dos lípidos da carcaça, sendo sempre superiores a 75%. Uma vez que a proporção de TAG diminuiu ligeiramente à medida que o teor lipídico diminuía, poderá concluir-se que os TAG, assim como as outras classes lipídicas foram mobilizadas proporcionalmente ao seu teor no conteúdo lipídico inicial. Em termos de massa, os TAG constituíram a principal fracção mobilizada durante o Inverno, enquanto os fosfolípidos foram pouco mobilizados. Observações semelhantes foram feitas em sardinha proveniente de Peniche [21], para o arenque [129] e em *Salvelinus alpinus* [154].

A quantidade de ácidos gordos saturados nos lípidos totais das carcaças foi relativamente constante ao longo dos meses sendo o 16:0 o principal ácido gordo presente, à semelhança do que foi observado noutras espécies de peixe, entre as quais no arenque [129], a *Sardinops sagax caerulea* [99] e mesmo em crustáceos e moluscos [268]. Esta constância do teor em ácidos gordos saturados resulta do facto de terem origem endógena, sendo menos afectados pela composição em ácidos gordos ingeridos na dieta [268]. Pelo contrário, o teor de ácidos gordos monoinsaturados variou sazonalmente e de forma inversa com o dos PUFA. Este é também um comportamento bem conhecido na maioria dos organismos aquáticos estudados, incluindo os peixes [33,

268, 298]. Os teores mais elevados de monoinsaturados ocorreram no início da época de reprodução (no Outono), sendo o 18:1 (n-9) o ácido gordo principal desta fracção, tal como na generalidade das espécies de animais marinhos [21, 22, 33, 99, 129, 133, 268] e algumas espécies de água doce [298]. O ácido oleico é sintetizado *de novo* a partir dos hidratos de carbono ou dos ácidos gordos presentes na dieta e que tenham qualquer tamanho até ao 18:0. Parecendo ser preferencialmente incorporado nos tecidos adiposos como fonte rapidamente disponível de energia, por ter uma elevada velocidade de oxidação [36].

Ao contrário do que foi observado em muitas espécies de peixe e de outros animais marinhos [129, 268], os PUFA foram ao longo de todo o ano a principal fracção nos lípidos totais das carcaças, o mesmo tendo sido observado noutros trabalhos [21, 22, 33, 99]. Na carcaça de sardinha esta fracção foi essencialmente constituída por ácidos gordos da família ómega-3, sempre com teores superiores a 45%, sendo estes valores superiores aos encontrados para a mesma espécie capturada em Peniche [21]. O maior teor de ácidos gordos da família ómega-3 verificado nas carcaças das sardinhas analisadas neste estudo, e que as torna mais interessantes do ponto de vista nutricional, poderá dever-se à inclusão do esqueleto e do tecido nervoso associado nas amostras ou ainda às diferentes condições ambientais devido às diferentes áreas geográficas que poderão afectar a disponibilidade e composição lipídica do alimento. A dieta, ao afectar a actividade sintética e a deposição de ácidos gordos, torna-se o principal factor responsável pela variação da composição lipídica [156, 158]. A temperatura da água poderá também ter conduzido ao maior teor em PUFA nas sardinhas de Quarteira, pois como esta região é mais a Sul que Peniche, a temperatura média das águas é em geral superior, o que poderá induzir o aumento da velocidade metabólica com consequente mobilização dos ácidos gordos armazenados em especial dos saturados e monoinsaturados, com consequente aumento da quantidade relativa de PUFA, à semelhança do que foi observado com outras espécies de peixe [188].

Os maiores teores em PUFA, constituintes principais dos lípidos estruturais, ocorreram nos meses em que a sardinha apresentava um menor teor lipídico, tal como era de esperar, já que a redução do teor lipídico que se verifica durante a época de reprodução e na altura de menor disponibilidade de alimento (Outono e Inverno) se deve à diminuição dos lípidos de reserva, constituídos maioritariamente por TAG que possuem na sua constituição um menor teor em PUFA [7, 21, 118, 129, 131, 281, 282, 301].

Os PUFA da carcaça da sardinha foram essencialmente constituídos por HUFA da família ómega-3, em especial o EPA e o DHA, tal como se verificou na sardinha pescada ao largo da costa de Peniche [21], em *Sardinops sagax caerulux* [99] e em muitas outras espécies de animais marinhos [33, 268], sendo no entanto os da sardinha pescada ao largo da costa de Quarteira superiores e sujeitos a uma maior amplitude de variação sazonal que na sardinha pescada ao largo da costa de Peniche [21]. O DHA foi o principal responsável por este comportamento, tendo no entanto apresentado ao longo do ano teores sempre superiores aos da sardinha de Peniche [21]. Esta diferença foi notória em todos os meses à excepção do Verão (Junho, Julho e Agosto). O EPA e o DPA (22:5 n-3) contribuíram também para esta diferença, mas em menor escala. Entre o EPA e o DHA ocorreram variações sazonais das suas quantidades relativas, verificando-se um decréscimo acentuado do teor em DHA durante os meses de Verão, com um acréscimo proporcional da quantidade de EPA. Esta relação inversa entre as quantidades relativas destes ácidos gordos foi também detectada em *Sardinops sagax caerulux* [99]. Este acréscimo de EPA poderá resultar da dieta da sardinha, uma vez que o DHA é um importante constituinte dos lípidos estruturais das membranas [21, 133, 135, 267] e a sua quantidade relativa poderá diminuir devido ao facto de nesta fase as sardinhas ingerirem maior quantidade de alimento, sendo o EPA um dos principais ácidos gordos presente no plâncton [21, 133], embora algumas espécies de fitoplâncton [156] e de zooplâncton [158] possam apresentar quantidades apreciáveis de DHA. Por outro lado foi verificada a existência de uma correlação negativa entre quantidade relativa de DHA nos fosfolípidos e a temperatura da água, em trutas alimentadas com a mesma dieta [301], esta relação permite a adaptação às alterações da temperatura da água ao regular a fluidez das membranas através do aumento relativo dos PUFA presentes nos fosfolípidos [5, 240, 267, 293, 301, 309, 312]. Este mecanismo parece ser independente da composição em ácidos gordos da dieta [208, 240].

4.2.- GÓNADAS

As gónadas sofreram grandes variações mensais no peso, no teor lipídico, na composição em classes de lípidos e de ácidos gordos, existindo também grandes diferenças entre sexos. Nas fêmeas maduras, à semelhança de *Salvelinus alpinus* [154] e do arenque [129], os teores de lípidos totais nos ovários foram sempre superiores aos dos testículos. Por outro lado, os teores lipídicos nas gónadas da sardinha foram em

geral muito inferiores aos do arenque [129]. No entanto quer na sardinha quer no arenque [129], a PC foi o principal fosfolípido presente no ovário em todas as fases de maturação. Os valores elevados de PC nos ovários parecem indicar que este fosfolípido tem uma função essencial ao desenvolvimento dos ovos [129, 154], possivelmente para ser incorporado nas membranas do embrião, já que a PC é a principal constituinte das membranas animais. A maior quantidade de TAG presente nas gónadas de ambos os sexos no período em que os IGS eram mais reduzidos, poderá dever-se à presença de maior quantidade de lípidos de reserva no mesentério pois nesta altura do ano as sardinhas apresentam um maior teor lipídico e as reservas lipídicas somáticas localizam-se no músculo, fígado e mesentério [129, 201]. Por outro lado, o maior teor de TAG durante a fase de repouso do ciclo de reprodução quando comparado com outros períodos poderá indicar que a síntese de fosfolípidos e a sua deposição é dominante em fases avançadas da maturação das gónadas. O C e os FFA pelo contrário estavam presentes em maiores quantidades nos meses de IGS mais elevados em ambos os sexos, verificando-se que os seus teores são crescentes de Julho a Dezembro, altura em que atingem o teor máximo. Ambas as classes estavam presentes em maior quantidade nos testículos. O aumento da quantidade de C correspondeu ao período do ciclo reprodutivo mais activo na síntese das hormonas esteróides das quais o colesterol é um precursor [201]. Os FFA estão também implicados na regulação da actividade endócrina [305]. Nesta altura ocorre também a síntese das membranas celulares e dos organelos durante a maturação das gónadas, sendo o C é um importantes constituinte destas. O colesterol está em geral presente nas membranas celulares na forma não conjugada, podendo no entanto complexar-se com os fosfolípidos. Ao alterar a permeabilidade das membranas celulares o colesterol afecta as funções fisiológicas da célula [74, 188, 201]. O C, que existe em relativa quantidade no líquido seminal, parece ter desta forma uma função importante no controlo da fertilidade [74].

Nos testículos, durante o período de reprodução, predominaram os fosfolípidos, sendo a PE e a PC as classes dominantes, tal como foi verificado nas gónadas do arenque [129] e no esperma de outras espécies [31]. No arenque [129] embora estas sejam as principais classes de fosfolípidos presentes, os seus teores são inferiores aos encontrados na sardinha. Os plasmalogénios da PE e da PC aparecem nas gónadas de ambos os sexos nos meses em que as gónadas estão mais maduras, em especial nos testículos. Os plasmalogénios também foram encontrados em quantidades apreciáveis no esperma de outras espécies de peixe [31], pensando-se que estão implicados não só

nos processos de climatização das membranas celulares às variações de temperatura, como também na fusão da membrana plasmática do espermatozóide com o óvulo [31].

Os PUFA foram principal fracção constituinte dos lípidos das gónadas de ambos os sexos, à semelhança do que se verifica no arenque [129], sendo os ácidos gordos ómega-3, principalmente o EPA e o DHA os seus maiores constituintes. À semelhança do que aconteceu nas carcaças, ocorreram grandes variações sazonais nas quantidades relativas destes ácidos gordos, verificando-se um decréscimo acentuado da quantidade de DHA durante os meses de Verão e um acréscimo proporcional da quantidade de EPA. Esta diminuição da quantidade relativa de DHA poderá dever-se à diminuta actividade de multiplicação celular que ocorre nas gónadas durante o Verão e que conduz à diminuição da síntese de membranas celulares nos lípidos das quais o DHA é o principal constituinte [21, 133, 135, 188, 267]. Simultaneamente, é nesta altura do ano que ocorre a deposição de gordura de reserva nos tecidos somáticos e eventualmente também nas gónadas, à custa de uma maior ingestão de alimento que provavelmente possuirá um maior teor de EPA na sua composição lipídica [188] com a conseqüente diminuição da quantidade relativa de DHA.

À excepção dos meses em que o IGS é mínimo (meses de Verão), o teor em PUFA dos testículos foi muito superior ao dos ovários, sendo o DHA o maior contribuinte, com valores máximos de 52,4% no mês de Janeiro. Observação semelhante foi feita no arenque [129], mas de uma forma mais suave. No esperma do robalo (*Dicentrarchus labrax*) o DHA foi também o ácido gordo dominante ao contrário dos salmonídeos, onde o 22:5 (n-3) parece substituí-lo [31]. O elevado teor de DHA nos testículos parece estar associado à sua presença na constituição da PE, PS e PC [31], que existiram em maior quantidade durante a época reprodutiva. Os valores máximos da fracção monoinsaturada dos lípidos das gónadas ocorreram nos meses de maior disponibilidade de alimento e fora da época de reprodução (Junho a Agosto), sendo o 18:1 (n-9) o ácido gordo presente em maior quantidade, com valores semelhantes aos encontrados nas gónadas do arenque [129]. A presença de 18:1 (n-9) em maior quantidade nos ovários do que nos testículos poderá dever-se ao facto deste ácido gordo ser um produto da síntese *de novo* de ácidos gordos, parecendo que os TAG presentes nos ovócitos em desenvolvimento são constituídos por ácidos gordos sintetizados endogenamente, tal como foi sugerido para o arenque onde se observou uma situação semelhante [129].

4.3.- FÍGADO

À semelhança do que acontece em *Salvelinus alpinus* [154], o fígado é, depois da carcaça, o principal local de acumulação dos lípidos de reserva, ocorrendo grandes variações sazonais no teor de lípidos neste órgão, com valores máximos em Junho. A partir do Outono o teor em lípidos no fígado decresceu rapidamente, à semelhança de *Sebastes flavidus* [201], reflectindo a diminuição da quantidade de alimento disponível e as necessidades crescentes das gónadas em maturação. Os lípidos neutros e polares variaram amplamente no fígado ao longo do ano. Os TAG foram a classe de lípidos neutros presente em maior quantidade no fígado, sendo a preponderante quando o fígado possui os maiores teores de lípidos totais, tal como foi verificado em *Sebastes flavidus* [201]. De facto os TAG variam amplamente com a estação do ano, reflectindo a disponibilidade de alimento e o estado fisiológico e nutricional do peixe [129, 133, 201], representando a principal fracção dos lípidos na m.s. do fígado em Junho e, apesar do decréscimo do seu teor para cerca de metade, também em Outubro. À excepção de Dezembro o teor em TAG foi maior nos machos. Os fosfolípidos foram o principal componente dos lípidos do fígado quando este apresentou os menores teores lipídicos, à semelhança de *Sebastes flavidus* [201]. A PC foi o principal fosfolípido, tal como observado em piranhas [133] e no lúcio [131]. Nas fêmeas de sardinha, tal como nas de *Sebastes flavidus*, provavelmente devido à síntese hepática de vitelogenina [201], o teor em fosfolípidos do fígado aumentou de Junho para Outubro, ao contrário do verificado nos machos. O aumento da quantidade de lípidos polares na m.s. do fígado das fêmeas pode também ser consequência da diminuição do teor de lípidos de reserva (TAG) que ocorreu durante o Outono/Inverno, durante a época reprodutiva. Nos machos a diminuição do teor em lípidos totais no fígado foi feita, principalmente à custa da diminuição da quantidade de lípidos neutros, mas também de lípidos polares.

Nos lípidos totais do fígado da sardinha a fracção saturada manteve-se constante ao longo dos meses, mas a fracção monoinsaturada e a polinsaturada variaram amplamente e de forma inversa, à semelhança dos resultados obtidos em salmão (*Salmo salar*) sujeitos a diferentes dietas [283]. A fracção monoinsaturada constituiu na sardinha a principal fracção no mês de Junho, altura em que o teor de lípidos totais na m.s. do fígado atinge o máximo, sendo este acréscimo principalmente devido ao aumento do 18:1 n-9 que é o principal ácido gordo constituinte dos lípidos do fígado da sardinha ao contrário do que se verifica nas duas espécies de piranha [133] em que o ácido

hexadecanóico é o principal constituinte. No lúcio [131] o 16:1 (n-7) e o 18:1 (n-9) foram os principais ácidos gordos presentes no fígado, estando presentes em quantidades iguais. Os ácidos gordos monoinsaturados estiveram sujeitos a grande amplitude de variação sazonal nos lípidos totais do fígado das sardinhas, atingindo o teor máximo no mês de Junho, sobretudo à custa do aumento da quantidade de ácido oleico, sendo provável que as diferenças encontradas entre as duas espécies se devam à diferente composição em ácidos gordos da dieta.

Os PUFA presentes nos lípidos totais do fígado de sardinha foram essencialmente constituídos por ácidos gordos ómega-3, sendo o EPA e o DHA os seus principais constituintes, tal como no lúcio [131]. Os PUFA predominaram ao longo do ano à excepção de Junho, quando o teor lipídico no fígado é máximo devido à grande deposição de TAG neste órgão. À semelhança do que aconteceu nos vários tecidos analisados, os teores de PUFA e em particular de EPA e DHA são superiores, quando os lípidos totais possuem na sua constituição uma maior proporção de lípidos polares.

4.4.- CÉREBRO

À semelhança do encontrado para duas espécies de piranhas [133], no lúcio (*Esox lucius*) [131], na truta (*Salmo gairdneri*) e no bacalhau (*Gadus morhua*) [285], os lípidos do cérebro são caracterizados por possuírem teores elevados de C, de PE, de PC e de GCb. À excepção do mês de Outubro, em que a quantidade de lípidos nos cérebros das sardinhas foi muito superior ao encontrado para os outros meses, os teores lipídicos do cérebro das sardinhas não diferiram dos encontrados em piranhas [133] mas foram inferiores aos do lúcio [131]. É, no entanto, de referir que nestes trabalhos não foi estudada a variação sazonal. A quantidade de C no cérebro foi notavelmente superior à encontrada nos outros tecidos, tal como foi descrito noutras espécies [131, 133], sendo nas sardinhas e no lúcio [131] a principal classe de lípidos neutros presente. Ao contrário das piranhas em que os TAG foram a principal classe lipídica [133], as sardinhas possuíram uma elevada proporção de PE, que tal como no bacalhau e na truta a razão PC/PE chegou a ser cerca de 1:1 [285].

À excepção do mês de Dezembro, em que os PUFA foram a principal fracção, a fracção monoinsaturada foi a principal constituinte dos lípidos do cérebro, sendo o 18:1 (n-9) o principal ácido gordo presente, tal como em piranhas [133] e salmão (*Oncorhynchus kisutch*) [186]. Os lípidos do cérebro da sardinha distinguem-se dos

outros tecidos por possuírem um maior teor de 24:1 (n-9), à semelhança do que acontece com duas espécies de salmão [186]. Esta diferença pode resultar da incorporação selectiva deste ácido gordo nos lípidos do cérebro a partir da dieta uma vez que o 24:1 (n-9) está presente nos alimentos em teores geralmente inferiores a 1% [186]. A síntese endógena a partir do alongamento do 18:1 (n-9) nas células do cérebro poderá ser outra possível explicação, uma vez que nas células do cérebro o alongamento das cadeias carbonadas dos ácidos gordos parece predominar em relação à dessaturação [186, 281]. O 18:1 (n-9) e o 24:1 (n-9) são os principais ácidos gordos constituintes da mielina [36]. Os PUFA foram a segunda fracção representada em maior quantidade nos lípidos totais do cérebro, sendo o DHA o principal responsável pelo predomínio dos PUFA nos lípidos no mês de Dezembro, quando correspondeu a cerca de metade dos ácidos gordos totais do cérebro. Nos fosfolípidos do cérebro da carpa (*Cyprinus carpio*) ocorreu também um aumento do DHA como resposta à aclimação durante o Inverno [312]. O aumento da quantidade de DHA no cérebro no mês de Dezembro poderá ser uma resposta à diminuição da temperatura da água afim de manter a fluidez e a viscosidade das membranas necessárias ao seu normal funcionamento [312]. Resultados diferentes foram obtidos noutras espécies de peixe quando submetidas a diferentes temperaturas e que sugerem a importância da quantidade de DHA presente na PE e na PC no cérebro [86]. Nos fosfolípidos do cérebro destas espécies a quantidade relativa de DHA não aumentou com a diminuição da temperatura ambiente, embora na PE e na PC a razão entre as quantidades de 18:1/22:6 aumentasse, e a entre 18:0/22:6 e 16:0/22:6 diminuísse. Ao contrário da sardinha, nas piranhas [133] os PUFA do cérebro eram constituídos por uma elevada proporção de ácidos gordos da família ómega-6 e o DHA embora fosse o principal constituinte da fracção ómega-3, encontrava-se presente em menores quantidades. Estas diferenças podem dever-se ao elevado teor de ácidos gordos ómega-6 na dieta das piranhas [133], pois em animais maduros, embora a composição lipídica do cérebro seja pouco susceptível a variações em função dos lípidos da dieta, ainda assim sofre algumas variações na sua composição [186].

Ao contrário do que foi observado na carpa [312] e noutras espécies de peixe [250], os plasmalógenos da PC e da PE estiveram presentes nos lípidos do cérebro em menores quantidades, de uma forma geral, nos meses em que a temperatura ambiente é superior, atingindo a plPE o seu teor máximo em Outubro nas fêmeas e em Dezembro nos machos. Em ambos os sexos a plPC existiu em quantidade em Dezembro. Pensa-se que estes compostos estão provavelmente, implicados na manutenção do estado

funcional fluido e cristalino da membrana, tendo também efeitos na função de suporte e na modelação dos mecanismos de transmissão de sinal do tecido nervoso embora através de um mecanismo até agora desconhecido [250, 312]. Esta diferença de resultados poderá ser devida à influência do estado fisiológico na composição dos lípidos do cérebro, podendo os teores mais elevados destes plasmalogénios estar associados com a época de reprodução que atinge neste período a sua plenitude. É ainda de referir que as carpas foram sujeitas a uma maior amplitude de temperaturas (5° C e 25° C) do que é usual ocorrer na água do mar ao largo da costa de Quarteira (15 a 25° C).

III.- Composição lipídica do óleo obtido como subproduto do processo de anchovagem de sardinha

1.- INTRODUÇÃO

A salga e a cura de pescado é um processo tradicional muito utilizado nos países Mediterrâneos com o objectivo de obter um produto com aparência, aroma, sabor e textura características [90, 295, 317] e que é denominado por anchovagem. Concluído o processo de maturação, o peixe é sujeito a filetagem com remoção das espinhas e da pele obtendo-se assim as anchovas. Após embalagem em lata, este produto deve a sua conservação à tecnologia própria do seu fabrico, não sendo necessária a esterilização pelo calor, sendo por isso designado por semi-conserva [56, 84].

A espécie tradicionalmente utilizada na produção de anchovas em Portugal era o biqueirão (*Engraulis encrasicolus*) mas devido à escassez deste nas águas portuguesas a sardinha tem vindo a ser igualmente utilizada [173]. Na produção de semi-conservas anchovadas deve ser utilizado peixe fresco [56, 159], com um elevado teor de gordura e de preferência com um tamanho em que 35 a 40 unidades perfaçam um quilo [56].

O processo de anchovagem começa pelo descabeçamento do peixe com conseqüente remoção de parte das vísceras [56, 159], procedendo-se à sua lavagem com salmoura saturada e colocando-se em cubas com camadas alternadas de peixe e de sal, acabando com uma camada de sal [84]. O peixe é depois mantido nestas condições e sob pressão, exercida por vários pesos, por um largo período de tempo, durante o qual ocorre a maturação [56, 84, 90, 159]. Após alguns dias o peixe diminui consideravelmente de volume e fica completamente coberto por uma salmoura contendo matéria orgânica dissolvida, devido à desidratação e desengorduramento mecânico a que fica sujeito, começando então a desenvolver-se uma camada de gordura sobrenadante [52, 56, 159, 311].

Como a sardinha possui um elevado teor de ácidos gordos ómega-3 [21, 22] (ver Capítulo II) e é utilizada na indústria conserveira como matéria-prima do processo de anchovagem [84] que gera uma quantidade significativa de óleos, geralmente sem aproveitamento, decidimos estudar as alterações bioquímicas destes óleos, tendo em vista verificar possíveis alterações na sua composição e a possibilidade de serem utilizados na alimentação.

Estes óleos que geralmente não são aproveitados, caso se verifique possuírem HUFA da série ómega-3 semelhantes aos da matéria prima que lhes deu origem,

particularmente nos meses em que a sardinha dispõe de uma maior quantidade/qualidade destes ácidos gordos, terão um enorme potencial de utilização na aquacultura, uma vez que os peixes, em especial os marinhos, necessitam de elevados teores destes ácidos gordos na sua alimentação [252-254].

2.- MATERIAL E MÉTODOS

2.1.- AMOSTRAS DE ÓLEO E SARDINHAS DE ANCHOVAGEM

Seguiram-se dois processos de anchovagem de sardinha na fábrica de conservas “Marolhão”, um com início em Setembro de 1997 e conclusão em Fevereiro de 1998 e outro com início em Julho de 1998 e conclusão em Janeiro de 1999. Desde a segunda semana do processo foram retiradas, de duas cubas de maturação, amostras semanais do óleo subproduto resultante da lixiviação durante o processo fabril. As cubas de maturação utilizadas foram as que apresentaram uma maior camada superficial de óleo após 15 dias de maturação. Na fábrica todas as cubas se encontram encostadas à parede do edifício e encontram-se dispostas em forma de L, localizando-se uma parede a Sul (parede exterior do edifício), onde se encontram 5 cubas de maturação e outra a Sudoeste (parede interna que separa a fábrica de outra adjacente) com 17 cubas de maturação. No 1º processo as cubas 2 e 3 seleccionadas estavam localizadas a Sudoeste, estando a cuba 3 mais a Sul que a 2. No 2º processo a cuba 12 tinha uma parede a Sudoeste e outra a Sul, a cuba 13 estava localizada a Sul, numa posição mais a Sudeste que a cuba 12. Após afastamento da película de gordura sólida superficial (no caso de existir), o óleo (cerca de 100 ml) foi recolhido, com o auxílio de uma lata, de cerca de 3 zonas aleatórias da superfície da cuba, tendo o cuidado de não recolher a água de salmouragem da camada imediatamente abaixo do óleo. Foram também obtidas 2 amostras de matéria prima (sardinhas) antes e após evisceração pela fábrica do 2º processo de anchovagem e em ambos os processos foram recolhidas 2 amostras de sardinha anchovada da parte de cima da cuba de anchovagem, da fracção média e da parte de baixo da cuba. As amostras de sardinhas frescas e anchovadas foram recolhidas aleatoriamente, sendo cada amostra constituída por 12 indivíduos.

2.2.- ANÁLISE BIOQUÍMICA

As amostras de matéria-prima e de sardinha anchovada foram submetidas à extracção dos lípidos totais, avaliação do teor de humidade e determinação da composição em ácidos gordos pelos métodos analíticos indicados no Capítulo II. De

cada amostra semanal de óleo das cubas (cerca de 100 ml) foram retiradas duas tomas de cerca de 1 g. O óleo obtido como subproduto da anchovagem de sardinha, foi submetido a análise de lípidos por metodologia idêntica à acima indicada.

2.3.- ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Devido à variabilidade verificada nas cubas de cada processo optou-se por tratar cada cuba em separado, para que as diferenças entre cubas de um mesmo processo pudessem ser analisadas. Os dados obtidos foram sujeitos a análise de variância de duas entradas, para verificar se existiam diferenças semanais e entre os cubas, sendo aplicado o mesmo procedimento de análise estatística referido para as sardinhas, no Capítulo II.

3.- RESULTADOS

3.1.- VARIAÇÃO DO TEOR EM LÍPIDOS TOTAIS

Na Tabela 3.1 estão indicados os teores lipídicos das amostras de óleo obtido como subproduto da anchovagem de sardinha.

Tabela 3.1.- Alteração semanal dos teores em lípidos (média \pm desvio padrão, n=2) do óleo de sardinha obtido como subproduto da anchovagem (%).

| Semana | 1º Processo | | 2º Processo | |
|--------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| | Cuba 2 | Cuba3 | Cuba 12 | Cuba 13 |
| 2ª | 81,3 \pm 3,97 | 86,0 \pm 4,44 | 93,7 \pm 0,11 | 92,5 \pm 2,07 |
| 3ª | 89,3 \pm 5,18 | 88,7 \pm 1,49 | 89,4 \pm 4,17 | 94,8 \pm 0,89 |
| 4ª | 93,7 \pm 4,27 | 90,5 \pm 0,41 | — | — |
| 5ª | 86,3 \pm 1,59 | 86,6 \pm 4,45 | 89,8 \pm 1,29 | 86,7 \pm 5,28 |
| 6ª | 84,3 \pm 1,20 | 88,4 \pm 2,70 | 90,4 \pm 1,13 | 77,5 \pm 2,89 |
| 7ª | 79,2 \pm 16,36 | 85,9 \pm 3,50 | 91,8 \pm 1,89 | 81,3 \pm 1,62 |
| 8ª | 88,9 \pm 2,84 | 89,3 \pm 1,26 | 87,1 \pm 0,51 | 84,5 \pm 5,76 |
| 9ª | 83,8 \pm 6,64 | 89,1 \pm 8,54 | 80,0 \pm 16,33 | 82,3 \pm 4,17 |
| 10ª | 92,3 \pm 6,65 | 84,9 \pm 0,04 | 94,3 \pm 1,29 | 83,8 \pm 9,27 |
| 11ª | 90,0 \pm 3,20 | 86,2 \pm 2,66 | 87,1 \pm 6,54 | 77,9 \pm 12,24 |
| 12ª | 87,1 \pm 0,50 | 87,7 \pm 3,14 | 80,2 \pm 11,32 | 86,6 \pm 6,33 |
| 13ª | 87,4 \pm 1,60 | 82,4 \pm 4,36 | 82,4 \pm 0,98 | 81,7 \pm 2,40 |
| 14ª | 85,0 \pm 3,94 | 88,1 \pm 1,88 | 82,2 \pm 0,23 | 88,1 \pm 3,25 |
| 15ª | 86,0 \pm 3,28 | 85,0 \pm 1,05 | 80,2 \pm 9,09 | 91,7 \pm 11,33 |
| 16ª | 86,0 \pm 3,71 | 85,4 \pm 3,25 | 80,1 \pm 3,68 | 87,2 \pm 5,95 |
| 17ª | — | — | 82,5 \pm 6,97 | 88,8 \pm 4,14 |
| 18ª | — | — | 93,7 \pm 0,81 | 91,1 \pm 0,70 |
| 19ª | — | — | 69,9 \pm 3,88 | 83,6 \pm 13,60 |
| 20ª | 91,0 \pm 2,38 | 86,5 \pm 2,67 | 83,1 \pm 1,48 | 85,7 \pm 0,95 |
| 21ª | — | 87,0 \pm 9,69 | — | — |
| 22ª | — | 84,2 \pm 1,75 | — | — |

Na generalidade os teores de lípidos são superiores a 80%, não ocorrendo variações significativas entre cubas do mesmo processo e ao longo das várias semanas de maturação. Estes valores parecem indicar que este óleo possui um elevado grau de pureza.

No segundo processo de anchovagem ocorreu no entanto uma maior variação dos lípidos totais no óleo de anchovagem, embora não existissem diferenças significativas entre o teor em lípidos totais nos óleos obtidos como subproduto dos dois processos de anchovagem estudados.

3.2.- VARIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO EM CLASSES LIPÍDICAS

Na Tabela 3.2 encontram-se representadas as composições do óleo de anchovagem nas respectivas classes lipídicas.

Tabela 3.2.- Composição das classes lipídicas no óleo (g / 100 g de lípidos totais, n=2; média \pm desvio padrão).

| Semana | 1º Processo | | | 2º processo | | | | |
|--------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|-----------------|------------------|-----------------|
| | Cuba | TAG | FFA | C | Cuba | TAG | FFA | C |
| 2ª | 2 | 93,8 \pm 2,45 | 2,96 \pm 1,33 | 3,21 \pm 1,12 | 12 | 91,8 \pm 0,96 | 6,08 \pm 0,71 | 2,18 \pm 0,24 |
| | 3 | 95,9 \pm 1,73 | 1,26 \pm 0,88 | 2,83 \pm 0,85 | 13 | 82,6 \pm 1,22 | 10,89 \pm 0,29 | 6,51 \pm 1,51 |
| 3ª | 2 | 94,8 \pm 1,23 | 3,00 \pm 1,00 | 2,18 \pm 0,23 | 12 | 81,9 \pm 2,02 | 14,17 \pm 2,36 | 3,97 \pm 0,35 |
| | 3 | 95,1 \pm 0,48 | 2,60 \pm 0,13 | 2,29 \pm 0,36 | 13 | 78,9 \pm 0,55 | 13,04 \pm 0,81 | 8,11 \pm 1,35 |
| 4ª | 2 | 96,1 \pm 0,81 | 1,55 \pm 0,76 | 2,38 \pm 0,04 | 12 | ----- | ----- | ----- |
| | 3 | 95,5 \pm 0,14 | 2,66 \pm 0,10 | 1,80 \pm 0,05 | 13 | ----- | ----- | ----- |
| 5ª | 2 | 94,5 \pm 0,75 | 2,43 \pm 1,11 | 3,02 \pm 0,57 | 12 | 89,8 \pm 1,94 | 8,34 \pm 2,05 | 1,83 \pm 0,11 |
| | 3 | 95,6 \pm 0,17 | 2,02 \pm 0,00 | 2,37 \pm 0,18 | 13 | 92,0 \pm 1,24 | 5,08 \pm 1,15 | 2,95 \pm 0,09 |
| 6ª | 2 | 94,6 \pm 0,62 | 2,91 \pm 0,46 | 2,45 \pm 0,16 | 12 | 88,5 \pm 0,48 | 9,23 \pm 0,06 | 2,23 \pm 0,42 |
| | 3 | 95,5 \pm 0,13 | 2,68 \pm 0,26 | 1,86 \pm 0,13 | 13 | 90,1 \pm 0,38 | 7,49 \pm 0,45 | 2,39 \pm 0,07 |
| 7ª | 2 | 94,1 \pm 0,18 | 3,06 \pm 0,04 | 2,83 \pm 0,23 | 12 | 88,4 \pm 3,01 | 7,89 \pm 2,90 | 3,71 \pm 0,12 |
| | 3 | 94,8 \pm 0,35 | 3,32 \pm 0,43 | 1,90 \pm 0,08 | 13 | 82,0 \pm 2,24 | 13,22 \pm 1,03 | 4,79 \pm 1,22 |
| 8ª | 2 | 95,3 \pm 1,25 | 3,08 \pm 0,97 | 1,63 \pm 0,28 | 12 | 87,9 \pm 1,01 | 8,69 \pm 0,88 | 3,47 \pm 0,13 |
| | 3 | 95,5 \pm 0,27 | 2,73 \pm 0,27 | 1,81 \pm 0,00 | 13 | 83,6 \pm 1,13 | 13,03 \pm 1,80 | 3,38 \pm 0,66 |
| 9ª | 2 | 94,0 \pm 0,52 | 3,57 \pm 0,85 | 2,39 \pm 0,33 | 12 | 88,7 \pm 3,44 | 7,41 \pm 3,88 | 3,89 \pm 0,44 |
| | 3 | 95,3 \pm 0,05 | 2,07 \pm 0,13 | 2,64 \pm 0,09 | 13 | 83,9 \pm 0,19 | 13,43 \pm 0,27 | 2,70 \pm 0,07 |
| 10ª | 2 | 95,5 \pm 0,32 | 2,04 \pm 0,30 | 2,44 \pm 0,02 | 12 | 87,7 \pm 2,58 | 7,65 \pm 1,56 | 4,68 \pm 1,03 |
| | 3 | 95,7 \pm 0,67 | 2,10 \pm 0,27 | 2,23 \pm 0,41 | 13 | 85,3 \pm 0,09 | 11,94 \pm 0,04 | 2,81 \pm 0,04 |
| 11ª | 2 | 96,3 \pm 0,23 | 2,00 \pm 0,48 | 1,69 \pm 0,26 | 12 | 86,8 \pm 2,31 | 9,75 \pm 1,60 | 3,42 \pm 0,71 |
| | 3 | 95,3 \pm 0,62 | 3,29 \pm 0,23 | 1,45 \pm 0,38 | 13 | 79,7 \pm 5,78 | 13,92 \pm 4,53 | 6,35 \pm 1,26 |
| 12ª | 2 | 96,3 \pm 0,39 | 1,52 \pm 0,24 | 2,15 \pm 0,14 | 12 | 88,1 | 10,02 | 1,87 |
| | 3 | 95,8 \pm 0,28 | 1,88 \pm 0,16 | 2,35 \pm 0,13 | 13 | 86,1 \pm 6,00 | 10,53 \pm 5,06 | 3,34 \pm 0,95 |
| 13ª | 2 | 96,2 \pm 0,02 | 1,60 \pm 0,09 | 2,19 \pm 0,06 | 12 | 85,6 \pm 0,92 | 11,96 \pm 1,22 | 2,46 \pm 0,30 |
| | 3 | 95,8 \pm 0,26 | 2,21 \pm 0,13 | 2,01 \pm 0,13 | 13 | 91,2 \pm 0,38 | 6,54 \pm 0,30 | 2,26 \pm 0,07 |
| 14ª | 2 | 93,9 \pm 1,27 | 3,52 \pm 1,37 | 2,60 \pm 0,10 | 12 | 89,0 \pm 0,93 | 7,91 \pm 1,36 | 3,06 \pm 0,42 |
| | 3 | 92,9 \pm 0,62 | 4,28 \pm 0,51 | 2,85 \pm 0,11 | 13 | 86,1 \pm 1,52 | 9,84 \pm 0,64 | 4,06 \pm 0,88 |
| 15ª | 2 | 94,7 \pm 1,06 | 3,26 \pm 0,74 | 2,02 \pm 0,31 | 12 | 85,2 \pm 3,53 | 8,00 \pm 3,45 | 6,83 \pm 0,09 |
| | 3 | 95,2 \pm 0,16 | 2,67 \pm 0,08 | 2,19 \pm 0,09 | 13 | 80,8 \pm 2,49 | 11,14 \pm 3,16 | 8,06 \pm 0,67 |
| 16ª | 2 | 93,5 \pm 1,73 | 4,54 \pm 1,61 | 1,95 \pm 0,13 | 12 | 86,1 \pm 1,02 | 7,06 \pm 1,25 | 6,83 \pm 0,23 |
| | 3 | 90,7 \pm 1,57 | 6,78 \pm 0,70 | 2,55 \pm 0,87 | 13 | 82,6 \pm 3,78 | 8,99 \pm 1,56 | 8,45 \pm 2,22 |
| 17ª | 2 | ----- | ----- | ----- | 12 | 85,3 \pm 0,40 | 7,71 \pm 0,63 | 7,00 \pm 0,23 |
| | 3 | ----- | ----- | ----- | 13 | 78,2 \pm 0,77 | 14,00 \pm 1,34 | 7,83 \pm 0,57 |
| 18ª | 2 | ----- | ----- | ----- | 12 | 85,9 \pm 2,82 | 6,92 \pm 2,98 | 7,22 \pm 0,16 |
| | 3 | ----- | ----- | ----- | 13 | 80,5 \pm 1,33 | 11,20 \pm 2,73 | 8,34 \pm 1,40 |
| 19ª | 2 | ----- | ----- | ----- | 12 | 81,6 \pm 2,41 | 9,97 \pm 2,62 | 8,46 \pm 0,21 |
| | 3 | ----- | ----- | ----- | 13 | 84,5 \pm 0,04 | 6,21 \pm 0,79 | 9,33 \pm 0,82 |
| 20ª | 2 | 92,1 \pm 0,18 | 5,71 \pm 0,41 | 2,17 \pm 0,22 | 12 | 83,5 \pm 0,30 | 7,53 \pm 0,04 | 9,00 \pm 0,26 |
| | 3 | 86,6 \pm 0,35 | 8,74 \pm 0,59 | 3,64 \pm 0,24 | 13 | 81,8 \pm 1,25 | 9,36 \pm 0,82 | 8,89 \pm 2,07 |
| 21ª | 2 | ----- | ----- | ----- | 12 | ----- | ----- | ----- |
| | 3 | 88,0 \pm 0,62 | 9,43 \pm 0,63 | 2,61 \pm 0,01 | 13 | ----- | ----- | ----- |
| 22ª | 2 | ----- | ----- | ----- | 12 | ----- | ----- | ----- |
| | 3 | 88,0 \pm 0,32 | 9,50 \pm 0,33 | 2,55 \pm 0,02 | 13 | ----- | ----- | ----- |

Como pode ser observado, o óleo obtido como subproduto do processo industrial de anchovagem de sardinha era apenas constituído por lípidos neutros. Este facto deve-se ao modo como ele foi obtido, por simples pressão das sardinhas durante o processo de cura. As classes lipídicas não diferiram significativamente no óleo recolhido das duas cubas de maturação no 1º processo de anchovagem estudado, mas variaram

semanalmente de forma significativa os TAG e os FFA ($P < 0,001$) e o C ($P < 0,01$). No segundo processo de anchovagem os TAG e o C diferiram significativamente entre cubas ($P < 0,001$) assim como os FFA ($P < 0,01$), apresentando-se o óleo da cuba 13 de uma forma geral mais degradado, contendo um menor teor de TAG e um maior teor em FFA e C.

Tanto no primeiro processo de anchovagem como no segundo a classe lipídica presente em maior quantidade é a dos TAG, os teores variaram entre 86,62 e 96,34 g/100 g de óleo no primeiro processo e 78,18 e 91,98 g / 100 g de óleo no segundo processo.

Na Tabela 3.3 pode ser observado o teor em humidade e lípidos totais (% m/m) e a composição das principais classes lipídicas(g /100 g m.s.) na sardinha que serviu como matéria prima ao segundo processo de anchovagem, bem como da sardinha anchovada (produto final) dos dois processos.

O aumento verificado no teor de gordura das sardinhas anchovadas em relação ao da matéria prima resultou da diminuição do teor de humidade durante a anchovagem. As anchovas obtidas como produto final dos dois processos possuíam um teor de humidade muito inferior ao das carcaças variando entre 40,9 e 44,9% e 58,2 e 58,7%, respectivamente, para o 1º e 2º processo. Uma vez aferido o teor de gordura em relação ao peso seco verificou-se, tal como seria de esperar, um decréscimo dos valores quando comparados com os da matéria prima. Esta diminuição é mais evidente na sardinha anchovada da fracção média da cuba, 21,9 g/100 g m.s. contra 28,0 g/100 g m.s. da matéria prima. De qualquer forma as amostras de sardinha anchovada encontravam-se envolvidas por uma camada de óleo, devido ao método de decantação da salmoura e da camada de óleo libertados durante a maturação que é efectuada no final do processo.

Tabela 3.3- Teor de humidade (%) de lípidos totais (%) e composição das classes lipídicas (g / 100 g m.s.) na matéria prima e produto final do processo de anchovagem.

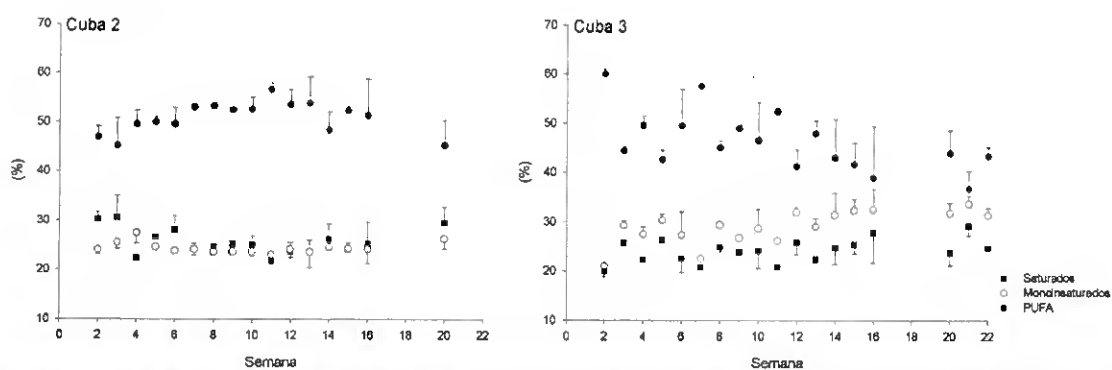
| | Humidade | Gordura | TAG | FFA | C | PC |
|------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| MP-A | 58,7 ± 2,3 | 11,6 ± 2,0 | 26,4 ± 4,0 | 0,5 ± 0,2 | 0,4 ± 0,1 | 0,6 ± 0,1 |
| MP-B | 58,2 ± 1,3 | 12,1 ± 1,7 | 26,9 ± 4,1 | 0,9 ± 0,3 | 0,5 ± 0,1 | 0,8 ± 0,2 |
| AC1 | 41,6 ± 1,3 | 7,6 ± 3,6 | 10,9 ± 5,4 | 1,8 ± 0,7 | 0,4 ± 0,1 | ----- |
| AM1 | 40,9 ± 1,0 | 7,2 ± 0,1 | 9,7 ± 0,6 | 2,2 ± 0,4 | 0,3 ± 0,0 | ----- |
| AB1 | 44,9 ± 1,2 | 12,7 ± 2,0 | 18,4 ± 2,8 | 4,1 ± 0,6 | 0,6 ± 0,1 | ----- |
| AC2 | 43,1 ± 0,3 | 16,0 ± 1,6 | 19,3 ± 2,1 | 7,9 ± 0,6 | 0,9 ± 0,1 | ----- |
| AM2 | 42,9 ± 0,4 | 12,5 ± 0,6 | 15,6 ± 1,5 | 5,7 ± 0,5 | 0,7 ± 0,1 | ----- |
| AB2 | 42,7 ± 0,3 | 15,7 ± 3,3 | 19,3 ± 4,8 | 7,1 ± 0,4 | 1,1 ± 0,2 | ----- |

MP-A: matéria prima eviscerada no laboratório; MP-B: matéria prima eviscerada na fábrica; AC1: anchova da fracção superior da cuba- 1º processo; AM1; anchova da fracção média da cuba- 1º processo; AB1: anchova da fracção inferior da cuba (n=2; média ± desvio padrão). AC2; AM2; AB2-o mesmo que anteriormente mas para o segundo processo.

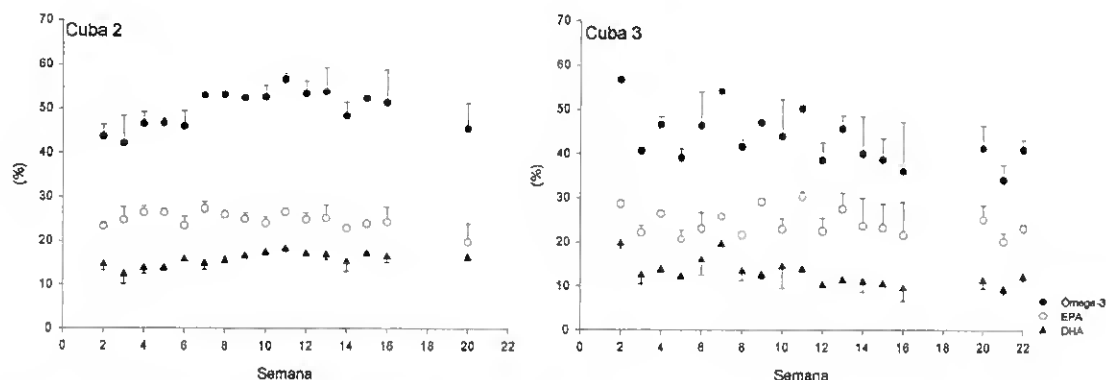
Os lípidos neutros representados em maior quantidade nas anchovas foram os triacilglicerois que variaram entre 9,7 e 19,3 g /100 g m.s., sendo superiores no segundo processo. Os ácidos gordos livres foram também superiores no segundo processo, variando entre 1,8 e 4,1 g / 100 g m.s. para o 1º processo e 5,7 e 7,9 g / 100 g m.s. no 2º processo.

3.3.- VARIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GORDOS

A variação da composição em ácidos gordos do óleo de anchovagem ao longo do 1º e 2º processo de anchovagem encontram-se sumariados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4 (Anexo II) respectivamente.



Como pode ser observado (Figuras 3.1 e 3.2) os PUFA são a fracção principal ao longo de todo o 1º processo, variando de forma significativa entre cubas ($P < 0,01$). Na cuba 2 após um acréscimo ligeiro até ao meio do processo verificou-se um ligeiro decréscimo da quantidade de PUFA, oscilando os seus teores entre 45,1 e 56,6%. Estas variações no teor de PUFA não foram, no entanto, significativas. Na cuba 3 os PUFA apresentaram uma tendência decrescente ao longo de todo o processo, variando entre 60,0 e 36,7% mas com um comportamento variável e com uma maior amplitude de variação do que o verificado na cuba 2.



Os ácidos gordos da família ómega-3 foram a principal fracção dos PUFA, particularmente os de cadeia longa (EPA e DHA), sendo o EPA o principal ácido gordo presente nesta fracção nas duas cubas ao longo de todo o processo (Figura 3.2). Na cuba 2 não ocorreu uma variação significativa dos PUFA, ao contrário do que ocorreu na cuba 3 ($P < 0,05$).

No 2º processo os PUFA começam por ser a principal fracção mas com uma tendência decrescente com o tempo de processamento, variando entre 51,8 e 31,3% na cuba 12 e entre 52,9 e 18,4% na cuba 13. Ao longo do 2º processo e ao contrário do que se verifica para o 1º processo, a fracção saturada e monoinsaturada têm uma tendência clara para se tornarem proporcionalmente maiores (Figura 3.3).

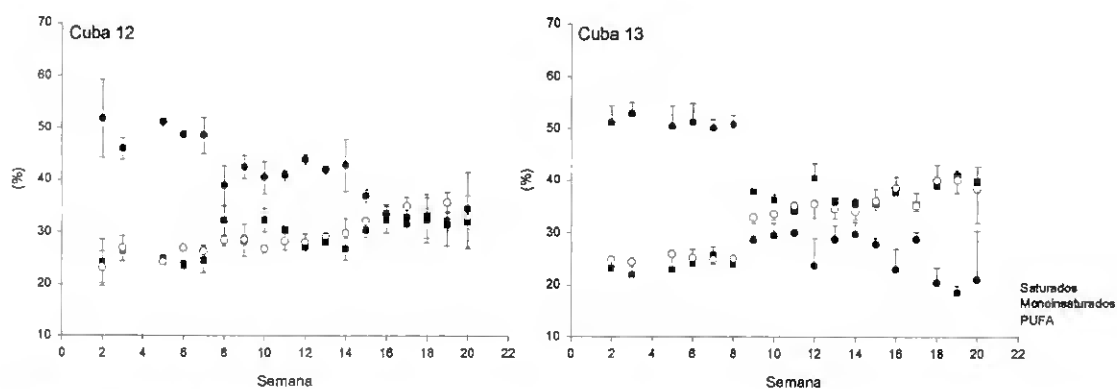


Figura 3.3- Variação da composição em ácidos gordos nos lípidos totais do óleo obtido como subproduto do 2º processo de anchovagem estudado (média \pm desvio padrão, $n=2$).

No final do processo de anchovagem a fracção saturada, monoinsaturada e PUFA estão presentes em proporções equivalentes na cuba 12 enquanto que na cuba 13 a fracção saturada e monoinsaturada superam claramente a fracção PUFA o que indica uma elevada oxidação do óleo, em particular o da cuba 13. Esta degradação do óleo à custa da diminuição do EPA e DHA no 2º processo e em particular na cuba 13 (Figuras 3.3 e 3.4) foi inclusivamente notável à vista desarmada durante a recolha das amostras, apresentando o óleo uma viscosidade e opacidade crescente ao longo das semanas, assim como um crescente número de partículas sólidas.

A fracção saturada, variou de forma significativa ($P < 0,05$) entre 21,7 e 30,6% na cuba 2 e de forma não significativa entre 19,9 e 29,2 % na cuba 3 do 1º processo e de forma significativa, entre 23,7 e 32,4%, na cuba 12 ($P < 0,01$) e entre 22,0 e 40,9% na cuba 13 ($P < 0,001$) do 2º processo. Nesta fracção o 16:0 foi o ácido gordo predominante em ambos os processos. A fracção monoinsaturada apresentou uma tendência crescente variando significativamente ($P < 0,01$) na cuba 3 do 1º processo e

nas cubas 12 e 13 do 2º processo ($P < 0,001$), não apresentando variação significativa na cuba 2 do 1º processo. O ácido oleico e o *cis*-vacénico foram os principais ácidos gordos desta fracção nos dois processos.

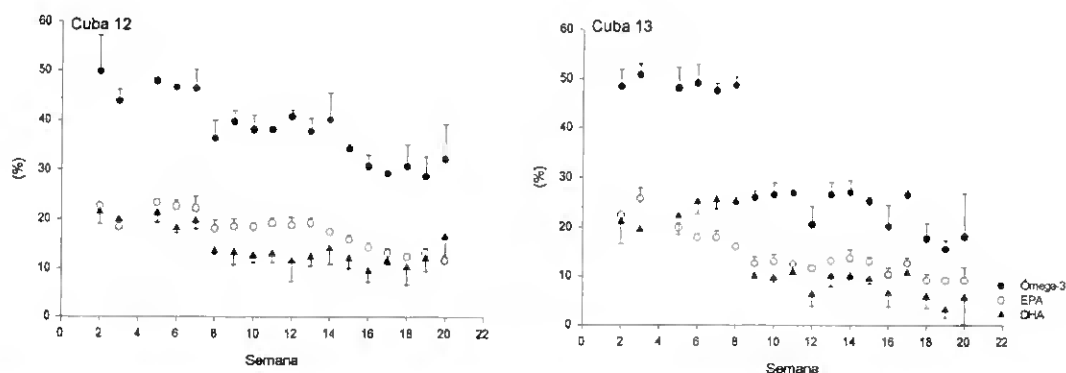


Figura 3.4- Variação da composição em ácidos gordos ómega-3, EPA e DHA nos lípidos totais do óleo obtido como subproduto do 1º processo de anchovagem estudado (média \pm desvio padrão, $n=2$).

Como pode ser observado na Tabela 3.4, a sardinha utilizada como matéria-prima para o 2º processo de anchovagem além de diferir no que diz respeito às classes lipídicas (Tabela 3.3), diferiu também na sua composição em ácidos gordos, sendo a sua fracção PUFA ligeiramente superior, por contribuição dos ácidos gordos das famílias ómega-3 e ómega-6, sendo notória a diminuição do teor em EPA e o aumento do DHA.

A sardinha anchovada do 2º processo ficou com uma composição semelhante à da matéria prima que lhe deu origem, mantendo um elevado teor em PUFA que é superior ao da sardinha anchovada no 1º processo.

Tabela 3.4- Composição em ácidos gordos dos lípidos totais da matéria-prima e produto final do processo de anchovagem

| Semanas | MP-A | MP-B | AC1 | AM1 | AB1 | AC2 | AM2 | AB2 |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 14:0 | 3,7 ± 0,3 | 3,6 ± 0,5 | 6,2 ± 0,4 | 5,3 ± 0,5 | 5,0 ± 0,2 | 4,1 ± 0,2 | 3,9 ± 0,5 | 3,8 ± 1,3 |
| 15:0 | 0,4 ± 0,0 | 0,4 ± 0,1 | 0,5 ± 0,0 | 0,5 ± 0,1 | 0,5 ± 0,1 | 0,5 ± 0,0 | 0,5 ± 0,0 | 0,5 ± 0,0 |
| 16:4 | 0,6 ± 0,1 | 0,5 ± 0,2 | 0,6 ± 0,1 | 0,6 ± 0,2 | 0,4 ± 0,1 | 0,5 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 | 0,3 ± 0,1 |
| 16:3 | 0,3 ± 0,1 | 0,3 ± 0,1 | 0,4 ± 0,1 | 0,3 ± 0,1 | 0,3 ± 0,1 | 0,3 ± 0,0 | 0,2 ± 0,0 | 0,2 ± 0,0 |
| 16:1 (n-7) | 5,5 ± 0,3 | 5,3 ± 0,8 | 8,4 ± 0,7 | 7,5 ± 0,5 | 6,7 ± 0,0 | 5,7 ± 0,2 | 5,2 ± 0,4 | 4,9 ± 0,0 |
| 16:0 | 14,2 ± 0,6 | 14,5 ± 1,5 | 23,4 ± 3,3 | 21,8 ± 0,5 | 21,4 ± 2,4 | 15,7 ± 0,3 | 15,3 ± 0,3 | 15,3 ± 0,4 |
| 17:0 | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 18:3 (n-6) | 1,6 ± 1,3 | 0,6 ± 0,9 | 1,2 ± 0,1 | 1,6 ± 0,4 | 1,0 ± 0,2 | 2,2 ± 0,2 | 1,2 ± 1,7 | 1,2 ± 1,7 |
| 18:4 (n-3) | 0,7 ± 0,6 | 1,1 ± 0,8 | 0,4 ± 0,5 | 0,5 ± 0,2 | 0,5 ± 0,1 | 0,1 ± 0,2 | 0,8 ± 1,0 | 0,7 ± 1,0 |
| 18:2 (n-6) | 0,8 ± 0,2 | 0,8 ± 0,1 | 0,9 ± 0,0 | 0,7 ± 0,1 | 0,9 ± 0,1 | 0,9 ± 0,0 | 1,0 ± 0,1 | 1,0 ± 0,0 |
| 18:3 (n-3) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 18:1 (n-9) | 9,1 ± 1,6 | 9,7 ± 1,3 | 12,5 ± 3,1 | 12,7 ± 2,2 | 13,6 ± 1,9 | 8,1 ± 0,2 | 7,5 ± 0,4 | 7,7 ± 0,1 |
| 18:1 (n-7) | 1,6 ± 0,2 | 1,5 ± 0,0 | 2,1 ± 0,3 | 1,9 ± 0,1 | 1,7 ± 0,1 | 1,6 ± 0,0 | 1,6 ± 0,2 | 1,4 ± 0,0 |
| 18:0 | 2,4 ± 0,6 | 2,3 ± 0,1 | 3,2 ± 0,5 | 2,8 ± 0,5 | 2,7 ± 0,2 | 2,5 ± 0,1 | 2,4 ± 0,0 | 2,3 ± 0,1 |
| 20:4 (n-6) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 20:5 (n-3) | 21,1 ± 3,9 | 20,0 ± 1,3 | 16,7 ± 0,5 | 18,7 ± 3,2 | 15,1 ± 2,8 | 17,5 ± 1,5 | 15,4 ± 0,2 | 14,8 ± 1,1 |
| 20:2 (n-6) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 20:1 (n-9) | 1,8 ± 0,3 | 1,9 ± 0,1 | 1,3 ± 0,1 | 1,1 ± 0,2 | 1,3 ± 0,2 | 1,6 ± 0,2 | 1,9 ± 0,3 | 2,0 ± 0,1 |
| 20:0 | 0,0 ± 0,1 | 0,3 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,2 | 0,4 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 22:6 (n-3) | 28,2 ± 4,3 | 29,5 ± 2,8 | 18,0 ± 6,8 | 19,1 ± 4,0 | 23,1 ± 1,8 | 30,7 ± 1,8 | 34,0 ± 0,8 | 34,3 ± 1,3 |
| 22:4 (n-6) | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,3 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 22:5 (n-3) | 7,0 ± 1,4 | 6,9 ± 2,1 | 5,0 ± 1,8 | 5,8 ± 0,5 | 6,6 ± 0,6 | 6,4 ± 0,2 | 6,4 ± 0,3 | 6,7 ± 0,1 |
| 22:1 (n-9) | 1,8 ± 1,1 | 1,5 ± 0,8 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 1,9 ± 0,1 | 2,7 ± 0,3 | 3,0 ± 0,1 |
| 22:0 | 0,0 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 24:1 (n-9) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| Desc. | 0,2 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,2 ± 0,1 | 0,1 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,5 ± 0,0 | 0,3 ± 0,2 |
| Saturados | 21,0 ± 2,5 | 20,8 ± 0,8 | 33,4 ± 4,3 | 30,5 ± 1,4 | 29,6 ± 2,8 | 23,1 ± 0,0 | 22,0 ± 0,8 | 22,0 ± 0,7 |
| Monoins. | 19,5 ± 1,7 | 20,2 ± 1,1 | 24,3 ± 3,8 | 23,1 ± 2,6 | 23,2 ± 2,1 | 18,9 ± 0,2 | 18,8 ± 0,4 | 19,0 ± 0,2 |
| PUFA | 60,2 ± 2,0 | 59,9 ± 0,9 | 43,2 ± 7,8 | 47,2 ± 2,4 | 47,9 ± 1,6 | 58,7 ± 0,0 | 59,3 ± 0,4 | 59,3 ± 0,5 |
| Ómega-3 | 57,0 ± 1,8 | 57,5 ± 1,2 | 40,1 ± 7,8 | 44,1 ± 2,1 | 45,3 ± 1,6 | 54,7 ± 0,3 | 56,6 ± 1,4 | 56,5 ± 1,3 |
| Omega-6 | 2,4 ± 1,1 | 1,5 ± 0,8 | 2,1 ± 0,2 | 2,3 ± 0,5 | 1,9 ± 0,2 | 3,2 ± 0,2 | 2,2 ± 1,8 | 2,2 ± 1,7 |

MP-A: matéria prima eviscerada no laboratório; MP-B: matéria prima eviscerada na fábrica; AC1: anchova fracção superior da cuba- 1º processo; AM1: anchova da fracção média da cuba- 1º processo; AB1: anchova da fracção inferior da cuba (média ± desvio padrão, n = 2). AC2; AM2; AB2-o mesmo que anteriormente mas para o segundo processo.

4.- DISCUSSÃO

Nos dois processos de anchovagem estudados verificou-se a libertação de uma importante quantidade de óleo durante a maturação das sardinhas, particularmente visível a partir da segunda semana de maturação, em todas as cubas. O teor em lípidos totais extraídos do óleo libertado durante os processos de anchovagem, foi menos variável no 1º processo. No 2º processo de anchovagem o óleo sobrenadante apresentou ao longo do processo uma viscosidade crescente e um aspecto mais heterogéneo, que se traduziu provavelmente, na maior variabilidade do teor em lípidos totais extraídos devido a uma maior quantidade de impurezas em suspensão. Em ambos os casos o óleo era constituído unicamente por lípidos neutros, sendo o seu principal constituinte os TAG, ao que não é alheio o facto do óleo ser extraído única e exclusivamente pela acção da pressão sobre as sardinhas, sendo os TAG a principal classe lipídica presente nos lípidos de reserva da sardinha (Capítulo II).

As sardinhas anchovadas, obtidas do 2º processo de anchovagem, apresentaram como consequência da libertação do óleo um menor teor em lípidos totais expressos na matéria seca do que as sardinhas utilizadas como sua matéria prima. Esta diminuição do teor em lípidos totais devido à sua libertação para o exterior foi também verificada em outros processos de anchovagem de sardinha [20] e no processo de fabrico de sardinha (*Etrumeus teres*) fermentada [52] assim como noutros produtos fermentados elaborados a partir de pescado [53, 311]. Alguns trabalhos [20, 52, 53] sugerem que a diminuição do teor em lípidos totais poderá ser devida também à actividade microbiana e/ou de enzimas lipolíticas. No entanto nos processos de anchovagem de sardinha estudados neste trabalho é bem evidente que a diminuição do teor em lípidos totais da sardinha anchovada se deve principalmente à libertação destes para o exterior, formando-se uma camada espessa de óleo sobrenadante.

Comparando os valores obtidos das sardinhas frescas evisceradas no laboratório e das evisceradas na fábrica (respectivamente 11,6 e 12,1% de lípidos totais e 58,7 e 58,2% de humidade), não parecem haver grandes alterações, parecendo que o tratamento em laboratório não oferece diferenças em relação ao processo fabril. O teor em lípidos totais foi ligeiramente inferior ao das sardinhas pescadas ao largo da costa de Quarteira em Julho do ano anterior (13,7 % para as fêmeas e 13,4 % para os machos,

ver Tabela 2, Anexo I). A composição das classes lipídicas da carcaça de sardinha utilizada como matéria prima no 2º processo de anchovagem difere das sardinhas pescadas ao largo da costa de Quarteira em Julho do ano anterior (ver Tabela 3, Anexo I), particularmente no que diz respeito ao menor teor em TAG (26,9 g / 100 g m.s. contra teores superiores a 34 g/100 g m.s.) e maior teor em FFA (0,9 g /100 g m.s. contra teores inferiores a 0,12 g/ 100 g m.s.). O maior teor de FFA com consequente do teor em TAG observado na matéria prima da fábrica é indicativo de degradação dos lípidos, provavelmente devido à temperatura ambiente elevada do mês de Julho e aos tempos de espera durante o processo. Provavelmente estes factores provocaram também uma desidratação parcial das sardinhas, visto que o teor de humidade é também ligeiramente inferior na matéria prima da fábrica. Uma vez que os teores das classes lipídicas estão aferidas em relação ao peso seco, as diferenças tornaram-se ainda mais evidentes.

O segundo processo de anchovagem estudado iniciou-se em Julho, altura do ano em que as sardinhas possuem teores mais elevados de lípidos o que levou a um transbordo do óleo libertado das sardinhas durante a maturação para fora das cubas. Este excesso obrigou a uma remoção de parte do óleo da camada mais superficial da cuba, uma operação frequente na indústria [84]. Este processo destrói a película de gordura superficial que se forma quando o óleo permanece em contacto com o ar e que funciona provavelmente como protecção contra a oxidação, além de misturar a camada de óleo oxidada com o óleo em boas condições e introduzir oxigénio que favorecem a oxidação. Este manuseamento do óleo associado às temperaturas elevadas, que se verificam no período de verão, terão sido os responsáveis pela maior degradação verificada neste óleo relativamente ao obtido no primeiro processo de anchovagem. No 2º processo e em particular na cuba 13, a maior amplitude de variação verificada nos teores de lípidos totais extraídos deveu-se provavelmente à maior actividade das enzimas lipolíticas, pela acção da temperatura e do manuseamento do óleo e que é comprovada pelo maior teor em FFA verificado logo no início da maturação e que se mantém ao longo de todo o processo. As enzimas lipolíticas têm como substracto natural os TAG ao hidrolizar os seus ácidos gordos. Os FFA insaturados são altamente susceptíveis à auto-oxidação, dando origem a hidroperóxidos que são compostos instáveis e decompõem-se dando origem a aldeídos, cetonas, álcoois e ácidos, entre outros compostos [57, 78, 111], conduzindo assim a uma diminuição do teor lipídico e de TAG. No 1º processo foi a

partir da 14^a semana de maturação que houve uma diminuição do teor de TAG ocorrendo um correspondente aumento do teor em FFA.

À semelhança do que aconteceu no óleo, nas sardinhas anchovadas do 2º processo também ocorreu o decréscimo dos teores de TAG com conseqüente aumento do teor em FFA, verificando-se também a degradação total ou diminuição para níveis não detectáveis da PC. Em produtos da pesca fermentados foi observado o mesmo comportamento, sugerindo que os TAG e os principais fosfolípidos presentes sofrem uma hidrólise pela acção de enzimas lipolíticas, tais como a lipase e a fosfolipase A de origem provavelmente endógena e microbiana [52, 53]. O aumento do teor em FFA que se verifica durante a maturação de anchovas (*Engraulis anchoíta*) encontra-se relacionado com o desenvolvimento das características organolépticas desejáveis neste tipo de produtos e uma vez que o final do processo de anchovagem é geralmente determinado por análise sensorial, foi sugerida a determinação do teor em FFA como método objectivo de determinação da fase de maturação durante a anchovagem [237].

Nos óleos obtidos nos dois processos estudados em todas as cubas, os PUFA ómega-3 constituíram a principal fracção, estando presentes os ácidos gordos saturados e monoinsaturados em proporções semelhantes. Os principais constituintes dos PUFA ómega-3 no óleo dos dois processos estudados foram o EPA e o DHA, à semelhança do foi observado na sardinha anchovada e em outras espécies de peixe fermentado [52, 53, 311]. A diminuição do teor de ómega-3 ocorreu à custa do aumento da quantidade relativa de ácidos gordos saturados, em especial o 16:0 e do aumento dos ácidos gordos monoinsaturados, particularmente o ácido oleico.

No 2º processo estudado a diminuição do teor em PUFA foi muito mais notória, sendo mais intensa na cuba 13 e à custa da diminuição da quantidade relativa dos ácidos gordos pertencentes à família ómega-3, em particular o EPA e o DHA. É de salientar que, ao contrário do que aconteceu no 1º processo em que o EPA existia inicialmente em maior quantidade relativa que o DHA, no 2º processo o EPA e o DHA encontravam-se presentes em proporções semelhantes o que se traduz por um maior grau de insaturação inicial e conseqüentemente uma maior afinidade para a oxidação [57], o que efectivamente se veio a verificar. Como conseqüência da oxidação os teores em ácidos saturados e em ácidos monoinsaturados foram aumentando ao longo do processo, com o aumento em especial da quantidade de 16:0, 14:0 e 18:0 na fracção saturada e de 18:1(n-9) e 16:1(n-7) na fracção monoinsaturada, que eram os principais representantes destas fracções. O aumento das fracções saturada e monoinsaturada como conseqüência

da oxidação do EPA e do DHA é referido também em outros peixes fermentados [20, 52, 53, 311]. Os elevados teores iniciais em DHA no 2º processo poderão ser a consequência da hidrólise dos lípidos polares, em particular da PE e do PC por sistemas de enzimas lipolíticas endógenos que libertam principalmente DHA. Segundo alguns autores [52, 53] esta suposição é fortemente suportada pelo aumento marcado do teor em FFA.

Os valores encontrados para as várias classes de lipídicas e de ácidos gordos parecem sugerir um gradiente de degradação dos óleos ao longo dos processos que é mais intenso no 2º processo devido às elevadas temperaturas que ocorrem no mês de Julho (22-30 °C), altura em que se inicia este processo. Por outro lado as diferenças verificadas entre cubas de um mesmo processo parecem sugerir que a localização destas na fábrica é também um factor a considerar visto que nas que se encontravam expostas a temperaturas mais elevadas por se encontrarem inseridas nas paredes sujeitas a uma maior exposição à radiação solar o óleo apresentou uma maior degradação. A temperatura durante o processamento e maturação é um factor importante na oxidação dos PUFA neste tipo de produtos e em óleos em geral [57, 137], afectando não só a velocidade das reacções de hidrólise mas também de auto-oxidação.

De qualquer forma, os teores encontrados de ácidos gordos polinsaturados da família ómega-3, mesmo no 2º processo, permitem concluir que este óleo poderá ser potencialmente uma fonte destes ácidos gordos. No entanto, no caso dos óleos sujeitos a uma degradação mais intensa, como foi o caso do óleo obtido no 2º processo, será necessária a prévia identificação e eliminação dos produtos da oxidação, pois a ingestão produtos de oxidação, entre os quais hidroperóxidos, têm consequências metabólicas e toxicológicas nefastas, apesar dos teores formados destes compostos assim como a natureza dos seus efeitos ainda não esteja completamente estabelecida [57].

IV.- Variação sazonal da composição lipídica de três espécies de plantas silvestres: a borragem (*Borago officinalis*), o rosmaninho (*Lavandula sp.*) e o tomilho (*Thymus sp.*)

1.- INTRODUÇÃO

Os lípidos possuem uma série de funções importantes nas plantas. Os fosfolípidos, galactolípidos e esteróides constituem a barreira hidrofóbica das membranas celulares; os lípidos cuticulares e as ceras constituem a cobertura da superfície aérea das plantas que previnem as perdas de água e as protegem do stress ambiental e biológico; na maioria das sementes os TAG são a principal fonte de carbono de reserva, constituindo os TAG das sementes de soja, girassol e de milho a principal fonte de calorías da dieta humana. Os lípidos das plantas possuem ainda uma série de funções menos bem conhecidas, tais como as hormonas, os segundos mensageiros, a atracção de insectos e a defesa química [17].

As plantas possuem de uma forma geral um elevado teor em ácidos gordos polinsaturados, em particular o LA e o GLA [12, 181, 247, 262, 269, 310], possuindo algumas também o ALA em elevadas proporções [12, 120, 181, 262, 266, 310]. Estes ácidos gordos são necessários para a síntese endógena de ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa das famílias ómega-6 e ómega-3 que têm importantes funções no metabolismo normal dos vertebrados [12, 120, 127, 142, 247, 310].

A maioria dos óleos de origem vegetal que se incluem nos óleos e gorduras consumidos pelos humanos, são sobretudo ricos em ácidos gordos da família ómega-6, contribuindo para um desequilíbrio na ingestão de ácidos gordos da família ómega-3 e ómega-6, com risco de formação de uma série de distúrbios metabólicos que conduzem a situações patológicas [12, 247, 289, 310]. Uma vez que os ácidos gordos da família ómega-3 são sobretudo fornecidos por óleos de peixe cujo consumo é reduzido sobretudo na América e Europa do Norte [289], tem havido um crescente interesse na procura de plantas com um elevado teor de ácidos gordos ómega-3 que possam ser uma alternativa ao óleo de peixe [120, 310] quer para consumo directo ou para serem utilizadas na transformação de óleos [128, 142].

Assim, tem-se assistido também nos últimos anos a um crescente interesse na utilização das lipases das plantas como biocatalizadores na biotransformação dos lípidos, uma vez que estas possuem especificidade para o substrato [128, 191]. Outra via tem sido a alteração genética da quantidade e composição em ácidos gordos dos lípidos das sementes, quer por selecção e melhoramento de populações naturais, quer por engenharia genética [114].

Muitas plantas não cultivadas que crescem espontaneamente, a quem são atribuídas propriedades medicinais, parecem conter quantidades notáveis de ALA e de LA [181], motivo porque decidimos estudar a composição química e distribuição de ácidos gordos em três espécies de plantas medicinais amplamente disseminadas no barrocal algarvio, a borragem (*Borago officinalis*), o rosmaninho (*Lavandula sp.*), o tomilho (*Thymus sp.*).

A borragem pertence à família Boraginaceae, são ervas anuais ou vivazes que crescem espontaneamente, no Sul da Europa e na região mediterrânica, nas orlas de terrenos cultivados. Por vezes são também cultivadas como plantas ornamentais, como ervas de interesse culinário ou para fins medicinais [93, 134].

O rosmaninho pertence à família Labiatae, são sub-arbustos aromáticos, rústicos e sempre verdes, ocorrem em sítios secos, geralmente insolados, sendo muito abundantes nas charnecas e nos matos xerofílicos das ilhas atlânticas, na região mediterrânea e na Índia. Possuem glândulas epidérmicas que secretam compostos voláteis, designados por óleos essenciais. São cultivadas como plantas ornamentais e para obtenção de óleos e perfumes, que são utilizados para fins medicinais entre outros [93, 134].

O tomilho pertence também à família Labiatae são sub-arbustos, lenhosos pelo menos na base, muito aromáticos que crescem em lugares secos, descampados e matos xerofílicos da regiões temperadas da Europa e Ásia. São também cultivados como ervas aromáticas de uso culinário e medicinal, extraíndo-se também óleos essenciais, [93, 134].

Neste estudo foram analisadas diferentes partes das plantas (folhas e inflorescências) de modo a verificar as alterações na composição e avaliar a possibilidade de virem a ser uma fonte de PUFA ómega-3.

2.- MATERIAL E MÉTODOS

2.1.- AMOSTRAS DE PLANTAS

Seguiu-se a variação semanal do teor lipídico e sua composição em ácidos gordos de três espécies de plantas autóctones da serra algarvia, a borragem, o rosmaninho, o tomilho, com início em 8 de Março de 1999 e conclusão no final da floração de cada espécie, 10 de Maio para a borragem, 17 de Junho para o rosmaninho e 12 de Julho para o tomilho. Durante este período foram recolhidas amostras de folhas e inflorescências de cada espécie, sempre no mesmo local, semanalmente. As três espécies foram colhidas na serra de S. Brás de Alportel, sendo a borragem proveniente de uma zona de baixa altitude, o tomilho de uma zona intermédia e o rosmaninho de uma zona mais alta.

Nas plantas perenes (tomilho e rosmaninho), apenas foram recolhidas folhas dos ramos novos. As amostras foram recolhidas de um grupo de plantas que se encontravam num local restrito, por forma a garantir que se encontravam sob a acção das mesmas condições edáficas e climáticas, bem como num estágio de maturação semelhante.

2.2.- ANÁLISE BIOQUÍMICA

As amostras de plantas foram recolhidas normalmente ao final da tarde, sendo mantidas em refrigeração até análise, que foi efectuada na manhã seguinte.

As folhas e as inflorescências foram separadas dos respectivos ramos e trituradas previamente na picadora BRAUN. A partir do momento em que se tornou visível a presença de sementes, passou a ser efectuada, após a trituração na picadora, uma maceração das inflorescências, com o auxílio de um almofariz, com o objectivo de fragmentar os tegumentos externos das sementes e facilitar a extracção posterior dos seus lípidos pela acção dos solventes.

As folhas e as inflorescências das três espécies de plantas foram submetidas à extracção dos lípidos totais, determinação do teor de humidade e determinação da composição em ácidos gordos pelos métodos analíticos descritos anteriormente para a sardinha (Capítulo II).

2.3.- ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Os dados obtidos para os lípidos totais e composição em ácidos gordos foram sujeitos a análise de variância simples para verificar se existiam diferenças semanais, sendo aplicado o restante procedimento de análise estatística dos resultados referido para as sardinhas, no Capítulo II.

3.- RESULTADOS

3.1.- VARIAÇÃO DO TEOR LÍPIDICO NAS PLANTAS

Os teores de lípidos totais e de humidade das plantas utilizadas neste estudo encontram-se sumariados na Tabela I do Anexo III.

Os teores em lípidos totais na m.s. das folhas e das inflorescências apresentam alguma variabilidade, que é maior no caso do tomilho e rosmaninho, possivelmente devido ao facto de que embora as amostras tenham sido colhidas na mesma zona, eram oriundas de plantas diferentes e o ciclo de vida destas não é uniforme, podendo inclusivamente numa mesma planta, as diferentes ramadas encontrarem-se em estádios de maturação diferentes. Também ao contrário do que é habitual em Maio, na 9ª semana de recolha de amostras ocorreram períodos de chuva, o que provavelmente contribuiu para alterações em relação ao que é o ciclo de vida habitual destas plantas e consequentemente para uma maior variabilidade dos resultados.

3.1.1.- BORRAGEM

Como pode ser observado os teores de lípidos totais na m.s. das folhas de borragem (Figura 3.1) variaram de modo significativo ($P < 0,001$) semanalmente, entre 0,57 e 7,17 g /100 g m.s., sendo menores no período de crescimento das plantas e atingindo o teor máximo na semana de início de floração (3ª semana de recolha de amostras, altura em que surgem os primeiros botões) apresentando uma tendência decrescente no final da floração. Nas inflorescências da borragem (Figura 3.1) o teor de lípidos totais na m.s. variou significativamente ($P < 0,001$) ao longo da sua maturação entre 0,49 e 5,88 g /100 g m.s., aumentando em especial na última fase de floração, devendo-se provavelmente à deposição de lípidos de reserva nas sementes, o teor máximo da última semana deve-se provavelmente ao facto de que nesta fase as flores já não possuíam pétalas e eram essencialmente constituídas por sementes.

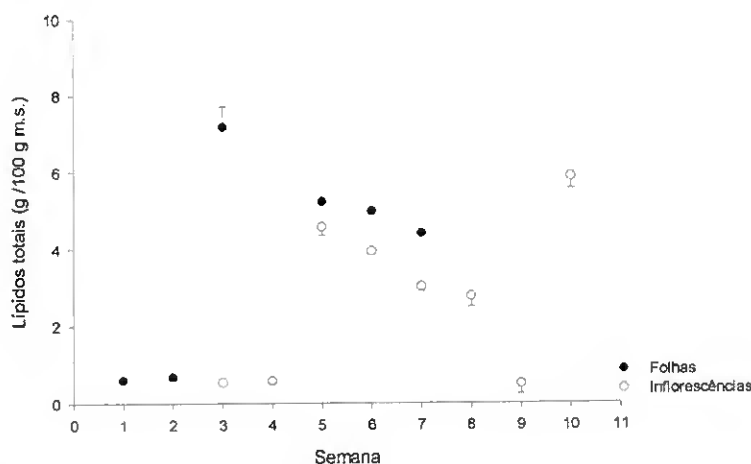


Figura 3.1 – Variação do teor em lípidos totais nas folhas e inflorescências de borragem ao longo do ciclo reprodutivo (média \pm desvio padrão, n=2).

3.1.2.- TOMILHO

Os teores de lípidos totais na m.s. das folhas e inflorescências do tomilho (Figura 3.2) foram superiores aos da borragem, variando tanto nas folhas como nas inflorescências de forma significativa ($P < 0,001$). Nas folhas esta variação oscilou entre 5,53 e 11,52 g /100 g m.s. e não parece ter um padrão distinto, verificando-se apenas uma maior variação do teor de lípidos totais na m.s. após o surgimento das inflorescências. Nestas pelo contrário, verifica-se que após surgirem os botões, o teor de lípidos totais na m.s. apresenta uma tendência decrescente que é invertida no início do desabrochar dos botões (14ª semana de recolha de amostras), atingindo-se os valores máximos na 16ª semana, altura em que praticamente não existem flores na planta. Nesta espécie o teor de lípidos na m.s. das inflorescências variou entre 7,67 e 17,48 g /100 g m.s..

Os teores de lípidos totais e de humidade encontram-se relacionados de forma linear (% lípidos totais = 18,59 - 0,22 (% humidade); $r^2 = 0,74$; n = 20; $P < 0,001$) nas inflorescências de tomilho, ao contrário do que se verifica para as inflorescências das outras espécies estudadas. Nas folhas esta relação inversa mantém-se mas com um menor coeficiente de determinação ($r^2 = 0,60$; n = 36; $P < 0,001$).

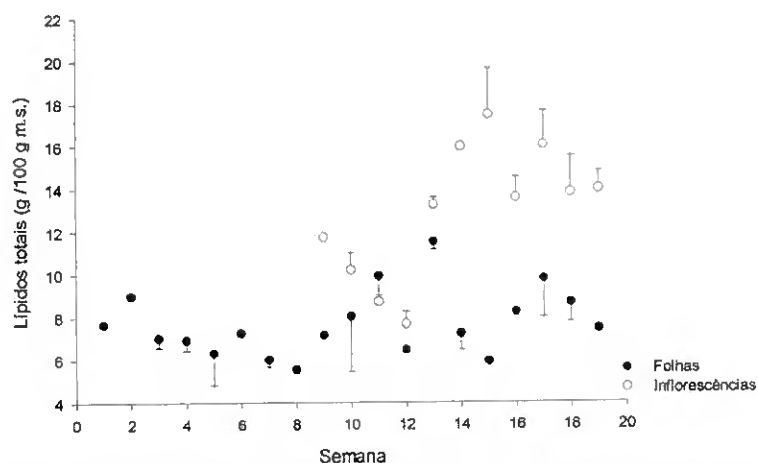


Figura 3.2 - Variação do teor em lípidos totais nas folhas e inflorescências de tomilho ao longo do ciclo reprodutivo (média \pm desvio padrão, n=2).

3.1.3.- ROSMANINHO

Os teores em lípidos totais na m.s. das folhas e inflorescências do rosmarinho (Figura 3.3) apresentaram uma maior amplitude de variação e também uma maior variabilidade entre replicados, facto a que não terá sido alheia a origem geográfica destas amostras (maior altitude e terreno mais acidentado), além da própria biologia da planta, com maior teor de ceras ao nível da cutícula das folhas.

Os teores de lípidos totais das folhas e das inflorescências de rosmarinho variaram semanalmente de forma significativa ($P < 0,001$), entre 3,28 e 34,79 g /100 g m.s. e 4,14 e 58,73 g /100 g m.s., respectivamente. Em ambos os órgãos os teores mínimos ocorreram na 8ª semana de recolha de amostras. O teor máximo nas inflorescências ocorreu na 9ª semana, altura de plena floração, enquanto nas folhas o valor máximo ocorreu na 15ª semana quando se iniciava a atrofia das folhas e se preparava o início de novo crescimento de folhas que veio a ocorrer na 16ª semana. Ao contrário do que se verificou para as folhas de borragem e tal como se verificou com o tomilho, o teor de lípidos totais e de humidade no rosmarinho encontram-se relacionados de forma linear inversa ($\% \text{ lípidos totais} = 40,86 - 0,54 (\% \text{ humidade}); r^2 = 0,70; n = 31; P < 0,001$).

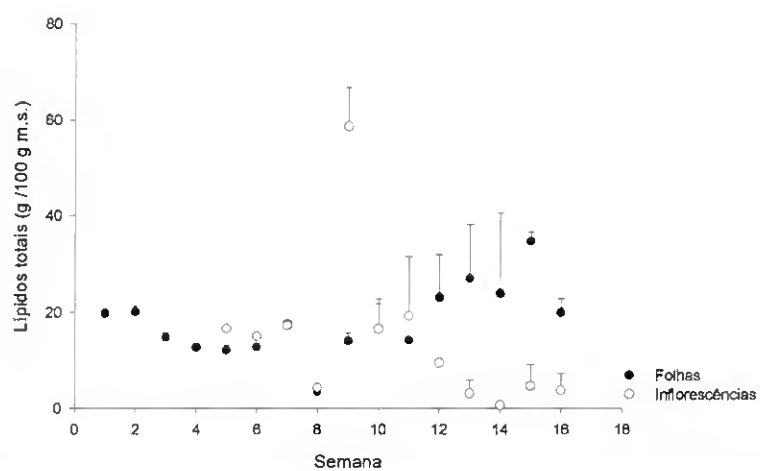


Figura 3.3 - Variação do teor em lípidos totais nas folhas e inflorescências de rosmaninho ao longo do ciclo reprodutivo (média \pm desvio padrão, n=2).

3.2.- VARIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GORDOS DOS LÍPIDOS TOTAIS DAS PLANTAS

3.2.1.- BORRAGEM

Na Tabela 2 (Anexo III) encontra-se representada a variação semanal da composição em ácidos gordos dos lípidos totais das folhas e flores da borragem. Nas folhas, tal como nas inflorescências os PUFA representaram a maior fracção (Figura 3.4 e 3.5), variando significativamente ($P < 0,001$) entre 71,4 e 62,4% para as folhas e 64,4 45,7% para as inflorescências, apresentando uma tendência para diminuir com o envelhecimento. Nas folhas, os PUFA da família ómega-3 representaram a maior fracção (Figura 3.4), variando significativamente ($P < 0,001$) entre 50,6 e 59,9%, sendo o ALA o predominante e com uma tendência crescente (mínimo de 33% e máximo de 43,4%), seguido pelo 18:4 (n-3). Os HUFA da família ómega-3 ocorreram nas folhas nas primeiras semanas e com um máximo na semana 4 (segunda semana de inflorescência), deixando depois de ser detectados. O EPA e o DHA foram os HUFA da família ómega-3 detectados em maior quantidade. Os PUFA da família ómega-6 decresceram com o envelhecimento das plantas, sendo o GLA o preponderante, variando entre 3,5 e 14,4% dos ácidos gordos totais.

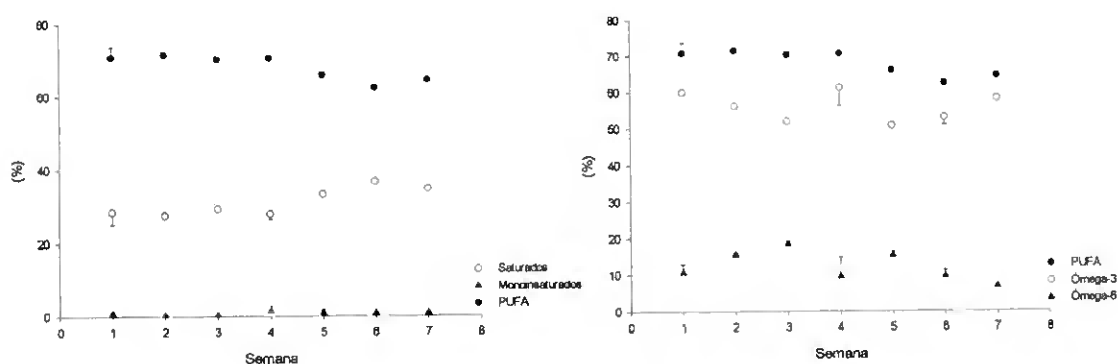


Figura 3.4 - Variação da composição em ácidos gordos nos lípidos totais das folhas de borragem (média \pm desvio padrão, $n = 2$).

Pelo contrário os ácidos gordos saturados tiveram uma tendência para aumentar ao longo das semanas, sendo o 16:0 o ácido gordo saturado detectado em maior quantidade, variando significativamente entre 22,6 e 30,4% ($P < 0,001$). Entre as fracções saturada e polinsaturada existe uma relação linear inversa significativa ($\%PUFA = 97,84 - 0,96 (\%Saturados)$; $r^2 = 0,97$; $n = 14$; $P < 0,001$).

Nas inflorescências as frações saturada, monoinsaturada e polinsaturada variaram de forma significativa ($P < 0,001$) ao longo da maturação (Figura 3.5). Ao contrário do verificado nas folhas, nas inflorescências de borragem os PUFA da família ómega-6 foram de uma forma geral preponderantes, variando entre 28,5 e 45,7%. O GLA foi o ácido gordo desta família que se encontrou em maior quantidade, variando entre 18,1 e 26,6%, sendo o teor máximo atingido na última semana de floração.

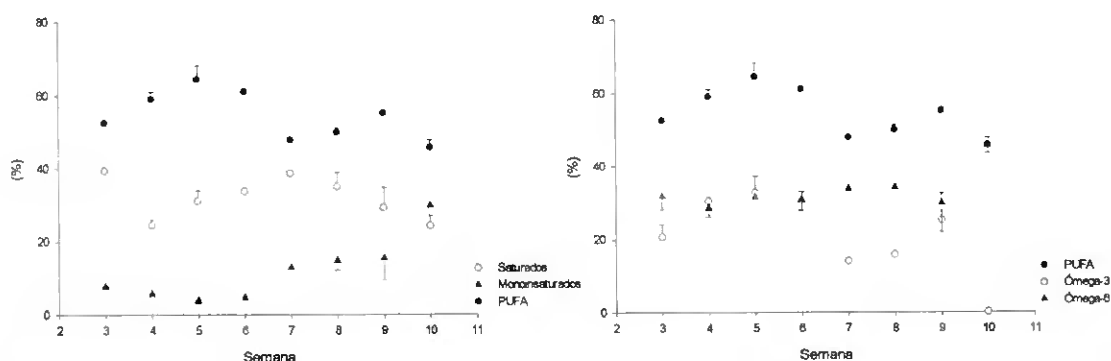


Figura 3.5 - Variação da composição em ácidos gordos nos lípidos totais das inflorescências de borragem (média \pm desvio padrão, $n=2$).

Os PUFA da família ómega-3, tal como os da família ómega-6, variaram de forma significativa ($P < 0,001$), verificando-se que os primeiros diminuíram acentuadamente a partir da 8ª semana de recolha de amostras, altura de franco desenvolvimento das sementes (Figura 3.5). O LA atingiu o seu máximo (27,5%) na última semana de floração, altura em que as flores já praticamente não possuíam pétalas e as sementes já se encontram totalmente formadas, sendo nesta fase o principal PUFA. Os ácidos gordos saturados foram a segunda fracção presente em quantidade (mínimo de 24,3 e máximo de 39,5%), sendo o 16:0 o principal ácido gordo saturado presente, tal como se verificou para as folhas. Os teores mínimos de ácidos gordos saturados verificaram-se no final da floração, altura em que a fracção monoinsaturada atingiu o seu máximo (29,9%), sendo o ácido oleico o principal constituinte desta fracção. A fracção monoinsaturada aumentou, consideravelmente, a partir da 9ª semana estando este aumento possivelmente relacionado com a maturação das sementes.

3.2.2.- TOMILHO

Nas Tabelas 3 e 4 (Anexo III) encontram-se sumariadas as variações semanais da composição em ácidos gordos dos lípidos totais de folhas e inflorescências de tomilho. As fracções saturada e polinsaturada das folhas e saturada, monoinsaturada e PUFA das inflorescências variaram de forma significativa ($P < 0,001$) ao longo do ciclo reprodutivo, sendo mais notável a variação destas fracções nas inflorescências (Figura 3.6 e 3.7). Tanto nas folhas como nas inflorescências, preponderou sempre a fracção PUFA, variando entre 53,1 e 77,8% para as folhas e 55,0 e 78,9% para as inflorescências. Os ácidos gordos da família ómega-3 estiveram sempre presentes em maior quantidade (Figuras 3.6 e 3.7), sendo em ambos os casos o ALA aquele que se manteve em maior quantidade ao longo de todo o ciclo. Os ácidos gordos da família ómega-6 mantiveram-se em níveis reduzidos nas folhas e inflorescências do tomilho, sendo de uma forma geral superiores os teores encontrados nas inflorescências.

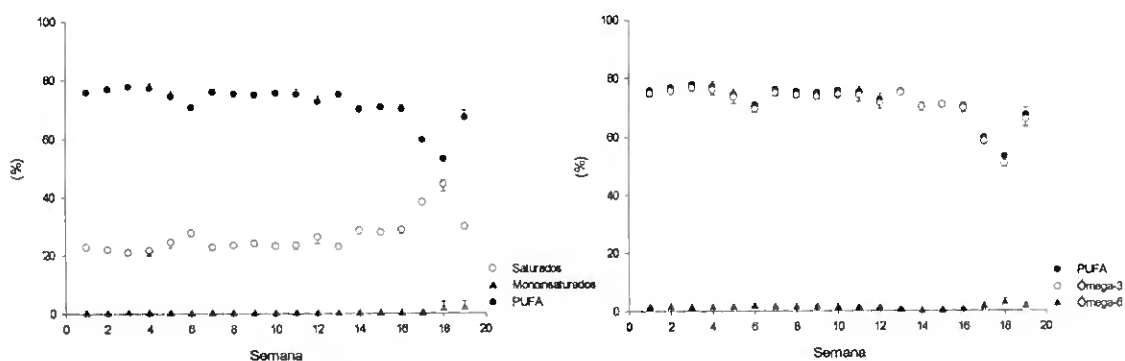


Figura 3.6 - Variação da composição em ácidos gordos nos lípidos totais nas folhas de tomilho (média \pm desvio padrão, $n = 2$).

A fracção saturada foi a segunda principal fracção tanto nas folhas como nas inflorescências, verificando-se existir uma relação linear inversa entre o teor de PUFA e de ácidos gordos saturados nas folhas e inflorescências ($\% \text{ PUFA} = 100,08 - 1,06 (\% \text{ Saturados})$; $r^2 = 0,98$; $n = 36$, para as folhas e $\% \text{ PUFA} = 94,12 - 0,91 (\% \text{ Saturados})$ $r^2 = 0,96$; $n = 21$, para as inflorescências, $P < 0,001$). A fracção saturada variou entre 21,1 e 44,4% nas folhas e 13,8 e 40,8% nas inflorescências, sendo em ambos os casos o 16:0 o principal ácido gordo presente. Nas folhas a fracção saturada manteve-se relativamente constante até à semana 13 (5ª semana de inflorescência). Após esta semana os valores foram crescentes, atingindo o máximo na penúltima semana de floração. Nas inflorescências pelo contrário, os teores máximos da fracção saturada foram atingidos

entre a 13^a e a 17^a semana (5^a e 9^a semana de floração) decrescendo depois para atingir o mínimo no final do ciclo reprodutivo. Os ácidos gordos monoinsaturados surgiram apenas nas duas últimas semanas do ciclo reprodutivo do tomilho, tanto nas folhas como nas inflorescências, detectando-se o ácido oleico nas inflorescências e o ácido *cis*-vacénico nas folhas.

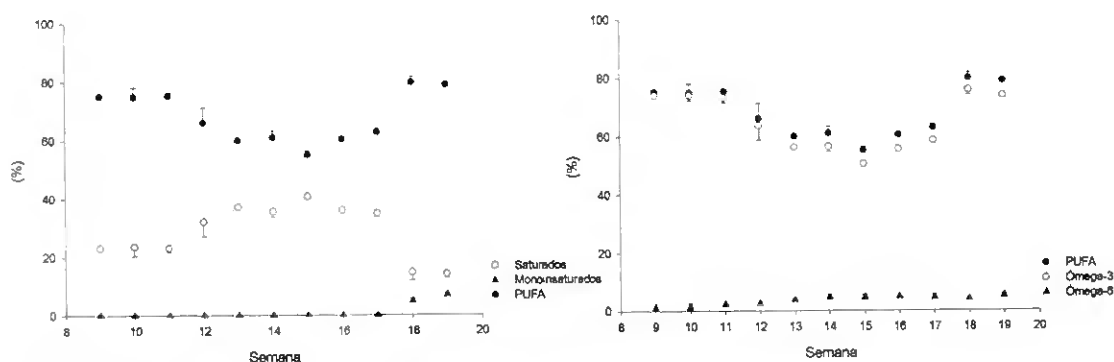


Figura 3.7 - Variação da composição em ácidos gordos nos lípidos totais nas inflorescências de tomilho (média \pm desvio padrão, n = 2).

3.2.3.- ROSMANINHO

Nas Tabelas 5 e 6 (Anexo III) encontram-se sumariadas as variações semanais da composição em ácidos gordos dos lípidos totais de folhas e inflorescências de rosmarinho. A fracção saturada e polinsaturada das folhas e saturada, monoinsaturada e polinsaturada das inflorescências variaram ao longo do ciclo reprodutivo de forma significativa ($P < 0,001$) e a fracção monoinsaturada das folhas variou significativamente ($P < 0,01$); (Figuras 3.8 e 3.9). A fracção PUFA foi a que preponderou, tanto nas folhas como nas inflorescências, variando entre 56,2 e 78,5% para as folhas e 54,9 e 78,5% para as inflorescências. Em ambos os casos os ácidos gordos da família ómega-3 preponderaram (Figuras 3.8 e 3.9), sendo o ALA o principal ácido gordo presente durante todo o ciclo. Os ácidos gordos da família ómega-6 mantiveram-se em níveis reduzidos nas folhas e inflorescências do rosmarinho, sendo no entanto os teores ligeiramente superiores nas inflorescências. A segunda principal fracção, nas folhas e nas inflorescências, foi a saturada, variando entre 20,7 e 40,1% nas folhas e 14,4 e 39,0% nas inflorescências, sendo em ambos os casos o 16:0 o principal ácido gordo presente.

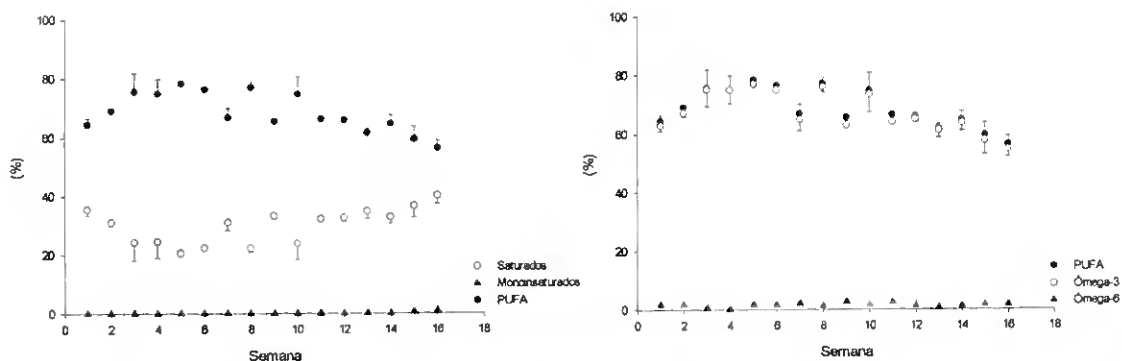


Figura 3.8 - Variação da composição em ácidos gordos nos lípidos totais nas folhas de rosmaninho (média \pm desvio padrão, n=2).

Nas folhas a fracção saturada decresceu até atingir o valor mínimo na semana 5, altura em que surgiram os primeiros botões. Após esta semana os valores foram crescentes atingindo o máximo na última semana de floração. Nas inflorescências pelo contrário os teores máximos da fracção saturada foram atingidos entre a 10^a e a 13^a semana (6^a e 9^a semana de floração) decrescendo depois para atingir o mínimo no final do ciclo reprodutivo.

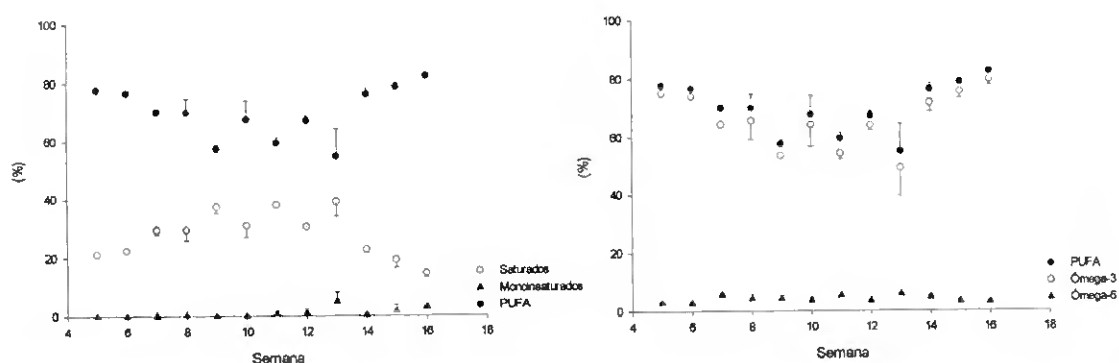


Figura 3.9 - Variação da composição em ácidos gordos nos lípidos totais nas inflorescências de rosmaninho (média \pm desvio padrão, n=2).

Nas flores tal como nas inflorescências existe uma relação linear inversa entre a fracção saturada e a fracção polinsaturada (% PUFA = 101,98 - 1,12 (% saturados); n = 32; $r^2 = 0,97$, nas folhas e % PUFA = 100,27 - 1,09 (% saturados); n = 24; $r^2 = 0,96$, nas inflorescências, P < 0,001).

4.- DISCUSSÃO

Os teores de lípidos totais na m.s. das folhas das três espécies estudadas variaram consideravelmente ao longo do ciclo reprodutivo. O teor lipídico das plantas depende não só do seu estado fisiológico como também das condições edáficas e ambientais, em particular a temperatura ambiente. Uma diminuição da temperatura provoca a curto prazo um aumento dos lípidos nas membranas e a manutenção das baixas temperaturas conduz, numa segunda fase, à incorporação preferencial de ácidos gordos polinsaturados nos lípidos destas [138, 244].

A borragem foi a que apresentou nas folhas os menores teores em lípidos totais na m.s., quando comparada com o tomilho e o rosmaninho. O maior teor lipídico das plantas aromáticas deve-se provavelmente, à presença de uma quantidade elevada de compostos aromáticos, principalmente terpenos e seus derivados [187]. Estes compostos, tal como os restantes lípidos são solúveis em solventes orgânicos e são hidrofóbicos, estando usualmente associados à região lipofílica das membranas onde desempenham funções essenciais na fotossíntese, na respiração e na regulação do crescimento [14, 187].

As plantas aromáticas e em especial o rosmaninho apresentaram um maior teor de lípidos totais na m.s. que se deve provavelmente, além do maior teor em terpenos e seus derivados, ao maior teor de lípidos presente na cutícula das folhas que além de evitar a perda de água por evapotranspiração, protege a planta do stress ambiental e biológico [17, 50, 233, 246, 274]. As plantas associadas a ambientes mais secos, como é o caso do tomilho e do rosmaninho, apresentam uma camada mais espessa de lípidos cuticulares [14]. De facto a borragem, o tomilho e o rosmaninho utilizados neste estudo foram recolhidos em diferentes altitudes que correspondem a exposições a diferentes condições edafo-climáticas que são mais extremas a maior altitude, sendo a borragem proveniente da zona mais baixa e o rosmaninho da zona mais alta da serra de S.Brás. Por outro lado a borragem ao contrário das outras espécies estudadas é uma planta anual, não necessitando por isso de se proteger de condições edafo-climáticas extremas.

Nas inflorescências ocorreram também variações consideráveis do teor em lípidos totais na m.s. ao longo da sua maturação, verificando-se de uma forma geral que houve inicialmente um acréscimo do teor de lípidos totais na m.s das inflorescências, seguido depois de um decréscimo. Este aumento do teor de lípidos foi particularmente notável na

borragem a partir a 5ª semana de recolha de amostras (a 2 semanas do desabrochamento das flores) e no tomilho a partir da 14ª semana de recolha de amostras (1ª semana de floração). Esta variação do teor lipídico ao longo do ciclo reprodutivo destas plantas explica-se pelo aumento da lípidos de reserva nas sementes e nas estruturas florais, (pétalas, anteras e pólen), para fins de reprodução [136]. O decréscimo de lípidos nas flores resulta destas entrarem em senescência e sofrerem alterações importantes nas propriedades das suas membranas, com diminuição do seu teor de fosfolípidos devido à diminuição da sua síntese, assim como da diminuição da actividade enzimática em geral [151], tal como acontece em outros órgãos das plantas [220]. O elevado teor de lípidos totais na última semana de recolha de amostras de borragem deve-se possivelmente ao facto de que as inflorescências se encontravam em franca senescência, não possuindo praticamente pétalas e contendo as sementes já maduras, que de uma forma geral possuem maiores teores de lípidos totais [136, 246]. No rosmaninho esta variação do teor lipídico não foi tão evidente, tendo o teor lipídico atingido o seu máximo na 9ª semana de recolha de amostras (1ª semana da floração). Provavelmente para os maiores teores lipídicos verificados nas inflorescências e em especial nas aromáticas (tomilho e rosmaninho) nas primeiras semanas de floração, terão também contribuído os compostos aromáticos, responsáveis pelo aroma característicos destas espécies e que têm um papel fundamental na polinização ao atraírem as abelhas [235]. Parte destes compostos aromáticos são lípidos poli-isoprénicos, sendo como já foi referido, solúveis em solventes orgânicos.

Os ácidos gordos das plantas possuem em geral cadeias lineares com um número par de átomos de carbono, podendo as cadeias carbonadas conter de 12 a 20 átomos de carbono [274], sendo mais comuns os de 16 e 18 átomos de carbono [17, 274], mas algumas espécies possuem ácidos gordos com mais de 22 átomos de carbono, por vezes em elevadas quantidades [14]. Os glicerolípidos das membranas das plantas possuem dois ácidos gordos de cadeia longa esterificados nas posições *sn* 1 e 2 da molécula de glicerol. Estes ácidos gordos possuem em geral 16 ou 18 átomos de carbono e contêm 0 a 3 ligações duplas [14, 17]. Das plantas estudadas, a borragem é a que apresenta uma maior diversidade de ácidos gordos, tanto nas folhas como nas inflorescências, sendo notável a presença de uma grande diversidade de ácidos gordos de cadeia longa que se verificou sobretudo nas folhas durante as primeiras 4 semanas de recolha de amostras, com destaque para o EPA, DHA e DPA. Nas plantas a presença de ácidos gordos de cadeia longa (com, no mínimo, 20 átomos de carbono) ocorre sobretudo nas ceras epicuticulares (sobretudo os saturados) e nas sementes (geralmente monoinsaturados da família n-9) [79]. Os ácidos

gordos insaturados estão normalmente presentes nos lípidos das membranas, sendo mais usuais os ácidos gordos com 18 átomos de carbono com 2 a 3 ligações duplas [15]. A presença de EPA, DHA e DPA nas plantas superiores até agora só foi detectada na beldroega (*Portulaca oleracea L.*) [266] e em algumas espécies de plantas silvestres [109], sendo a presença de EPA mais frequente que a de DHA e de DPA. Nesta caracterização dos ácidos gordos em plantas silvestres [109] não é detectada a presença de HUFA ómega-3 na beldroega. A sua presença e quantidade parecem estar relacionadas com a variedade (cultivar), com factores ambientais e com o estado fisiológico (fase de crescimento) da planta [266]. Na borragem o EPA e o DHA apenas estiveram presentes nas 4 primeiras semanas de crescimento, enquanto que na beldroega estes ácidos gordos, se estiverem presentes, parecem aumentar com a idade da planta.

Nas folhas das três espécies estudadas os PUFA predominaram ao longo de todo o ciclo reprodutivo, sendo o ALA o seu principal constituinte, tal como é referido para as folhas das plantas em geral [109, 246, 266]. A fracção monoinsaturada apenas esteve presente nas folhas em quantidades residuais e os ácidos gordos saturados representaram a segunda principal fracção, com uma tendência crescente ao longo das semanas amostradas. Este aumento poderá estar relacionado com o aumento da temperatura ambiente, visto que o aumento da temperatura conduz a uma redução da quantidade de PUFA presentes nos lípidos das plantas [192, 244]. O 16:0 e o 18:0 foram os principais representantes da fracção saturada ao longo de todas as semanas à semelhança do que acontece com as plantas em geral [109, 244, 246, 274].

Ao contrário do tomilho e do rosmaninho, em que praticamente a totalidade dos PUFA era constituída por ALA e os restantes ácidos gordos estavam apenas presentes em quantidades residuais, nas folhas da borragem o SA, o ácido GLA e o LA estiveram presentes ao longo de todo o ciclo de vida das folhas em quantidades relativamente elevadas. O mesmo se verificou nas inflorescências da borragem, à excepção da última semana de recolha de amostras, em que não existem ácidos gordos da família ómega-3 nestes órgãos. Huang e Chiang [142] referem teores da ordem dos 25% de GLA no óleo de borragem, embora não indiquem a sua origem, valores semelhantes aos encontrados em algumas semanas de floração da borragem utilizada neste estudo. À semelhança do que acontece nos animais, os metabolitos derivados dos lípidos das plantas, em especial os derivados de ácidos gordos insaturados, tais como o LA, o ALA e o GLA têm importantes funções nas respostas defensivas das plantas aos ferimentos, às infecções e ao ataque por insectos [174, 183, 258]. Os ácidos trienóicos são os principais constituintes das

membranas tilacóides dos cloroplastos, sendo também precursores de oxilipinas entre as quais o ácido jasmónico que possui importantes funções nos mecanismos de transmissão de sinais que relacionam o desenvolvimento da planta com as respostas ao stress [221]. A presença de ácidos gordos insaturados nas membranas é fundamental na manutenção da sua fluidez normal que tem um papel fundamental na tolerância das plantas a baixas temperaturas [183]. A fotossíntese é a principal função nas plantas superiores sujeitas a baixas temperaturas que requer um elevado teor de PUFA nas membranas dos cloroplastos [180].

Embora tenham ocorrido variações semanais na composição em ácidos gordos dos lípidos totais das folhas e das inflorescências, estas foram muito mais acentuadas nas inflorescências. A variação da composição em ácidos gordos dos lípidos totais das inflorescências de tomilho e de rosmaninho foi de uma forma geral semelhante, sendo sempre predominante a fracção PUFA, mas com uma tendência decrescente até sensivelmente metade do tempo de floração, voltando depois a aumentar até ao final da floração. A fracção saturada foi a segunda fracção presente em maior quantidade e apresentou um comportamento inverso ao dos PUFA, estes foram sempre maioritariamente constituídos pelo ALA, ao longo de todas as semanas. A fracção monoinsaturada foi sempre residual, aumentando apenas nas últimas semanas de floração e correspondendo provavelmente à deposição de lípidos de reserva nas sementes em maturação [14, 246]. Nas inflorescências da borragem os PUFA foram também a principal fracção seguida pela fracção saturada, mas a fracção monoinsaturada que era durante as primeiras semanas de floração reduzida, embora superior à das outras espécies estudadas, aumentou consideravelmente durante a maturação das sementes, superando mesmo a fracção saturada na última semana de floração. O acréscimo da fracção monoinsaturada foi devido ao aumento do ácido oleico que é um dos principais constituintes dos TAG das sementes [14]. A variação dos PUFA e da fracção saturada na borragem tem também um comportamento diferente do das outras espécies, sendo possível identificar duas fases distintas. A 1ª fase ocorreu até à 7ª semana (5ª semana de inflorescência) em que houve um acréscimo dos PUFA até à 5ª semana (3ª semana de inflorescência) altura em que as flores desabrocham, seguindo-se um decréscimo desta fracção. A 2ª fase coincidiu com o desenvolvimento das sementes e iniciou-se na 8ª semana, altura em que se verificou um novo aumento dos PUFA que atingiram um 2º máximo na 9ª semana. Nesta fase o teor de ácidos gordos monoinsaturados aumenta também consideravelmente e a fracção PUFA que era constituída por ácidos gordos das famílias ómega-3 e ómega-6 em proporções

relativamente equilibradas, passa a ser dominada pelos da família ómega-6. Na 10ª semana de recolha de amostras só os PUFA ómega-6 foram detectados nas inflorescências. Estes resultados são consistentes com o facto dos ácidos oleico e LA serem em muitos casos os ácidos gordos principais das sementes [39, 114, 246, 269], embora algumas possam conter quantidades significativas de ALA [269], tal como foi o caso das inflorescências de tomilho e rosmaninho. O GLA está presente nas sementes de apenas algumas espécies plantas pertencentes a famílias distintas tais como a Onagraceae, Boraginaceae e Primulaceae sendo essencialmente considerado um composto dos lípidos de reserva [256]. Embora nas folhas de borragem esteja presente o GLA e o SA [163, 256, 257], devido à actividade da Δ^6 -dessaturase que introduz uma ligação dupla no carbono 6 do LA (18:2 $\Delta^{9,12}$) e do ALA (18:3 $\Delta^{9,12,15}$) [257]. A composição dos lípidos de reserva das sementes difere da dos tecidos vegetativos sendo a capacidade germinação determinada pela habilidade de catabolização dos lípidos de reserva, seguida de síntese *de novo* de ácidos gordos [49].

À semelhança do que se passa com variados frutos, o teor lipídico [39, 306] e sua composição em ácidos gordos [39, 217, 266, 306], varia provavelmente nas espécies estudadas não só com o estado de maturação, mas também com a variedade e práticas de cultivo e condições ambientais [39, 192, 306], sendo assim determinante o seu país de origem [217].

As relações lineares inversas encontradas entre a quantidade de PUFA e de ácidos gordos saturados dos lípidos das folhas de borragem e nas folhas e inflorescências de tomilho e rosmaninho estão provavelmente relacionadas com a resposta às variações de temperatura ambiente, por forma a garantir a manutenção da fluidez das membranas essencial à manutenção das funções fisiológicas em geral e à fotossíntese em particular. Uma descida da temperatura conduz no primeiro dia ao aumento da quantidade de lípidos nas membranas, em particular de fosfolípidos, seguindo-se a incorporação preferencial de PUFA nos lípidos das membranas [183, 221, 244]. O aumento do teor em PUFA como resposta ao frio é acompanhado pela diminuição do teor em ácidos gordos saturados, em particular de 16:0 [244]. Em todas as relações encontradas o coeficiente da regressão é aproximadamente 1, o que significa que a variação dos PUFA é da mesma magnitude da dos ácidos gordos saturados, parecendo existir uma transferência quase directa entre uns e outros. Nas inflorescências da borragem esta relação não se verifica, devido à maior

quantidade de ácidos gordos monoinsaturados presentes nos lípidos totais e à crescente deposição destes provavelmente como lípidos de reserva das sementes.

A presença de GLA, SA e de ALA em quantidade nas folhas e sementes de borragem estão provavelmente associadas à sua utilização para fins medicinais. Actualmente o óleo extraído das suas sementes, que é particularmente rico em GLA, encontra-se disponível no mercado e tem vindo a ser utilizado em experiências e testes clínicos que demonstram o seu efeito anti-inflamatório [28, 140, 284]. A ingestão de uma dieta com um elevado teor em GLA aumenta a concentração endógena de DGLA (20:3 n-6). O aumento do DGLA parece ser um inibidor competitivo das prostaglandinas das séries 2 e dos leucotrienos das séries 4, que são as mais activas, diminuindo assim a inflamação [24].

As plantas aromáticas (tomilho e rosmaninho) o ALA predominou sempre tanto nas folhas como nas inflorescências. Embora não existam dados sobre as inflorescências, nas folhas das plantas o ALA é um dos principais constituintes dos glicolípidos presentes nas membranas dos cloroplastos [213]. Embora estas plantas possuam um elevado teor de ALA, a utilização destas plantas para fins medicinais parece estar associada principalmente ao seu conteúdo em óleos essenciais, sobretudo aos terpenoides [187, 235].

**V.- Ensaio de alimentação de larvas de dourada com óleo
subproduto da anchovagem de sardinhas**

1.- INTRODUÇÃO

A dourada [166], tal como o rodovalho (*Scotthalmus maximus L.*) [260] e o robalo (*Dicentrarchus labrax*) [149] são das espécies de peixe marinhas mais produzidas em aquacultura na Europa, mas que têm como desvantagem o reduzido tamanho das larvas durante as primeiras semanas de vida, o que torna difícil a sua alimentação [149, 166, 260]. Nas primeiras semanas de vida é fornecido alimento vivo às larvas, sendo largamente utilizados os rotíferos (*Brachionus plicatilis* Müller) [149, 166, 260, 302]. Os rotíferos são produzidos utilizando microalgas em especial *Chlorella* como alimento. Mais recentemente passou-se a utilizar uma levedura (*Sacharomyces cerevisiae*) como meio de cultura para produção em massa destes. Os rotíferos regra geral são deficitários em ácidos gordos essenciais [260, 302] e embora existam muitas espécies de microalgas com elevados teores de HUFA, em particular de EPA [44, 80], em geral contêm baixos teores de DHA, que as larvas e juvenis necessitam em grandes quantidades e que devem ser fornecido na sua dieta [29, 32, 197, 276]. Por outro lado, as algas não permitem tão facilmente uma produção de rotíferos a grande escala, como é possível com utilização de levedura. Como as larvas e os juvenis necessitam de uma dieta rica em lípidos e com um elevado teor em ácidos gordos essenciais tais como o LA e HUFA da família ómega-3 em especial EPA e DHA para atingirem um crescimento óptimo, com um bom desenvolvimento da bexiga gasosa e com bons índices de sobrevivência [29, 32, 142, 166, 260, 276, 277, 302, 316], torna-se necessário o enriquecimento dos rotíferos nestes ácidos gordos, sendo frequentemente utilizados para este fim óleos de peixe [302], ou emulsões contendo óleos de peixe, vitaminas e outros aditivos essenciais.

Uma vez que o óleo obtido como subproduto do processo industrial de sardinha (Capítulo III) possui um elevado teor em HUFA, em especial de EPA e DHA, decidiu-se estudar a possibilidade de utilização deste óleo inteiro e fraccionado no enriquecimento em HUFA de rotíferos destinados à alimentação de larvas de dourada.

2.- MATERIAL E MÉTODOS

2.1.- OBTENÇÃO DO ÓLEO INTEIRO E FRACCIONADO

2.1.1.- RECOLHA DO ÓLEO

Em Novembro de 1999 foram recolhidos na fábrica Marolhão (Olhão) 5 litros de óleo provenientes de um processo de anchovagem de sardinha iniciado em Setembro de 1999, visto ter sido verificado anteriormente que o óleo obtido quando o processo de fabrico se iniciava no final do Verão era mais rico em PUFA. Após homogeneização foi retirada uma amostra deste óleo que foi conservada sob azoto a -20° C, em recipiente de vidro hermeticamente fechado, até análise posterior. Em Dezembro foram também recolhidas duas amostras de óleo de cerca de 1 litro cada, provenientes de duas cubas de anchovagem de sardinha iniciada em Outubro, tendo sido repetido todo o processo de transformação do óleo e análises bioquímicas.

2.1.2.- FRACCIONAMENTO DO ÓLEO POR CRISTALIZAÇÃO (CONCENTRAÇÃO EM ÁCIDOS GORDOS ÔMEGA-3)

O óleo (óleo1) foi previamente submetido a uma homogeneização e aquecimento até 34° C tendo sido seguidamente adicionado 3,3 ml de hexano por g de óleo. Após homogeneização a mistura óleo/hexano foi introduzida em garrafas de vidro hermeticamente fechadas que foram submetidas a uma temperatura de -20° C durante 8 dias com o objectivo de cristalização dos TAG maioritariamente constituídos por ácidos gordos saturados. As duas fracções assim obtidas, 1) cristais maioritariamente constituídos por triacilglicerois constituídos principalmente por ácidos gordos saturados e monoinsaturados (Fracção1) e 2) fracção líquida constituída essencialmente por triacilglicerois contendo ácidos gordos monoinsaturados e poliinsaturados (Fracção Os ω 3), foram separadas por filtração sob vácuo, tendo sido utilizado papel de filtro Whatman n.º 4. O solvente foi separado das duas fracções com o auxílio de um evaporador rotativo, tendo posteriormente sido evaporado sob azoto por forma a eliminar eventuais resíduos de hexano. Após terem sido retiradas amostras às duas

fracções assim obtidas, para análise bioquímica, estas foram divididas em porções de 30 ml e armazenadas sob azoto a - 20° C em frascos de vidro hermeticamente fechados.

2.1.3.- ANÁLISES BIOQUÍMICAS

As amostras do óleo proveniente da fábrica e das duas fracções obtidas pelo procedimento acima descritas foram submetidas à análise da sua composição em ácidos gordos pelos métodos descritos anteriormente (Capítulo II).

2.2.- ALIMENTAÇÃO DE LARVAS DE DOURADA COM ROTÍFEROS (*BRACHIONUS PLICATILIS* MÜLLER) ENRIQUECIDOS COM ÓLEO DE ANCHOVAGEM DE SARDINHA

Foram efectuados, no IPIMAR (Olhão), dois ensaios de alimentação em larvas de dourada, um com início em Janeiro e outro em Abril de 2000, entre os 4 e os 21 dias de vida e entre os 4 e os 23 dias de vida, respectivamente.

Os rotíferos foram cultivados em tanques cónicos de 200 litros com uma salinidade de 28 ‰, a 19 °C, com um fotoperíodo de 14 horas de luz. Primeiramente foram alimentados com “Culture Selco” um alimento comercial à base leveduras, que contém um baixo teor em EPA e DHA. Após filtragem e lavagem 4 grupos de rotíferos foram enriquecidos respectivamente com o óleo completo obtido como subproduto da anchovagem de sardinha, com as duas fracções obtidas do fraccionamento do óleo completo e com uma emulsão comercial “Protein Selco”. As emulsões de enriquecimento foram efectuadas, com o auxílio do ULTRATURRAX, com 50 ml de água, 2,5 ml de cada produto e 0,75 ml de goma de xantana (Sigma Chemical Co, Madrid, Espanha), sendo depois misturadas em 18 litros de água contendo os rotíferos (O enriquecimento foi efectuado em tanques sujeitos a forte arejamento a partir do fundo durante o procedimento (Tabela 2.1). Os tanques estiveram sujeitos à mesmas condições físico-químicas durante o enriquecimento [223].

Tabela 2.1- Método de enriquecimento dos rotíferos

| Produto | Densidade (rt/ml) | Dose | Nº de Doses | Tempo (h) |
|-----------------------|-------------------|-----------|-------------|-----------|
| Óleo completo | 300-400 | 0,125 g/L | 2 | 18 |
| Fracção I | 300-400 | 0,125 g/L | 2 | 18 |
| Fracção Os ω 3 | 300-400 | 0,125 g/L | 2 | 18 |
| Protein selco | 300-400 | 0,125 g/L | 2 | 18 |

Foram recolhidas amostras de 20 larvas de dourada que foram medidas no dia 0 (1º dia da experiência) e no dia 4, sendo verificada a presença/ausência de bexigas gasosas. A partir do dia 4 as larvas foram distribuídas aleatoriamente por 12 tanques de 200 litros a uma densidade de 100 larvas por litro. Cada tratamento de rotíferos enriquecidos, foi aplicado a três tanques distribuídos de forma aleatória. As larvas foram alimentadas duas vezes ao dia com rotíferos enriquecidos pelos métodos descritos na Tabela 2.1 (5 ml de manhã e 2 ml à tarde). Periodicamente ao longo das experiências foram recolhidas 20 larvas de cada tanque, medindo-se o seu comprimento e verificando-se a presença/ausência de bexigas gasosas [223].

No 2º ensaio foram recolhidas 2 amostras de rotíferos, antes e após o enriquecimento com os diferentes produtos. Dos rotíferos enriquecidos com a fracção Os ω 3, por lapso, apenas foi recolhida 1 amostra. No final dos ensaios foram recolhidas amostras de 35 larvas de cada tanque que foram congeladas em azoto líquido, liofilizadas e armazenadas sob azoto até análise da sua composição em ácidos gordos. De cada tratamento foi também feita uma avaliação da taxa de sobrevivência.

2.2.1.- ANÁLISES BIOQUÍMICAS

As amostras das larvas provenientes dos diferentes tratamentos e rotíferos enriquecidos foram submetidas à análise da sua composição em ácidos gordos pelos métodos descritos anteriormente (Capítulo II). Devido à reduzida quantidade de lípidos totais presente nas larvas, verificou-se ser apropriado reduzir o número de amostras para 2, sendo os lípidos totais da 3ª amostra divididos em 2 porções e adicionados às 2 amostras restantes, por forma a aumentar a quantidade de lípidos com o objectivo de incrementar a resolução cromatográfica.

2.3- ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos da análise da composição em ácidos gordos dos produtos utilizados no enriquecimento dos rotíferos foram sujeitos a análise de variância simples, para verificar se existiam diferenças na composição dos vários produtos. A composição em ácidos gordos dos rotíferos antes e após o enriquecimento com os vários produtos foi sujeita ao mesmo tratamento estatístico. Os dados obtidos para o comprimento e % de bexigas gasosas insufladas foram sujeitos a análise de variância de duas entradas,

para verificar se existiam diferenças entre ensaios e tratamentos de enriquecimento, sendo aplicado o mesmo procedimento de análise estatística referido para as sardinhas, no Capítulo II.

3.- RESULTADOS

3.1.- COMPOSIÇÃO DO ÓLEOS FRACCIONADO E DOS PRODUTOS DE ENRIQUECIMENTO DO ÓLEO

Na Tabela 3.1 podem ser observadas as composições em ácidos gordos da emulsão comercial (Protein Selco), dos óleos sem transformação e das duas fracções obtidas pela transformação do óleo para o 1º processo de transformação e das fracções enriquecidas em PUFA do 2 e 3º processo.

Tabela 3.1- Composição em ácidos gordos da emulsão comercial e dos óleos e das fracções obtidas por cristalização (média ± desvio padrão, n=2)

| | Protein Selco | 1ª transformação | | | 2ª transformação | | 3ª transformação | |
|------------|---------------|------------------|------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | | Óleo 1 | Fracção1 | Fracção OSω3 | Óleo 2 | Fracção OSω3 | Óleo 3 | Fracção OSω3 |
| 14:0 | 0,2 ± 0,0 | 4,5 ± 0,6 | 5,7 ± 0,9 | 3,6 ± 0,3 | 5,8 ± 0,3 | 4,8 ± 0,6 | 5,4 ± 0,1 | 4,5 ± 0,2 |
| 15:0 | 0,3 ± 0,1 | 0,4 ± 0,1 | 0,5 ± 0,1 | 0,3 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 | 0,5 ± 0,1 | 0,5 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 |
| 16:4 | 0,1 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 16:3 | 0,1 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 16:1 (n-9) | 2,5 ± 0,6 | 7,7 ± 1,0 | 8,0 ± 1,2 | 6,7 ± 0,0 | 10,6 ± 1,3 | 9,3 ± 0,7 | 9,2 ± 0,2 | 7,9 ± 0,4 |
| 16:0 | 19,4 ± 0,5 | 15,2 ± 2,4 | 21,4 ± 4,0 | 11,8 ± 0,1 | 25,7 ± 4,4 | 19,3 ± 1,9 | 21,1 ± 1,3 | 15,5 ± 2,7 |
| 17:0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 |
| 18:3 (n-6) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 18:4 (n-3) | 0,6 ± 0,1 | 2,0 ± 0,1 | 2,0 ± 0,1 | 2,4 ± 0,0 | 1,5 ± 0,2 | 2,1 ± 0,1 | 2,1 ± 0,4 | 2,2 ± 0,0 |
| 18:2 (n-6) | 30,7 ± 0,9 | 1,0 ± 0,0 | 0,9 ± 0,1 | 1,0 ± 0,0 | 0,9 ± 0,0 | 1,1 ± 0,1 | 1,4 ± 0,1 | 1,3 ± 0,1 |
| 18:3 (n-3) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 18:1 (n-9) | 9,2 ± 0,1 | 9,1 ± 0,8 | 9,6 ± 0,7 | 8,6 ± 0,2 | 13,0 ± 1,0 | 13,4 ± 0,5 | 12,8 ± 0,0 | 11,1 ± 0,9 |
| 18:1 (n-7) | 0,6 ± 0,2 | 1,8 ± 0,1 | 2,0 ± 0,2 | 1,9 ± 0,0 | 2,5 ± 0,4 | 2,5 ± 0,1 | 2,4 ± 0,1 | 2,1 ± 0,1 |
| 18:0 | 3,6 ± 0,3 | 1,8 ± 0,0 | 2,9 ± 0,1 | 1,6 ± 0,0 | 2,5 ± 0,1 | 2,6 ± 0,2 | 2,6 ± 0,2 | 2,2 ± 0,1 |
| 20:4 (n-6) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 20:5 (n-3) | 7,9 ± 1,3 | 25,2 ± 0,2 | 21,1 ± 0,4 | 25,7 ± 0,5 | 15,7 ± 1,1 | 19,7 ± 0,5 | 20,0 ± 1,7 | 19,2 ± 0,9 |
| 20:2 (n-6) | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,2 | 0,0 ± 0,0 | 0,2 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,2 ± 0,3 |
| 20:1 (n-9) | 0,4 ± 0,0 | 1,3 ± 0,0 | 1,1 ± 0,6 | 1,2 ± 0,2 | 2,1 ± 0,1 | 2,4 ± 0,0 | 1,8 ± 0,2 | 1,7 ± 0,1 |
| 20:0 | 0,1 ± 0,0 | 0,3 ± 0,0 | 0,4 ± 0,1 | 0,3 ± 0,0 | 0,1 ± 0,2 | 0,1 ± 0,2 | 0,4 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 |
| 22:6 (n-3) | 19,2 ± 0,6 | 22,7 ± 3,4 | 19,9 ± 3,1 | 26,5 ± 0,1 | 16,1 ± 4,6 | 18,4 ± 1,0 | 17,7 ± 2,6 | 25,4 ± 2,9 |
| 22:4 (n-6) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 22:5 (n-3) | 4,3 ± 1,6 | 5,8 ± 1,4 | 3,5 ± 3,2 | 7,9 ± 0,0 | 2,6 ± 1,4 | 2,9 ± 2,3 | 2,1 ± 1,4 | 5,4 ± 1,3 |
| 22:1 (n-9) | 0,3 ± 0,4 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 22 : 0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 24:1 (n-9) | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,2 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,3 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,2 |
| Desc. | 0,5 ± 0,0 | 0,8 ± 0,5 | 0,9 ± 0,7 | 0,6 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 | 0,5 ± 0,0 | 0,5 ± 0,1 | 0,5 ± 0,0 |
| Saturados | 23,6 ± 0,9 | 22,1 ± 3,1 | 30,9 ± 4,9 | 17,5 ± 0,4 | 34,5 ± 4,5 | 27,3 ± 2,6 | 30,1 ± 1,0 | 23,1 ± 2,3 |
| Monoins. | 13,0 ± 0,3 | 20,0 ± 1,7 | 20,7 ± 2,7 | 18,3 ± 0,0 | 28,2 ± 2,7 | 27,8 ± 1,3 | 26,1 ± 0,1 | 22,8 ± 1,1 |
| PUFA | 62,9 ± 1,2 | 57,0 ± 5,2 | 47,4 ± 6,8 | 63,6 ± 0,4 | 37,0 ± 7,2 | 44,4 ± 3,9 | 43,3 ± 1,0 | 53,6 ± 3,4 |
| Omega-3 | 32,0 ± 2,1 | 55,9 ± 5,1 | 46,6 ± 6,8 | 62,4 ± 0,4 | 36,0 ± 7,2 | 43,2 ± 3,9 | 42,0 ± 0,9 | 52,1 ± 3,2 |
| Omega-6 | 30,8 ± 0,9 | 1,1 ± 0,2 | 0,9 ± 0,1 | 1,2 ± 0,0 | 0,9 ± 0,0 | 1,1 ± 0,1 | 1,4 ± 0,1 | 1,5 ± 0,2 |

As duas principais fracções obtidas por cristalização do óleo foram uma enriquecida com a fracção cristalizada e por isso com um maior teor em ácidos gordos saturados e monoinsaturados (Fracção 1) e outra que é essencialmente constituída pela fracção não cristalizada, possuindo esta um maior teor em ácidos gordos polinsaturados (OS ω 3) (Tabela 3.1). O acréscimo do grau de saturação na fracção cristalizada deveu-se sobretudo à concentração em ácido hexadecanóico e em menor grau à do ácidos tetradecanóico e octadecanóico. A fracção monoinsaturada sofreu também um ligeiro acréscimo devido à concentração em ácido hexadecenóico (16:1 n-9), oleico (18:1 n-9) e *cis*-vacénico (18:1 n-7). Nesta fracção os ácidos gordos polinsaturados sofreram um decréscimo, sobretudo à custa do EPA e do DHA. As fracções enriquecidas em PUFA obtidas para as três transformações possuíam uma maior concentração em PUFA ómega-3, sobretudo à custa do aumento do EPA e do DHA.

Tabela 3.2.- Variação percentual da composição em ácidos gordos saturados, monoinsaturados e polinsaturados do óleo transformado relativamente ao original.

| | Óleo 1 | | Óleo 2 | | Óleo 3 | |
|-----------|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Fracção 1 | Fracção OS ω 3 | Fracção OS ω 3 | Fracção OS ω 3 | Fracção OS ω 3 | Fracção OS ω 3 |
| Saturados | 39,8 % | -20,3 % | -20,9 % | -23,3 % | -23,3 % | -23,3 % |
| Monoins. | 3,5 % | -8,5 % | -1,4 % | -12,6 % | -12,6 % | -12,6 % |
| PUFA | -16,6 % | 11,6 % | 20,0 % | 23,8 % | 23,8 % | 23,8 % |
| Ómega-3 | -15,7 % | 11,6 % | 20,0 % | 24,0 % | 24,0 % | 24,0 % |
| Ómega-6 | -18,2% | 9,1 % | 22,2% | 7,1 % | 7,1 % | 7,1 % |

Globalmente a concentração em PUFA no óleo transformado é feita sobretudo à custa dos ácidos gordos da família ómega-3 e esta concentração parece ser mais eficiente para óleos com um maior teor de ácidos gordos saturados e monoinsaturados (Tabela 3.2).

Na composição em ácidos gordos do Protein Selco, do óleo inteiro e das 2 fracções obtidas após a 1ª transformação (Tabela 3.1), que foram os produtos a utilizados no enriquecimento dos rotíferos, verificou-se que em geral, o óleo inteiro e as suas fracções possuíam uma composição mais semelhante entre si e que difere especialmente da composição em ácidos gordos da fórmula comercial (Protein Selco).

As diferenças na fracção saturada foram significativas ($P < 0,05$), tendo a fracção 1 o maior teor (30,9%) e a fracção OS ω 3 o menor teor (17,5 %), o óleo completo e o Protein Selco apresentaram teores semelhantes (22,1 e 23,6%, respectivamente). A fracção saturada era constituída principalmente pelo 16:0 em todos os produtos, mas

enquanto que no Protein Selco o 18:0 foi o segundo ácido gordo presente em quantidade, nos outros produtos foi o 14:0. A fracção monoinsaturada diferiu também de forma significativa ($P < 0,05$) entre produtos, sendo menor no Protein Selco (13,0%) e na fracção OS ω 3 (18,3%) e maior na fracção 1 e no óleo completo (20,0 e 20,7%, respectivamente). O 18:1 (n-9) era o principal constituinte, em todos os produtos, mas por outro lado, o Protein Selco possuía o 16:1 (n-9) , quando comparado com os restantes produtos, em quantidades reduzidas. No que diz respeito ao teor em PUFA não existiram diferenças significativas entre os vários produtos utilizados no enriquecimento dos rotíferos, embora possa ser verificado que a fracção 1 era a que possuía PUFA em menor teor e a fracção OS ω 3 e o Protein Selco o maior teor nestes ácidos gordos. Os teores em ácidos gordos das famílias ómega-3 e ómega-6 foram no entanto significativamente diferentes ($P < 0,01$ e $P < 0,001$, respectivamente), possuindo o óleo completo e a fracção OS ω 3 uma maior quantidade de ómega-3 (55,9 e 62,4 %) e em particular de EPA e de DHA que estavam presentes em proporções semelhantes. O Protein Selco era o produto que possuía menor teor de ómega-3 (32,0 %) sendo o DHA o principal ácido gordo nesta fracção, embora a sua quantidade fosse inferior à presente nos outros produtos do óleo de anchovagem de sardinha. A fracção ómega-6 foi no Protein Selco significativamente superior ($P < 0,001$) à presente nos outros produtos devido ao elevado teor em ácido linoleico (18:2 n-6) existente neste produto comercial.

3.2.- COMPOSIÇÃO DOS ROTÍFEROS ENRIQUECIDOS E LARVAS DE DOURADA

Na Tabela 3.3 podem ser observados a composição dos rotíferos em ácidos gordos antes (Culture Selco) e após o enriquecimento com o óleo inteiro e fraccionado e com o Protein Selco.

Tabela 3.3 - Composição em ácidos gordos dos rotíferos antes e após o enriquecimento com os vários produtos (média \pm desvio padrão, n=2)

| <i>Brachionus plicatilis</i> | | | | | |
|------------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|----------------|
| | Culture Selco | Óleo 1 | Fracção1 | Fracção OS ω 3 | Protein Selco |
| 14:0 | 0,9 \pm 0,1 | 2,2 \pm 0,0 | 3,2 \pm 0,4 | 2,6 | 0,9 \pm 0,1 |
| 15:0 | 0,2 \pm 0,0 | 0,3 \pm 0,0 | 0,4 \pm 0,0 | 0,3 | 0,3 \pm 0,0 |
| 16:4 | 0,0 \pm 0,0 | 0,3 \pm 0,0 | 0,4 \pm 0,0 | 0,7 | 0,0 \pm 0,0 |
| 16:3 | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,0 | 0,3 \pm 0,0 | 0,4 | 0,0 \pm 0,0 |
| 16:1 (n-9) | 6,9 \pm 1,7 | 4,7 \pm 0,3 | 5,9 \pm 0,6 | 5,5 | 4,3 \pm 0,4 |
| 16:0 | 7,6 \pm 1,6 | 11,0 \pm 0,1 | 17,0 \pm 3,8 | 10,7 | 11,5 \pm 0,5 |
| 17:0 | 0,1 \pm 0,2 | 0,2 \pm 0,3 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 18:3 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,2 | 0,0 \pm 0,0 |
| 18:4 (n-3) | 0,4 \pm 0,1 | 1,4 \pm 0,1 | 1,4 \pm 0,1 | 1,8 | 0,5 \pm 0,0 |
| 18:2 (n-6) | 15,7 \pm 2,1 | 3,8 \pm 0,5 | 3,0 \pm 0,0 | 3,0 | 14,2 \pm 1,3 |
| 18:3 (n-3) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 18:1 (n-9) | 43,1 \pm 7,7 | 14,4 \pm 0,9 | 13,9 \pm 0,7 | 12,6 | 14,6 \pm 0,9 |
| 18:1 (n-7) | 1,2 \pm 0,0 | 2,7 \pm 0,0 | 2,3 \pm 0,2 | 2,4 | 1,3 \pm 0,0 |
| 18:0 | 7,2 \pm 4,7 | 2,9 \pm 0,3 | 2,8 \pm 0,9 | 7,2 | 7,9 \pm 3,0 |
| 20:4 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 20:5 (n-3) | 4,4 \pm 1,6 | 22,3 \pm 1,5 | 17,2 \pm 1,0 | 23,1 | 5,3 \pm 0,2 |
| 20:2 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 20:1 (n-9) | 1,5 \pm 0,3 | 2,1 \pm 0,1 | 1,9 \pm 0,1 | 2,1 | 1,9 \pm 0,0 |
| 20:0 | 0,1 \pm 0,0 | 0,3 \pm 0,0 | 0,5 \pm 0,0 | 0,2 | 0,4 \pm 0,1 |
| 22:6 (n-3) | 6,1 \pm 3,9 | 18,4 \pm 2,2 | 19,3 \pm 3,4 | 18,0 | 24,8 \pm 1,3 |
| 22:4 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 22:5 (n-3) | 3,2 \pm 2,1 | 10,3 \pm 0,0 | 8,6 \pm 1,8 | 7,3 | 9,3 \pm 0,5 |
| 22:1 (n-9) | 0,6 \pm 0,5 | 0,9 \pm 0,1 | 1,0 \pm 0,1 | 0,7 | 1,7 \pm 0,4 |
| 22 : 0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 24:1 (n-9) | 0,0 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 | 0,1 \pm 0,0 |
| Desc. | 0,8 \pm 0,1 | 1,6 \pm 0,4 | 1,1 \pm 0,1 | 1,3 | 1,3 \pm 0,1 |
| Saturados | 16,2 \pm 2,7 | 16,8 \pm 0,5 | 24,0 \pm 3,2 | 21,0 | 20,9 \pm 3,3 |
| Monoins. | 53,3 \pm 8,5 | 24,7 \pm 0,5 | 24,9 \pm 1,2 | 23,3 | 23,8 \pm 0,2 |
| PUFA | 29,8 \pm 5,7 | 56,9 \pm 0,4 | 50,1 \pm 4,3 | 54,3 | 54,1 \pm 3,4 |
| Ómega-3 | 14,0 \pm 7,7 | 52,4 \pm 0,9 | 46,4 \pm 4,2 | 50,2 | 39,8 \pm 2,1 |
| Ómega-6 | 15,7 \pm 2,1 | 4,0 \pm 0,5 | 3,1 \pm 0,1 | 3,1 | 14,2 \pm 1,3 |

Os rotíferos alimentados com leveduras e antes do enriquecimento possuíam um elevado teor em ácidos gordos monoinsaturados (53,3%), sobretudo em 18:1 (n-9) (43,1%), representando os PUFA (29,8%) a segunda fracção presente em maior quantidade. Esta fracção era constituída por proporções semelhantes de ácidos gordos da família ómega-3 (14,0%), em que o EPA, o DHA e o 22:5 n-3 eram os seus principais constituintes, e da família ómega-6 (15,7%), que era exclusivamente constituída por ácido linoleico.

Após o enriquecimento dos rotíferos com os vários produtos, verifica-se não existirem diferenças significativas no teor em ácidos gordos saturados, mas por comparação com os rotíferos antes do enriquecimento (Culture Selco), o teor de ácidos gordos monoinsaturados diminuiu significativamente ($P < 0,01$) para menos de metade em todos os tratamentos à custa da diminuição do 18:1 (n-9), embora com valores superiores aos dos produtos utilizados no enriquecimento.

Os PUFA aumentaram significativamente ($P < 0,01$) nos rotíferos, em todos os grupos, após o enriquecimento embora as proporções dos ácidos gordos das famílias ómega-3 e ómega-6 diferissem com o tratamento e se mantivessem concordantes com a composição relativa dos produtos utilizados no enriquecimento. Assim, verificou-se que o menor acréscimo na fracção ómega-3 ocorreu nos rotíferos tratados com Protein Selco em que triplicou, o que era de esperar visto que o Protein Selco apresentava um menor teor relativo em ácidos gordos da família ómega-3 (sensivelmente metade da presente na fracção OS ω 3). Do mesmo modo a proporção de ácidos gordos PUFA da família ómega-6 diminuiu em todos os tratamentos sendo a diminuição menor e não significativa, nos rotíferos tratados com o Protein Selco que possuía um maior teor de LA.

3.3.- COMPOSIÇÃO E CRESCIMENTO DAS LARVAS DE DOURADA

3.3.1.- COMPOSIÇÃO

A composição em ácidos gordos das larvas de dourada, após terem sido submetidas aos dois ensaios de alimentação com rotíferos enriquecidos com os diferentes produtos, encontra-se sumariada na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Composição em ácidos gordos das larvas após alimentação com os rotíferos enriquecidos com os diferentes produtos (média \pm desvio padrão, n=2)

| | <i>1º Ensaio</i> | | | | <i>2º Ensaio</i> | | | |
|------------|------------------|-----------------|-----------------------|----------------|------------------|----------------|-----------------------|----------------|
| | Óleo 1 | Fracção1 | Fracção OS ω 3 | Protein Selco | Óleo 1 | Fracção1 | Fracção OS ω 3 | Protein Selco |
| 14:0 | 1,6 \pm 1,2 | 4,3 \pm 5,5 | 1,2 \pm 0,2 | 1,4 \pm 0,6 | 0,8 \pm 0,5 | 0,8 \pm 0,4 | 1,1 \pm 0,2 | 0,7 \pm 0,0 |
| 15:0 | 0,4 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,6 | 0,4 \pm 0,0 | 0,5 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,1 | 0,6 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,3 | 0,5 \pm 0,0 |
| 16:4 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 16:3 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 16:1 (n-9) | 3,9 \pm 0,0 | 7,5 \pm 0,3 | 4,5 \pm 0,2 | 4,3 \pm 0,7 | 4,7 \pm 1,4 | 4,1 \pm 1,2 | 3,8 \pm 0,1 | 4,2 \pm 0,4 |
| 16:0 | 13,1 \pm 2,5 | 26,2 \pm 11,6 | 12,5 \pm 0,4 | 12,4 \pm 0,7 | 16,0 \pm 4,9 | 15,3 \pm 5,3 | 11,8 \pm 0,6 | 13,2 \pm 2,6 |
| 17:0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 18:3 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 18:4 (n-3) | 1,1 \pm 0,2 | 1,9 \pm 2,1 | 0,8 \pm 0,5 | 0,9 \pm 0,2 | 0,8 \pm 0,1 | 0,7 \pm 0,1 | 0,7 \pm 0,4 | 0,1 \pm 0,2 |
| 18:2 (n-6) | 6,7 \pm 1,2 | 5,9 \pm 4,9 | 7,6 \pm 0,7 | 12,4 \pm 3,8 | 5,8 \pm 2,5 | 5,1 \pm 1,5 | 4,2 \pm 0,1 | 13,5 \pm 1,5 |
| 18:3 (n-3) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 18:1 (n-9) | 10,7 \pm 0,7 | 14,2 \pm 0,0 | 10,2 \pm 0,3 | 11,2 \pm 0,4 | 9,9 \pm 1,4 | 10,4 \pm 2,3 | 9,2 \pm 1,1 | 13,3 \pm 2,4 |
| 18:1 (n-7) | 2,7 \pm 0,4 | 4,1 \pm 1,4 | 3,2 \pm 0,4 | 2,8 \pm 0,1 | 2,7 \pm 0,3 | 2,9 \pm 0,7 | 2,6 \pm 0,1 | 2,1 \pm 0,2 |
| 18:0 | 6,9 \pm 0,2 | 8,8 \pm 0,1 | 7,3 \pm 0,4 | 7,8 \pm 0,4 | 5,1 \pm 0,5 | 6,4 \pm 0,9 | 5,7 \pm 0,1 | 7,5 \pm 0,3 |
| 20:4 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,3 | 0,0 \pm 0,0 | 1,2 \pm 0,4 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 20:5 (n-3) | 7,8 \pm 1,9 | 7,1 \pm 6,7 | 8,1 \pm 0,6 | 6,2 \pm 1,4 | 10,2 \pm 0,8 | 10,5 \pm 0,5 | 10,5 \pm 1,0 | 7,2 \pm 0,4 |
| 20:2 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 20:1 (n-9) | 1,9 \pm 0,8 | 2,8 \pm 0,7 | 1,6 \pm 0,6 | 1,9 \pm 0,5 | 0,9 \pm 0,7 | 0,7 \pm 0,7 | 1,3 \pm 0,2 | 1,5 \pm 0,2 |
| 20:0 | 0,2 \pm 0,2 | 0,4 \pm 0,5 | 0,5 \pm 0,7 | 0,4 \pm 0,5 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,1 |
| 22:6 (n-3) | 33,6 \pm 1,1 | 11,0 \pm 1,0 | 34,9 \pm 3,9 | 29,3 \pm 2,8 | 29,3 \pm 7,0 | 31,3 \pm 3,7 | 36,3 \pm 1,8 | 25,9 \pm 5,9 |
| 22:4 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 22:5 (n-3) | 8,2 \pm 1,5 | 4,3 \pm 3,4 | 6,7 \pm 0,4 | 7,3 \pm 1,4 | 12,7 \pm 1,3 | 10,3 \pm 6,4 | 12,4 \pm 0,9 | 9,3 \pm 0,2 |
| 22:1 (n-9) | 1,0 \pm 0,4 | 0,6 \pm 0,9 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,5 \pm 0,6 | 0,0 \pm 0,0 | 0,4 \pm 0,6 |
| 22:0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,3 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 24:1 (n-9) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,3 \pm 0,5 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| Desc. | 0,6 \pm 0,6 | 0,4 \pm 0,4 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,6 \pm 0,8 | 0,5 \pm 0,7 | 0,0 \pm 0,0 | 0,5 \pm 0,7 |
| Saturados | 22,1 \pm 3,8 | 40,2 \pm 18,2 | 22,1 \pm 2,1 | 22,5 \pm 0,5 | 22,4 \pm 5,1 | 23,0 \pm 5,9 | 18,9 \pm 0,8 | 21,9 \pm 2,9 |
| Monoins. | 20,1 \pm 1,4 | 29,2 \pm 0,8 | 19,8 \pm 0,8 | 20,2 \pm 0,7 | 18,3 \pm 2,4 | 18,6 \pm 2,8 | 16,9 \pm 1,4 | 21,6 \pm 0,9 |
| PUFA | 57,3 \pm 3,0 | 30,4 \pm 17,8 | 58,0 \pm 3,0 | 57,2 \pm 1,2 | 58,8 \pm 6,7 | 57,9 \pm 8,1 | 64,1 \pm 2,2 | 56,0 \pm 4,5 |
| Ómega-3 | 50,5 \pm 1,7 | 24,6 \pm 13,2 | 50,4 \pm 2,3 | 43,7 \pm 3,0 | 53,0 \pm 9,2 | 52,7 \pm 9,7 | 59,9 \pm 2,1 | 42,5 \pm 6,0 |
| Ómega-6 | 6,7 \pm 1,2 | 6,1 \pm 4,6 | 7,6 \pm 0,7 | 13,5 \pm 4,2 | 5,8 \pm 2,5 | 5,1 \pm 1,5 | 4,2 \pm 0,1 | 13,5 \pm 1,5 |

A composição em ácidos gordos dos lípidos totais das larvas reflectiu de um modo geral a composição em ácidos gordos dos lípidos totais da alimentação que a que foram submetidas, embora se tivesse verificado um acréscimo da quantidade relativa de DHA nas larvas alimentadas com o óleo fraccionado ou completo de anchovagem de sardinha com diminuição da quantidade de EPA quando se compara a composição das larvas com a dos rotíferos enriquecidos com estes óleos.

As larvas alimentadas com rotíferos enriquecidos com a fracção 1 no 1º ensaio apresentaram uma maior variabilidade que as dos restantes tratamentos nos 2 ensaios. A maior variabilidade deveu-se principalmente à diferença nas quantidades relativas de 16:0 e de EPA entre as duas amostras analisadas de larvas que foram submetidas a este tratamento.

3.3.2.- CRESCIMENTO

Os comprimentos das larvas de dourada e percentagem das que apresentaram bexiga gasosa nos dois ensaios com rotíferos enriquecidos encontram-se sumariados na Tabela 1 (Anexo IV).

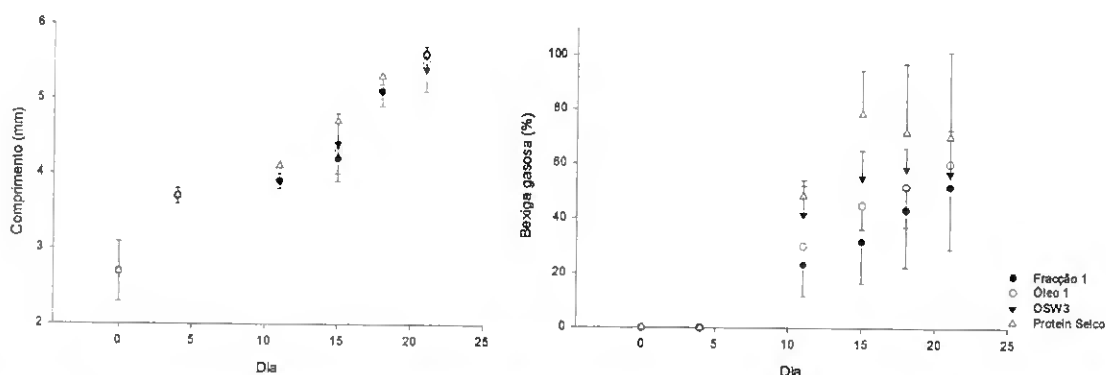


Figura 3.1- Comprimento e proporção de larvas de dourada que apresentam a bexiga gasosa insuflada durante o 1º ensaio de alimentação com os rotíferos enriquecidos com os vários produtos (média \pm desvio padrão, n=3 tanques).

Os comprimentos das larvas variaram nos 2 ensaios significativamente ($P < 0,05$) com o tratamento, mas com um comportamento diferente entre ensaios. No 1º ensaio as larvas alimentadas com rotíferos enriquecidos com Protein Selco cresceram melhor do que as dos tratamentos com o óleo de sardinha inteiro e fraccionado (Figura 3.1). No 2º ensaio foram as larvas tratadas com os rotíferos enriquecidos com a fracção OS ω 3 que tiveram melhor crescimento (Figura 3.2).

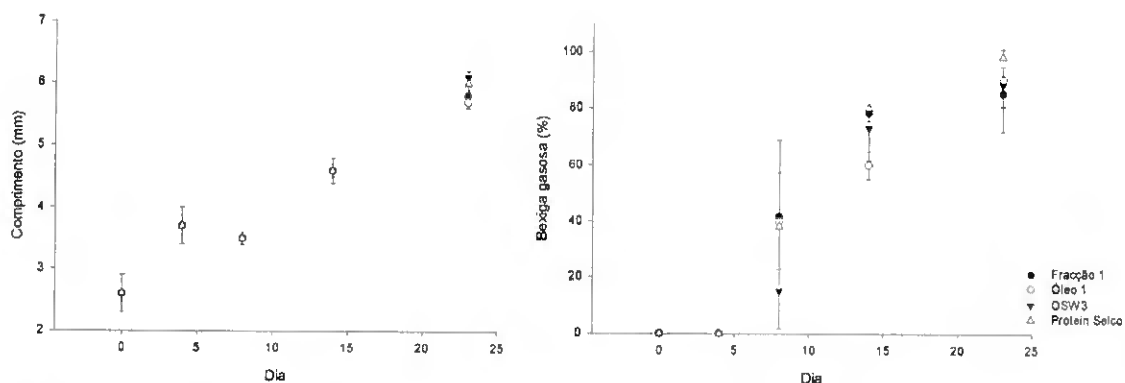


Figura 3.2- Comprimento e proporção de larvas de dourada que apresentam a bexiga gasosa insuflada durante o 2º ensaio de alimentação com os rotíferos enriquecidos com os vários produtos (média \pm desvio padrão, n=3 tanques).

Os dois ensaios apresentaram uma elevada variação na proporção de larvas que apresentaram a bexiga gasosa e no que diz respeito à sobrevivência (Tabela 3.5), sendo notório, em todos os tratamentos, o superior aumento do número de larvas que apresentam a bexiga gasosa a partir do 14^a dia no 2º ensaio quando comparado com o 1º ensaio (Figuras 3.1 e 3.2).

Tabela 3.5.- Taxa de sobrevivência nos ensaios de alimentação com rotíferos enriquecidos com o óleo de anchovagem (completo e fraccionado) e com uma fórmula comercial (Protein Selco) (média \pm desvio padrão, n = 3).

| | Óleo 1 | Fracção 1 | Fracção OS ω 3 | Protein Selco |
|-----------|---------------|----------------|-----------------------|----------------|
| 1º Ensaio | 6,5 \pm 3,5 | 5,7 \pm 4,4 | 8,8 \pm 5,9 | 10,0 \pm 6,8 |
| 2º Ensaio | 2,7 \pm 0,6 | 10,3 \pm 1,1 | 4,3 \pm 1,2 | 3,8 \pm 2,9 |

Curiosamente, embora um maior número de larvas apresentasse a bexiga gasosa insuflada no 2º ensaio, a sobrevivência das larvas no final do ensaio foi inferior à obtida no 1º ensaio para todos os tratamentos. No entanto, nas larvas alimentadas com rotíferos enriquecidos com a fracção 1 a sobrevivência foi significativamente superior ($P < 0,05$) no 2º ensaio. No 1º ensaio este grupo teve os piores resultados em termos de desenvolvimento da bexiga gasosa e de sobrevivência. Esta variação poderá ser explicada pela a variabilidade genética dos reprodutores que deram origem às larvas de dourada utilizadas neste estudo e que poderá ter implicado diferentes respostas fenotípicas, já que os ovos provinham de um grupo de reprodutores. A altura do ano em que foram efectuadas as experiências, em Janeiro o 1º ensaio e em Abril o 2º ensaio, poderá ter implicado as diferentes viabilidades das posturas.

No 1º ensaio a percentagem de larvas que apresentavam bexigas gasosas variou significativamente ($P < 0,01$) com o tipo de enriquecimento fornecido como alimento,

sendo sempre inferior nas larvas alimentadas com rotíferos enriquecidos com a fracção 1, seguindo-se as tratadas com o óleo 1, a fracção OS ω 3 e com melhores resultados, embora não significativamente diferentes da fracção OS ω 3, as tratadas com Protein Selco. As sobrevivências no 1º ensaio foram concordantes com a percentagem de larvas que apresentavam bexiga gasosa, sendo superiores para os tratamentos que apresentaram um maior número de larvas com a bexiga gasosa desenvolvida. Esta relação apenas se verifica com os valores médios dos 3 tanques de cada tratamento, não sendo possível estabelecer qualquer correlação devido à variabilidade existente entre tanques com o mesmo tratamento.

No 2º ensaio não houve diferenças significativas nas percentagens de bexiga gasosa insufladas entre os quatro tratamentos, embora o tratamento com Protein Selco tenha originado, de uma forma geral, um maior número de larvas com a bexiga gasosa desenvolvida.

4.- DISCUSSÃO

O óleo obtido com subproduto do processo de anchovagem de sardinha tem a vantagem de ser um produto que apresenta logo à partida um elevado grau de pureza, sendo quase exclusivamente constituído por gordura e de possuir um teor relativamente elevado de HUFA da família ómega-3, sendo estes ácidos gordos de grande importância na nutrição de espécies de peixes marinhos [28, 29, 32, 142, 166, 197, 260, 276, 277, 302, 316].

O fraccionamento por cristalização é um método de remoção de ceras e de outros constituintes que não os TAG dos óleos, sendo também utilizado como um método suave de separação dos TAG com baixo ponto de fusão, de uma forma geral constituídos essencialmente por ácidos gordos saturados e monoinsaturados, dos restantes TAG constituídos por uma elevada proporção de PUFA e que facilmente oxidam ou modificam-se quando sujeitos a temperaturas elevadas [37, 113, 314]. A diminuição da temperatura, em geral para valores inferiores aos 0° C, induz a cristalização dos TAG com um maior grau de saturação dando origem a duas fases distintas, uma líquida enriquecida em ácidos gordos insaturados e outra cristalina com um maior teor de ácidos gordos saturados, que podem ser separadas por filtração [113, 314]. A velocidade de arrefecimento e o tempo de formação dos cristais afecta a morfologia destes e conseqüentemente a eficácia da separação das duas fracções, por outro lado não menos importante no processo de cristalização e filtração é a viscosidade do óleo sendo por isso adicionados solventes tais como o metanol, a acetona e o hexano [62, 113, 314]. A cristalização e filtração do óleo obtido como subproduto da anchovagem de sardinha funcionaram de forma relativamente eficaz, embora fossem necessários mais estudos por forma a garantir a optimização deste processo com os meios disponíveis.

O fraccionamento do óleo de anchovagem de sardinha por cristalização a baixas temperaturas parece ser mais eficaz em óleos com maior teor em ácidos gordos saturados, à semelhança do que foi verificado em outros óleos de peixe [6]. De facto embora todas as fracções OS ω 3 possuíssem menos cerca de 20 % de ácidos gordos saturados em relação ao óleo completo inicial, as maiores concentrações em PUFA da família ómega-3 verificaram-se na 2ª e 3ª transformações efectuadas, com um

incremento desta fracção muito mais acentuado em relação à quantidade relativa existente no óleo completo em ambos os casos (20,0 % e 23,8%, respectivamente 2ª e 3ª transformações, contra 11,6 % na 1ª). Segundo Ackman [6] o melhor rendimento em óleos de peixe com um maior grau de saturação poderá dever-se ao facto de que de uma forma geral, nos óleos de peixe com um maior teor em ácidos gordos saturados os ácidos gordos 20:1 ou 22:1 estão ausentes, ou presentes em pequenas quantidades, uma vez que estes ácidos gordos podem afectar a formação dos cristais devido ao maior tamanho da sua cadeia de átomos de carbono. Os óleos de anchovagem de sardinha que possuíam um maior teor em ácidos gordos saturados continham também uma maior quantidade de ácidos gordos monoinsaturados, mas possuíam baixos teores de 20:1 e 22:1 estava ausente, sendo os teores semelhantes nos três óleos transformados e não se verificando portanto a referida interferência. O melhor rendimento obtido nos óleos de sardinha mais saturados, quando fraccionados por cristalização, poderá estar relacionado com a formação de uma maior quantidade de cristais contendo ácidos gordos saturados e monoinsaturados, que são removidos por filtração conduzindo a um aumento proporcionalmente superior dos PUFA na fracção OS ω 3. De qualquer forma o óleo que apresentou um maior teor em PUFA da família ómega-3 foi o obtido na 1ª transformação pois, embora o aumento da quantidade relativa desta fracção em relação ao do óleo completo fosse mais pequeno, este óleo apresentava já à partida uma quantidade relativa destes ácidos gordos muito superior às dos outros óleos completos.

Nos rotíferos produzidos em meio de cultura de leveduras, Culture Selco, os lípidos totais eram essencialmente constituídos por ácido oleico, hexadecenóico e LA, possuindo baixos teores de PUFA da família ómega-3, à semelhança dos teores encontrados por outros autores e reflectindo a composição em ácidos gordos da levedura [302]. Após o enriquecimento com o óleo completo e fraccionado obtido da anchovagem de sardinha, assim como com Protein Selco, os rotíferos apresentaram uma composição em ácidos gordos que reflecte uma média dos conteúdos em ácidos gordos dos rotíferos antes do enriquecimento (Culture Selco) e dos produtos utilizados no seu enriquecimento, à semelhança do que foi obtido noutros estudos com *Brachionus* [260, 302] em *Artemia salina* [115, 316] e em *Euglena gracilis* [125]. Em todos os tratamentos a fracção PUFA aumentou consideravelmente à custa sobretudo da diminuição da fracção monoinsaturada. Nos rotíferos enriquecidos com o óleo de anchovagem de sardinha completo ou fraccionado, o aumento dos PUFA ocorreu devido à diminuição dos ácidos gordos ómega-6 e ao aumento para mais do triplo do

inicial da fracção ómega-3 devido ao aumento do EPA e do DHA. O EPA aumentou para mais do quádruplo nos rotíferos tratado com o óleo completo ou com a fracção OS ω 3 e para perto do quádruplo na fracção 1 (mais saturada) e o DHA aumentou em todos os nestes três tratamentos para perto do triplo. Nos rotíferos enriquecidos com o Protein Selco os PUFA aumentaram para valores semelhantes aos rotíferos enriquecidos com o óleo completo e com a fracção OS ω 3, à custa do aumento da fracção ómega-3 para mais do dobro, não ocorrendo uma diminuição sensível da fracção ómega-6. O aumento dos PUFA da família ómega-3, deveu-se neste tratamento essencialmente, ao aumento do DHA para o quádruplo da quantidade relativa inicial. As diferenças entre os quatro tratamentos de enriquecimento dos rotíferos traduziram-se principalmente ao nível das quantidades relativas de ácidos gordos ómega-3, que foram inferiores nos rotíferos enriquecidos com Protein Selco, devido à presença de um teor inferior de EPA (cerca de 1/4 do presente nos rotíferos enriquecidos com o óleo 1 e com a fracção OS ω 3 e cerca de 1/3 do existente nos rotíferos enriquecidos com a fracção 1) e de uma maior quantidade relativa de DHA (o quádruplo do existente nos rotíferos antes do enriquecimento, contra um aumento de cerca de um triplo nos outros tratamentos). A fracção ómega-6 manteve também valores elevados nos rotíferos enriquecidos com Protein Selco, ao contrário do verificado nos outros tratamentos, existindo nestes rotíferos uma relação ómega-3/ómega-6 de cerca de 3:1, enquanto que com os outros tratamentos foi de 13 :1 nos rotíferos tratados com o óleo 1, de 15:1 com a fracção 1 e 16:1 com a fracção OS ω 3.

A composição em ácidos gordos dos lípidos totais das larvas, após os ensaios de alimentação com os rotíferos enriquecidos com os vários produtos, reflectiu de um modo geral a composição dos rotíferos após o enriquecimento. À excepção das larvas alimentadas com os rotíferos enriquecidos com a fracção 1 no 1º ensaio, a maior diferença ocorreu nos HUFA ómega-3, com o aumento da quantidade relativa de DHA e diminuição de EPA, nas larvas alimentadas com os rotíferos enriquecidos com o óleo de sardinha e suas fracções. Este aumento da quantidade relativa de DHA na constituição dos lípidos totais das larvas poderá ser indicativo de uma maior eficiência na incorporação deste ácido gordo nos fosfolípidos a partir dos rotíferos enriquecidos com o óleo de sardinha ou suas fracções, uma vez que embora os rotíferos tratados com Protein Selco possuíssem um maior teor de DHA, não se verificou o mesmo aumento da quantidade relativa de DHA nas larvas. A maior eficiência na deposição de DHA nas

larvas poderá estar relacionada com a deposição preferencial de DHA sintetizado endogenamente através do alongamento de dessaturação do EPA, que existe em maior quantidade nos rotíferos enriquecidos com o óleo de sardinha e suas fracções. O incremento da síntese endógena de DHA a partir de EPA através da acção da Δ^6 -dessaturase poderá estar relacionado com o baixo teor de LA nestes óleos. Embora estas conversões bioquímicas não estejam totalmente esclarecidas nos peixes marinhos, a Δ^6 -dessaturase é também necessária ao metabolismo do ALA, LA, e ácido oleico que competem entre si, limitando assim a taxa de conversão PUFA a HUFA e de EPA a DHA [252].

Os ensaios de alimentação de larvas de dourada (*Sparus aurata*) com os rotíferos enriquecidos com os vários produtos não são conclusivos devido à variabilidade verificada no crescimento, percentagem de larvas que apresentam a bexiga gasosa insuflada e no número de larvas sobreviventes em cada grupo sujeito aos diferentes tratamentos.

As diferenças encontradas na taxa de sobrevivência não permitem concluir que algum dos tratamentos tenha um efeito efectivamente diferente dos restantes, pelo que se pode inferir pelo menos que do tratamento dos rotíferos com o óleo 1 ou com as fracções 1 e OS ω 3 não advém qualquer toxicidade para as larvas de dourada.

No crescimento das larvas, submetidas aos diferentes tratamentos, ocorreram diferenças significativas nos 2 ensaios, apresentando as larvas tratadas com Protein Selco no 1º ensaio, em geral, um maior comprimento. No 2º ensaio as larvas tratadas com a fracção OS ω 3 apresentaram comprimentos superiores. Os resultados obtidos não permitem concluir que um dos tratamentos seja efectivamente superior ou inferior no crescimento das larvas.

O número de larvas que apresentam bexiga gasosa foi significativamente diferente entre tratamentos no 1º ensaio, apresentando o Protein Selco e a fracção OS ω 3 os valores mais elevados. No 2º ensaio não se verificam diferenças significativas entre os tratamentos. Os resultados obtidos permitem concluir que os vários produtos utilizados no enriquecimento dos rotíferos não têm grandes diferenças quanto ao seu efeito nas bexigas gasosas das larvas de dourada.

A variabilidade verificada deve-se provavelmente ao facto dos efeitos das condições ambientais e genéticas nas larvas se sobreporem aos efeitos das diferentes dietas, que suprem possivelmente todas as necessidades das larvas em HUFA da família ómega-3,

não se verificando por isso as diferenças drásticas de crescimento verificadas em larvas de dourada [166] e em outras espécies [142, 302], onde foram utilizadas dosagens em HUFA ómega-3 muito inferiores. Há evidência que o teor em EPA e/ou DHA na dieta não afecta a insuflação da bexiga gasosa e a sobrevivência das larvas de um modo significativo e que pelo menos na insuflação das bexigas gasosas tem apenas um papel secundário [166]. Os possíveis efeitos positivos do enriquecimento dos rotíferos com o Protein Selco nas larvas de dourada, que podem ser observáveis nos dois ensaios, não foram no entanto significativamente diferentes das larvas de dourada alimentadas com rotíferos enriquecidos com o óleo de sardinha e suas fracções, em especial da fracção OS ω 3. Donde se pode concluir que o óleo obtido como subproduto do processo industrial de anchovagem de sardinha tem potencialidades na sua utilização no enriquecimento de alimento vivo para a aquacultura e eventualmente na produção de alimentos compostos. Tornam-se no entanto necessários estudos mais aprofundados por forma a verificar se é possível otimizar o crescimento, desenvolvimento e sobrevivência das larvas e peixes por aumento da fracção ómega-6 na dieta em conjugação com óleo de sardinha, por recurso a óleos de plantas, obtendo-se maiores proporções ómega-6/ómega-3 [28] ou ainda suplementando o óleo com proteínas e vitaminas. Há no entanto que ter em conta que o teor em gordura óptimo, por forma a suprir as necessidades energéticas (e diminuindo, conseqüentemente as necessidades em proteína) assim como a proporção dos vários ácidos gordos seus constituintes em particular dos PUFA, dependem obviamente da capacidade anabólica do animal e em especial da capacidade deste sintetizar HUFA a partir dos precursores fornecidos na dieta [13, 29, 276, 302].

Ao contrário de outras espécies que utilizam principalmente os hidratos de carbono como fonte de energia para o crescimento, os peixes utilizam principalmente os lípidos [252], o teor de lípidos na dieta torna-se assim particularmente importante na aquacultura. Por outro lado, a dourada [190], tal como outros peixes marinhos [252], tem uma capacidade limitada de para converter PUFA de 18 átomos de carbono em HUFA de 20 a 22 átomos de carbono, sendo necessária a presença de EPA e de DHA no seu alimento.

VI.- Conclusões e perspectivas

1.- CONCLUSÕES

Neste trabalho pretendia-se identificar e caracterizar matérias primas que pudessem ser utilizadas na obtenção de óleos com um elevado teor de ácidos gordos essenciais. Com este objectivo foram caracterizados a variação sazonal da composição lipídica em vários tecidos da sardinha, a variação da composição lipídica do óleo obtido do processo de anchovagem de sardinha em 2 processos de fabrico e a variação da composição em ácidos gordos dos lípidos totais de 3 espécies de plantas silvestres. O óleo da anchovagem de sardinha foi aquele que apresentou um maior potencial na obtenção de um produto enriquecido em ácidos gordos essenciais, devido à quantidade disponível e à sua composição em ácidos gordos. Procedeu-se ao fraccionamento por cristalização deste óleo obtendo-se uma fracção enriquecida em PUFA, sobretudo ómega-3 e de cadeia longa (EPA e DHA). O óleo inteiro e as 2 fracções obtidas após o fraccionamento por cristalização foram testados em 2 ensaios de alimentação de larvas de dourada com rotíferos enriquecidos com estes óleos e comparados com o enriquecimento de rotíferos com uma fórmula existente no mercado (Protein Selco).

1.1.- SARDINHA

O teor em lípidos totais na m.s. dos tecidos da sardinha variaram amplamente ao longo do ano. Na carcaça e no fígado os valores máximos ocorreram nos meses de Verão, altura em que o ciclo reprodutor se encontrou em repouso e de grande disponibilidade de alimento. As gónadas foram o único tecido estudado em que o teor em lípidos totais na m.s. diferiu entre sexos. Neste órgão, tal como no cérebro, os teores lipídicos máximos verificaram-se no início da época de reprodução. Em ambos os tecidos nesta altura do ano predominaram os lípidos polares, mas nas gónadas durante o Verão os lípidos totais eram quase exclusivamente constituídos por lípidos neutros (TAG), ao contrário do que se verificou no cérebro, em que os lípidos polares predominaram sempre.

As variações do teor lipídico na carcaça e no fígado ocorreram principalmente devido à mobilização/deposição de lípidos neutros, em particular os TAG. Os lípidos polares constituíram uma pequena fracção dos lípidos totais nas carcaças, sendo essencialmente constituídos pela PC e pela PE. Nas gónadas durante o ciclo reprodutivo

e em particular no fígado e no cérebro existiu uma maior diversidade de classes de lípidos polares.

Os PUFA predominaram na carcaça e nas gónadas ao longo de todo o ano sendo, tal como no fígado e no cérebro, essencialmente constituídos por HUFA ómega-3 (EPA e DHA). Os ácidos gordos monoinsaturados e os PUFA foram os que contribuíram principalmente para as variações sazonais da composição em ácidos gordos verificadas nos vários tecidos. Estas variações sazonais foram maiores nos testículos e em especial no fígado e no cérebro. No fígado predominaram sempre os PUFA, à excepção de Junho, mês em que os ácidos gordos monoinsaturados predominaram. No cérebro os ácidos gordos monoinsaturados constituíram sempre a principal fracção, predominando os PUFA apenas no mês de Dezembro.

Ocorreram sazonalmente importantes variações no teor de lípidos totais, sua composição em classes lipídicas e em ácidos gordos nos vários tecidos de sardinha estudados. A sazonalidade condiciona as condições ambientais, entre as quais a temperatura e a disponibilidade de alimento, assim como o estado fisiológico (fase do ciclo reprodutivo) das sardinhas que são os principais factores implicados nas variações sazonais encontradas.

A variação sazonal na quantidade e composição dos lípidos totais afecta necessariamente o valor nutritivo da sardinha e provavelmente da maioria das espécies de peixe utilizadas na alimentação humana, devendo ser um factor a considerar na formulação de dietas. De qualquer forma os teores de PUFA, em particular de EPA e de DHA presentes nos lípidos totais da carcaça de sardinha e em especial nos meses de Verão, quando se atingem os maiores teores lipídicos, permitem concluir que esta espécie é um fornecedor por excelência de HUFA ómega-3 na alimentação. Considerando a importância da sardinha na alimentação tradicional dos portugueses, nunca será demais o esforço que se fizer para preservar os seus mananciais.

1.2.- ÓLEO DE ANCHOVAGEM DE SARDINHA

Durante os 2 processos de anchovagem de sardinha estudados verificou-se a libertação de uma quantidade importante de óleo obtido como subproduto da anchovagem de sardinha. Estima-se que se obtenham, no Verão, um mínimo de 50 litros deste óleo por cuba, atingindo em alguns casos mais de 60 litros, sendo em geral utilizadas cerca de 4 cubas por processo. A fábrica possui 22 cubas de maturação e os

processos de anchovagem são iniciados em função da disponibilidade de matéria prima e das encomendas recebidas. Durante o período em que estes processos foram estudados, as cubas estiveram sempre ocupadas, tendo pelo menos 4 processos sido iniciados no período em que as sardinhas apresentavam um maior teor de gordura (Verão). A produção deste óleo, nesta fábrica, a partir apenas destes processos rondará os 800 litros, a que se deverá adicionar quantidades menores, mas por vezes importantes, obtidas dos processos iniciados noutras alturas do ano.

O óleo obtido como subproduto da anchovagem de sardinha é apenas constituído por lípidos neutros, por ser extraído essencialmente pela acção da pressão durante a maturação da sardinha, sendo os TAG o seu principal constituinte.

Estes óleos possuem inicialmente um elevado teor em PUFA, em especial os de cadeia longa EPA e DHA o que os torna muito interessantes do ponto de vista nutritivo, no entanto a degradação verificada, sobretudo no 2º processo estudado, e que se encontra relacionada directamente com a exposição à temperatura ambiente elevada das sardinhas utilizadas como matéria prima e durante a maturação nas cubas a temperaturas elevadas, demonstram a necessidade de avaliar as características dos óleos de cada processo e se possível, controlar os tempos de espera do peixe fresco assim como a temperatura ambiente ao longo de todo o processo por forma a otimizar a quantidade/qualidade do óleo.

O óleo obtido como subproduto do 1º processo de anchovagem de sardinha que decorreu a partir do mês de Setembro e em especial na cuba 2, que se encontrava localizada na zona mais fresca da fábrica, sendo por isso sujeito a temperaturas ambientais menos extremas apresentou, no final do processo de maturação, um teor inferior de FFA e superior de PUFA, em particular de EPA e de DHA. Estes resultados demonstram o elevado potencial deste óleo, para a produção de alimentos compostos para as aquaculturas e para a produção de suplementos dietéticos.

1.3.- PLANTAS

Os teores lipídicos e a sua composição em ácidos gordos variaram consideravelmente nas espécies estudadas ao longo do ciclo reprodutivo.

A borragem foi a planta que apresentou um menor teor lipídico tanto nas folhas como nas inflorescências. Esta espécie possuía no entanto uma maior diversidade de ácidos gordos presentes, com especial relevância para os HUFA presentes nas folhas

nas 4 primeiras semanas de amostragem. O tomilho e em especial o rosmaninho apresentaram de uma forma geral maiores teores lipídicos ao longo do ciclo reprodutivo tanto nas folhas como nas inflorescências. O maior teor lipídico verificado nestas plantas aromáticas deveu-se possivelmente ao maior teor de ceras presente na cutícula das folhas, assim como à produção dos compostos aromáticos, entre os quais os terpenos e seus derivados.

Nas 3 espécies estudadas, os PUFA da família ómega-3 foram a principal fracção presente, tanto nas folhas como nas inflorescências, à excepção das inflorescências da borragem em que a quantidade de ácidos gordos da família ómega-6 superou, nas duas últimas semanas de inflorescência, a quantidade de ácidos gordos da família ómega-3. O LA e o GLA foram os ácidos gordos que existiram em maior quantidade neste período.

O ALA foi o principal responsável pelo predomínio dos PUFA da família ómega-3 nos lípidos totais das 3 espécies estudadas, embora na borragem o SA esteja presente em relativa quantidade, além do EPA e do DHA que estiveram presentes nas folhas nas primeiras 4 semanas de recolha de amostras.

A borragem, pela diversidade de ácidos gordos que apresentou, assim como pelos teores de ALA, AS, LA e GLA torna-se particularmente interessante. O estudo, das enzimas envolvidas na síntese de PUFA ómega-3 e em especial de EPA e de DHA poderão vir a ter utilidade na biotransformação dos lípidos ou ser utilizadas na alteração da composição dos lípidos de sementes de outras plantas através de engenharia genética.

1.4.- ENRIQUECIMENTO DO ÓLEO EM HUFA ÓMEGA-3 E SUA UTILIZAÇÃO NA ALIMENTAÇÃO DE LARVAS DE DOURADA

O método de fraccionamento do óleo por cristalização permitiu a redução em cerca de 20% da fracção saturada, com o conseqüente acréscimo da quantidade relativa de PUFA presente no óleo, em particular os ómega-3, que já existiam em quantidade no óleo obtido da anchovagem de sardinha. A eficiência deste processo de enriquecimento está relacionada com a quantidade de ácidos gordos saturados existente no óleo inicialmente, sendo superior para óleos mais saturados.

Os rotíferos reflectiram em larga medida a composição dos óleos com que foram enriquecidos, mas mantiveram alguma influência da alimentação inicial com Culture Selco (levedura). Embora os resultados das experiências de alimentação com os rotíferos enriquecidos com o óleo inteiro, fraccionado e com a fórmula comercial não

tenham sido conclusivos, permitem inferir a potencialidade da utilização do óleo obtido da anchovagem de sardinha para este fim.

2.- PERSPECTIVAS

O principal objectivo deste estudo foi a caracterização de matérias primas que pudessem ser utilizadas na obtenção de ácidos gordos essenciais e a obtenção de um óleo enriquecido em HUFA ómega-3.

A variação sazonal da composição lipídica das sardinhas foi estudada em pormenor permitindo rentabilizar a utilização dos subprodutos da sardinha obtidos nas indústrias de conservas de peixe.

A caracterização da variação lipídica do óleo obtido ao longo do processo de maturação da anchovagem de sardinha permitiu concluir que este óleo possui um elevado potencial na produção de produtos enriquecidos em HUFA ómega-3 e definir quais os principais factores que, durante o processo de fabrico, poderão afectar a degradação lipídica.

Das plantas estudadas, a borragem destacou-se por possuir uma maior diversidade de ácidos gordos presente, entre os quais o GLA, o SA, o EPA e o DHA, que são ácidos gordos pouco usuais em plantas e que a tornam particularmente interessante.

O fraccionamento do óleo de anchovagem de sardinha por cristalização permitiu a obtenção de um óleo mais concentrado em PUFA ómega-3, em especial com um elevado teor de EPA e de DHA.

Como as sardinhas analisadas possuem um elevado teor em EPA e DHA seria interessante identificar e determinar a composição lipídica em ácidos gordos do seu alimento. As espécies de plâncton que possuíssem elevados teores de HUFA ómega-3 poderiam ser utilizadas para a obtenção das suas enzimas e utilização na biotransformação de óleos ou ainda, caso se verificasse ser possível, para a sua produção em massa na produção de alimento para as aquaculturas.

O óleo obtido como subproduto da anchovagem de sardinha devido ao seu elevado teor em HUFA ómega-3 possui um elevado potencial de utilização na alimentação animal e humana. Deverão ser efectuados mais estudos por forma a otimizar a obtenção da maior quantidade possível deste óleo, com o mínimo de degradação possível, não esquecendo, no entanto, que o principal objectivo do seu processo de

fabrico são as anchovas de sardinha cujas características se deve preservar. Com este objectivo deveriam ser controlados os tempos de espera e a temperatura ambiente a que a sardinha fresca é submetida desde que é pescada até ao momento, em que após o descabeçamento e a evisceração, é colocada, em camadas alternadas com sal, nas cubas de maturação. O efeito da localização das cubas na fábrica na degradação do óleo também deveria ser analisado, através do controlo diário da temperatura ambiente e no interior das cubas. Simultaneamente o óleo deveria ser analisado semanalmente ao longo do processo. Este estudo permitiria otimizar a utilização das cubas em função da época do ano, obtendo-se assim um óleo menos degradado.

Como o óleo parece ser sujeito sempre a alguma degradação, ao longo da maturação das anchovas, que é observável pelo acréscimo de FFA e pela diminuição de PUFA, deveria ser realizada a identificação e quantificação dos compostos resultantes da oxidação do óleo, o que permitiria o desenvolvimento de métodos de eliminação destes compostos, caso a sua toxicidade o justificasse.

Como este óleo possui na sua composição, além de lípidos, outros compostos que não são solúveis em solventes orgânicos, em teores em geral superiores a 10%, deveriam ser identificados e quantificados por forma a desenvolver processos de refinação que permitiriam a obtenção de um óleo puro. Após este processo poderiam ser estudadas diversas metodologias de fraccionamento e de transformação do óleo, por meios físicos, químicos e enzimáticos, por forma a otimizar-se a produção de óleo essencialmente constituído por HUFA ómega-3, com o mínimo de custo possível.

A composição lipídica da borragem deveria ser estudada com mais pormenor por forma a verificar em que tecidos e em que condições ambientais ou fisiológicas surgem os HUFA ómega-3 na sua composição, assim como as suas vias metabólicas de síntese. As enzimas envolvidas na produção destes HUFA poderiam, através de engenharia genética, ser utilizadas na modificação da composição em ácidos gordos de outras plantas produtoras de óleos.

A utilização do óleo obtido como subproduto da anchovagem de sardinha no enriquecimento de rotíferos em ácidos gordos essenciais destinados à alimentação de larvas de dourada é promissora, devendo no entanto serem efectuados mais ensaios de alimentação, com o óleo inteiro e fraccionado, por forma a otimizar a quantidade e

composição em ácidos gordos a fornecer aos rotíferos que permitem maximizar o crescimento e a viabilidade das larvas.

A fórmula comercial utilizada neste estudo possui um maior teor de ácidos gordos ômega-6 devido ao seu maior teor em LA, devendo ser averiguado se a adição deste ácido gordo, que existe em quantidade na maior parte das oleaginosas, ou ainda do GLA que existe em quantidade na borragem, melhora o rendimento da produção de larvas de dourada.

VII. – Bibliografia

1. Saturn. (5.2 ed.) Varian Associates, 1995.
2. SigmaPlot. (6.0 ed.). Chicago, U.S.A.: SPSS Inc., 2000.
3. SPSS. (8.0 ed.). Chicago, U.S.A.: SPSS Inc., 1999.
4. Abayasekara, D. R. E., and D. C. Wathes. Effects of altering dietary fatty acid composition on prostaglandin synthesis and fertility. *Prostaglandins Leukotrienes & Essential Fatty Acids* 61: 275-287, 1999.
5. Acierno, R., M. Maffia, P. Sicuro, L. Fiammata, M. Rollo, L. Ronzini, and C. Storelli. Lipid and fatty acid composition of intestinal mucosa of two antarctic teleosts. *Comparative Biochemistry & Physiology. Physiology* 115: 303-307, 1996.
6. Ackman, R. G. Animal and marine lipids. In: *Technological Advances in Improved and Alternative Sources of Lipids*, edited by B. S. Kamel and Y. Kakuda. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1994, p. 292-328.
7. Ackman, R. G. DHA: Can it benefit salmon marketing? *Journal of Aquatic Food Product Technology* 5: 7-26, 1996.
8. Adan, Y., K. Shibata, M. Sato, I. Ikeda, and K. Imaizumi. Effects of docosahexaenoic and eicosapentaenoic acid on lipid metabolism, eicosanoid production, platelet aggregation and atherosclerosis in hypercholesterolemic rats. *Bioscience Biotechnology & Biochemistry* 63: 111-119, 1999.
9. Adler, A. J., and B. J. Holub. Effect of Garlic and fish-oil supplementation on serum lipid and lipoprotein concentrations in hypercholesterolemic men. *American Journal of Clinical Nutrition* 65: 445-450, 1997.
10. Ajuyah, A. O., D. U. Ahn, R. T. Hardin, and J. S. Sim. Dietary antioxidants and storage affect chemical characteristics of ω -3 fatty acids enriched broiler chicken meats. *Journal of Food Science* 58: 43-46, 1993.
11. Alessandri, J. M., B. Goustard, P. Guesnet, and A. Durand. Docosahexaenoic acid concentrations in retinal phospholipids of piglets fed an infant formula enriched with long-chain polyunsaturated fatty acids - effects of egg phospholipids and fish oils with different ratios of eicosapentaenoic acid to docosahexaenoic acid. *American Journal of Clinical Nutrition* 67: 377-385, 1998.
12. Alexander, J. W. Immunonutrition - the role of omega-3 fatty acids. *Nutrition* 14: 627-633, 1998.
13. Alvarez, M. J., C. J. Lopez-Bote, A. Diez, G. Corraze, J. Arzel, J. Dias, S. J. Kaushik, and J. M. Bautista. Dietary fish oil and digestible protein modify susceptibility to lipid peroxidation in the muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *British Journal of Nutrition* 80: 281-289, 1998.
14. Anderson, J. W., and J. Beardall. Molecules of plant cells. In: *Molecular activities of plant cells*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1991, p. 9-35.
15. Anderson, J. W., and J. Beardall. Synthesis of lipids. In: *Molecular activities of plant cells*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1991.

16. Anderson, K. E., X. J. Du, A. J. Sinclair, E. A. Woodcock, and A. M. Dart. Dietary fish oil prevents reperfusion $\text{ins}(1,4,5)\text{P}-3$ release in rat heart - possible antiarrhythmic mechanism. *American Journal of Physiology - Heart & Circulatory Physiology* 40: 1483-1490, 1996.
17. Andrews, J. E., and J. Ohrlogge. Fatty acid and lipid biosynthesis and degradation. In: *Plant physiology, biochemistry and molecular biology*, edited by D. T. Dennis and D. H. Turpin. England: Longman Scientific and Technical, 1992.
18. Andrioli, G., A. Carletto, P. Guarini, S. Galvani, D. Biasi, P. Bellavite, and R. Corrocher. Differential effects of dietary supplementation with fish oil or soy lecithin on human platelet adhesion. *Thrombosis & Haemostasis* 82: 1522-1527, 1999.
19. Angerer, P., and C. von Shacky. n-3 Polyunsaturated fatty acids and the cardiovascular system. *Current Opinion in Lipidology* 11: 57-63, 2000.
20. Ayensa, G., N. M. Bandarra, and C. Pascual. Evolucion de los acidos grasos de *Sardina pilchardus* (W.) a lo largo del proceso de anchoado. *Alimentaria*: 77-80, 1993.
21. Bandarra, N. M., I. Batista, M. L. Nunes, J. M. Empis, and W. W. Christie. Seasonal changes in lipid composition of sardine (*Sardina pilchardus*). *Journal of Food Science* 62: 40-42, 1997.
22. Bandarra, N. M., M. L. Nunes, R. M. Campos, and I. Batista. Variação sazonal dos lípidos de sardinha (*Sardina pilchardus*). Lisboa: Instituto Nacional de Investigação das Pescas, 1992, p. 1-19.
23. Barber, M. D., J. A. Ross, A. C. Voss, M. J. Tisdale, and K. C. H. Fearon. The effect of an oral nutritional supplement enriched with fish oil on weight loss in patients with pancreatic cancer. *British Journal of Cancer* 81: 80-86, 1999.
24. Belch, J. J., and A. Hill. Evening primrose oil and borage oil in rheumatologic conditions. *Am. J. Clin Nutr* 71: 352-356, 2000.
25. Bell, J. G., J. R. Dick, and J. R. Sargent. Effect of diets rich in linoleic or α -linolenic acid on phospholipid fatty acid composition and eicosanoid production in atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of American Oil Chemists Society* 28: 819-826, 1993.
26. Bell, J. G., B. M. Farndale, J. R. Dick, and J. R. Sargent. Modification of membrane fatty acid composition, eicosanoid production, and phospholipase a activity in atlantic salmon (*Salmo Salar*) gill and kidney by dietary lipid. *Lipids* 31: 1163-1171, 1996.
27. Bell, J. G., D. R. Tocher, B. M. Farndale, D. I. Cox, R. W. McKinney, and J. R. Sargent. The Effect of dietary lipid on polyunsaturated fatty acid metabolism in atlantic salmon (*Salmo salar*) undergoing parr-smolt transformation. *Lipids* 32: 515-525, 1997.
28. Bell, J. G., D. R. Tocher, B. M. Farndale, and J. R. Sargent. Growth, mortality, tissue histopathology and fatty acid compositions, eicosanoid production and response to stress, in juvenile turbot fed diets rich in γ -linolenic acid in combination with eicosapentaenoic acid or docosahexaenoic acid. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 58: 353-364, 1998.

29. Bell, M. V., S. B. Batty, J. R. Dick, K. Fretwell, J. C. Navarro, and J. R. Sargent. Dietary deficiency of docosahexanoic acid impairs vision at low light intensities in juvenil herring (*Clupea harengus L.*). *Lipids* 30: 443-449, 1995.
30. Bell, M. V., and J. R. Dick. 1-O- alk-1'-enyl-2-acyl-glycerophosphoethanolamine content and molecular species composition in fish brain. *Lipids* 28: 19-22, 1993.
31. Bell, M. V., J. R. Dick, and C. Buda. Molecular speciation of fish sperm phospholipids - large amounts of dipolyunsaturated phosphatidylserine. *Lipids* 32: 1085-1091, 1997.
32. Bell, M. V., and J. R. Sargent. Lipid nutrition and fish recruitment. *Marine Ecology Progress Series* 134: 315-316, 1996.
33. Belling, G. B., M. Abbey, J. H. Campbell, and G. R. Campbell. Lipid content and fatty acid composition of 11 species of Queensland (Australia) fish. *Lipids* 32: 621-625, 1997.
34. Beltrán, A., and A. Moral. Changes in fatty acid composition of fresh and frozen sardine (*Sardina pilchardus W.*) during smoking. *Food chemistry* 42: 99-109, 1991.
35. Bengmark, S. Ecoimmunonutrition - a challenge for the third millennium. *Nutrition* 14: 563-572, 1998.
36. Berry, E. M. The biological properties of oleic acid. In: *Handbook of essential fatty acid biology: biochemistry, physiology and behavioral neurobiology*, edited by S. Yehuda and D. I. Mostofsky. Totowa, New Jersey: Humana Press, 1997, p. 89-101.
37. Bimbo, A. P. Technology of production and industrial utilization of marine oils. In: *Marine Biogenic Lipids, Fats and Oils*, edited by R. G. Ackman. Boca Raton, Florida: CRC Press Inc., 1989, p. 402-433.
38. Blok, W. L., J. P. Deslypere, P. N. M. Demacker, J. Vandervenjongekrijg, M. P. C. Hectors, J. W. M. Vandermeer, and M. B. Katan. Pro- and anti-inflammatory cytokines in healthy volunteers fed various doses of fish oil for 1 year. *European Journal of Clinical Investigation* 27: 1003-1008, 1997.
39. Bonvehí, J. S., and F. V. Coll. Oil content, stability and fatty acid composition of the main varieties of Catlonian hazelnuts (*Corylus avellana L.*). *Food Chemistry* 48: 237-241, 1993.
40. Bourre, J., O. Dumont, and G. Durand. Brain phospholipids as dietary source of (n-3) polyunsaturated fatty acids for nervous tissue in the rat. *Journal of Neurochemistry* 60: 2018-2028, 1993.
41. Bourre, J. M., M. Bonneil, M. Clément, O. Dumont, G. Durand, H. Lafont, G. Nalbone, and M. Piciotti. Function of dietary polyunsaturated fatty acids in the nervous system. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 48: 5-15, 1993.
42. Bourre, J. M., M. François, A. Youdou, O. L. Dumont, M. Picciotti, G. Pascal, and G. A. Durand. The effects of α -linolenic acid on the composition of nerve membranes, enzymatic activity, amplitude of electrophysiological parameters, resistance to poisons and performance of learning tasks in rats. *Lipids*: 1880-1892, 1989.

43. Bourre, J. M. E., O. L. Dumont, M. J. Piciotti, M. E. Clement, and G. A. Durand. Comparison of vegetable and fish oil in the provision of n-3 polyunsaturated fatty acids for nervous tissue and selected organs. *Journal of Nutritional Biochemistry* 8: 472-478, 1997.
44. Bousquet, O., N. Sellier, and F. Le Goffic. Characterization and purification of polyunsaturated fatty acids from microalgae by gas chromatography-mass spectrometry and countercurrent chromatography. *Chromatographia* 39: 40-43, 1994.
45. Boyle, F. G., R. J. Yuhas, K. Goldberg, and E. L. Lien. Interaction of n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids with n-6 fatty acids in suckled rat pups. *Lipids* 33: 243-250, 1998.
46. Brenner, R. R., and A. M. Bernasconi. Aporte de acidos grasos esenciales de las series n-6 y n-3 a la dieta humana por pescados comestibles del rio Parana. *Medicina (Buenos Aires)* 57: 307-314, 1997.
47. Broughton, K. S., C. S. Johnston, B. K. Pace, M. Liebman, and K. M. Kleppinger. Reduced asthma symptoms with n-3 fatty acid ingestion are related to 5-series leukotriene production. *American Journal Clinical Nutrition* 65: 1011-1017, 1997.
48. Burr, M. L. Lessons from the story of n-3 fatty acids. *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 397S-398S, 2000.
49. Cantisan, S., E. Martinez-Force, R. Alvarez-Ortega, and R. Garces. Lipid characterization in vegetative tissues of high saturated fatty acid sunflower mutants. *Journal of Agricultural & Food Chemistry* 47: 78-82, 1999.
50. Casado, C. G., and A. Heredia. Structure and dynamics of reconstituted cuticular waxes of grape berry cuticle (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Experimental Botany* 50: 175-182, 1999.
51. Certik, M., E. Sakuradani, and S. Shimizu. Desaturase-defective fungal mutants: useful tools for the regulation and overproduction of polyunsaturated fatty acids. *Trends in Biotechnology* 16: 500-505, 1998.
52. Chang, C., T. Ohshima, and C. Koizumi. Changes in composition of lipids, free amino acids and organic acids in rice-bran-fermented sardine (*Etrumeus teres*) during processing and subsequent storage. *J. Sci. Food Agric.* 59: 521-528, 1992.
53. Chang, C.-M., T. Oshima, and C. Koizumi. Changes in the composition on free amino acids, organic acids and lipids during processing and ripening of "Hatahata-zushi", a fermented fish product of sand fish (*Arctoscopus japonicus*) and boiled rice. *J.Sci.Food Agric.* 66: 75-82, 1994.
54. Charnock, J. S. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and ventricular fibrillation: the possible involvement of eicosanoids. *Prostaglandins Leukotrienes & Essential Fatty Acids* 61: 243-247, 1999.
55. Chavali, S. R., W. W. Zhong, and R. A. Forse. Dietary α -linolenic acid increases Tnf- α , and decreases Il-6, Il-10 in response to Lps - effects of sesamin on the Δ -5 desaturation of ω -6 and ω -3 fatty acids in mice. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 58: 185-191, 1998.

56. Cheftel, H. The processing of anchovy: *Engraulis encrasicolus Linnaeus*. In: *Fish as Food*, edited by G. Borgstrom. London: Academic press, 1962, p. 219-225.
57. Chow, C. K., and M. K. Gupta. Treatment, oxidation and health aspects of fats and oils. In: *Technological advances in improved and alternative sources of lipids*, edited by B. S. Kamel and Y. Kakuda. London: Blackie Academic & Professional, 1994, p. 329-359.
58. Christensen, J. H., M. S. Christensen, J. Dyerberg, and E. B. Schmidt. Heart rate variability and fatty acid content of blood cell membranes: a dose-response study with n-3 fatty acids. *American Journal of Clinical Nutrition* 70: 331-337, 1999.
59. Christensen, J. H., E. Korup, J. Aaroe, E. Toft, J. Moller, K. Rasmussen, J. Dyerberg, and E. B. Schmidt. Fish consumption, n-3 fatty acids in cell membranes, and heart rate variability in survivors of myocardial infarction with left ventricular dysfunction. *The American journal of Cardiology* 79: 1670-1673, 1997.
60. Christie, W. W. Chromatography and the analysis of lipids. In: *Fats and Oils: Chemistry and Technology*, edited by R. J. H. e. A.Bhati. Essex, England: Applied Science Publishers, 1980, p. 1-23.
61. Christie, W. W. *Gas chromatography and lipids - a practical guide*. Alloway: The Oily Press Ltd., 1989. p. 307.
62. Christie, W. W. *Lipid analysis*: Pergamon Press, 1987. p. 207.
63. Christophe, A., and E. Robberecht. Current knowledge on fatty acids in cystic fibrosis. *Prostaglandins Leukotrienes & Essential Fatty Acids* 55: 129-138, 1996.
64. Clarke, R. G., E. K. Lund, P. Latham, A. C. Pinder, and I. T. Johnson. Effect of eicosapentaenoic acid on the proliferation and incidence of apoptosis in the colorectal cell line HT29. *Lipids* 34: 1287-1295, 1999.
65. Colombo, D. T., L. K. Tran, J. J. Speck, and R. C. Reitz. Comparison of hexadecylphosphocholine with fish oil as an antitumor agent. *Journal Of Lipid Mediators and Cell Signalling* 17: 47-63, 1997.
66. Connor, S. L., and W. E. Connor. Are fish oils beneficial In the prevention and treatment of coronary artery disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 66: 1020-1031, 1997.
67. Connor, W. E. Do the n-3 fatty acids from fish prevent deaths from cardiovascular disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 66: 188-189, 1997.
68. Connor, W. E. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 171-175, 2000.
69. Connor, W. E. α -Linolenic acid in health and disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 69: 827-828, 1999.
70. Conquer, J. A., and B. J. Holub. Effect of supplementation with different doses of DHA on the levels of circulating DHA as non-esterified fatty acid in subjects of asian indian background. *Journal of Lipid Research* 39: 286-292, 1998.

71. Conquer, J. A., and B. J. Holub. Supplementation with an algae source of docosahexaenoic acid increases (n-3) fatty acid status and alters selected risk factors for heart disease in vegetarian subjects. *Journal of Nutrition* 126: 3032-3039, 1996.
72. Couet, C., J. Delarue, P. Ritz, J. M. Antoine, and F. Lamisse. Effect of dietary fish oil on body fat mass and basal fat oxidation in healthy adults. *International Journal of Obesity* 21: 637-643, 1997.
73. Croset, M., J. C. Bordet, and M. Lagarde. Inhibition of prostaglandin H synthase and activation of 12-lipoxygenase by 8,11,14,17-eicosatetraenoic acid in human endothelial cells and platelets. *Biochemical Pharmacology* 57: 631-638, 1999.
74. Cross, N. L. Role of cholesterol in sperm capacitation. *Biology of Reproduction* 59: 7-11, 1998.
75. Curtis, C. L., C. E. Hughes, C. R. Flannery, C. B. Little, J. L. Harwood, and B. Caterson. n-3 Fatty acids specifically modulate catabolic factors involved in articular cartilage degradation. *Journal of Biological Chemistry* 275: 721-724, 2000.
76. Daviglius, M. L., J. Stamler, A. J. Orenca, A. R. Dyer, K. Liu, P. Greenland, M. K. Walsh, D. Morris, and R. B. Shekelle. Fish consumption and the 30-year risk of fatal myocardial infarction. *New England Journal of Medicine* 336: 1046-1053, 1997.
77. De Caterina, R., M. Spiecker, G. Solaini, G. Basta, F. Bosetti, P. Libby, and J. Liao. The inhibition of endothelial activation by unsaturated fatty acids. *Lipids* 34: S191-S194, 1999.
78. Dias Correia, A. A., and D. C. J.H.R. *Bioquímica animal*. Lisboa: Fundação calouste Glubenkian, 1985. p. 1249.
79. Domergue, F., S. Chevalier, X. Santarelli, C. Cassagne, and R. Lessire. Evidence that oleoyl-CoA and ATP-dependent elongations coexist in rapeseed (*Brassica napus* L.). *European Journal of Biochemistry* 263: 464-470, 1999.
80. Dunstan, G. A., J. K. Volkman, S. M. Barrett, J.-M. Leroi, and S. W. Jeffrey. Essential polyunsaturated fatty acids from 14 species of diatom (*Bacillariophyceae*). *Phytochemistry* 35: 155-161, 1994.
81. Dupont, J., and M. M. Mathias. Future directions for nutrient requirements - lipids. *Journal of Nutrition* 124: 1747-1746, 1994.
82. Dyerberg, J., H. O. Bang, and N. Hjerne. Fatty acid composition of the plasma lipids in Greenland Eskimos. *Am J Clin Nutr* 28: 958-66, 1975.
83. Elswyk, M. E. V. Comparison of n-3 fatty acids sources in laying hen rations for improvement of whole egg nutritional quality: a review. *British Journal of Nutrition* 78: S61-S69, 1997.
84. Estêvão, D. M. A. O. Anchoagem de sardinha caracterização do processo e produção de aminas biogénicas. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 1993, p. 91.
85. FAO. Dietary fats and oils in human nutrition: report of an expert consultation. Rome: Food and Agriculture Organization, 1994.

86. Farkas, T., K. Kitajka, E. Fodor, I. Csengeri, E. Lahdes, Y. K. Yeo, and Z. Krasznai. Docosahexaenoic acid-containing phospholipid molecular species in brains of vertebrates. *PNAS* 97: 6362-6366, 2000.
87. Favreliere, S., L. Barrier, G. Durand, S. Chalon, and C. Tallineau. Chronic dietary n-3 polyunsaturated fatty acids deficiency affects the fatty acid composition of plasmamylethanolamine and phosphatidylethanolamine differently in rat frontal cortex, striatum, and cerebellum. *Lipids* 33: 401-407, 1998.
88. Fernandes, G., and J. T. Venkatraman. Role of omega-3 fatty acids in health and disease. *Nutrition Research* 13(Suppl. 1): 19-45, 1993.
89. Ferretti, A., G. J. Nelson, P. C. Schmidt, D. S. Kelley, G. Bartolini, and V. P. Flanagan. Increased dietary arachidonic acid enhances the synthesis of vasoactive eicosanoids in humans. *Lipids* 32: 435-439, 1997.
90. Filsinger, B. E. Effect of pressure on the salting and ripening process of anchovies (*Engraulis anchoita*). *Journal of Food science* 52: 919-921, 1987.
91. Folch, J., and G. H. S. Stanley. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues.: 497-509, 1956.
92. Frances, H., C. Monier, M. Clément, A. Lecorsier, M. Debray, and J. M. Bourre. Effect of dietary α -linolenic acid deficiency on habituation. *Life Sciences* 58: 1805-1816, 1996.
93. Franco, J. A. *Nova flora de Portugal (continente e Açores)*, 1984. p. 660.
94. François, C. A., S. L. Connor, R. C. Wander, and W. E. Connor. Acute effects of dietary fatty acids on the fatty acids of human milk. *American Journal of Clinical Nutrition* 67: 301-308, 1998.
95. Freese, R., and M. Mutanen. α -Linolenic acid and marine long-chain n-3 fatty acids differ only slightly in their effects on hemostatic factors in healthy subjects. *American Journal of Clinical Nutrition* 66: 591-598, 1997.
96. Froyland, L., L. Madsen, H. Vaagenes, G. K. Totland, J. Auwerx, H. Kryvi, B. Staels, and R. K. Berge. Mitochondrion is the principal target for nutritional and pharmacological control of triglyceride metabolism. *Journal of Lipid Research* 38: 1851-1858, 1997.
97. Fukushima, M., T. Ohashi, M. Sekikawa, and M. Nakano. Comparative hypocholesterolemic effects of five animal oils in cholesterol-fed rats. *Bioscience Biotechnology & Biochemistry* 63: 202-205, 1999.
98. Galli, C., F. Marangoni, and G. Galella. Modulation of lipid derived mediators by polyunsaturated fatty acids. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty acids* 48: 51-58, 1993.
99. Gámez-Meza, N., I. Higuera-Ciapara, A. M. C. Barca, L. Vásquez-Moreno, J. Noriega-Rodríguez, and O. Angulo-Guerrero. Seasonal variation in the fatty acid composition and quality of sardine oil from *sardinops sagax caeruleus* of the Gulf of California. *Lipids* 34: 639-642, 1999.

100. German, N. S., and G. L. Johanning. Eicosapentaenoic acid and epidermal growth factor modulation of human breast cancer cell adhesion. *Cancer Letters* 118: 95-100, 1997.
101. Ghioni, C., J. G. Bell, M. V. Bell, and J. R. Sargent. Fatty acid composition, eicosanoid production and permeability in skin tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a control or an essential fatty acid deficient diet. *Prostaglandins Leukotrienes & Essential Fatty Acids* 56: 479-489, 1997.
102. Glatz, J. F. C., M. M. Vork, D. P. Cistola, and G. J. van der Vusse. Cytoplasmatic fatty acid binding protein: significance for intracellular transport of fatty acids and putative role on signal transduction pathways. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 48: 33-41, 1993.
103. Goodfriend, T. L., and B. M. Egan. Nonesterified fatty acids in the pathogenesis of hypertension - theory and evidence. *Prostaglandins Leukotrienes & Essential Fatty Acids* 57: 57-63, 1997.
104. Goustard-Langelier, B., P. Guesnet, G. Durand, J. Antoine, and J. Alessandri. n-3 and n-6 fatty acid enrichment by dietary fish oil and phospholipid sources in brain cortical areas and nonneural tissues of formula-fed piglets. *Lipids* 34: 5-34, 1999.
105. Grandgirard, A., J. M. Bourre, F. Julliard, P. Homayoun, O. Dumont, M. Piciotti, and J. L. Sebedio. Incorporation of *trans* long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids in rat brain structures and retina. *Lipids* 29: 251-257, 1994.
106. Grimm, H., F. Grimminger, S. Korom, and W. Seeger. Use of fish oil to prevent graft rejection. *Proceedings of the Nutrition Society* 57: 577-585, 1998.
107. Grimsgaard, S., K. H. Bonna, J. B. Hansen, and E. S. P. Myhre. Effects of highly purified eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid on hemodynamics in humans. *American Journal of Clinical Nutrition* 68: 52-59, 1998.
108. Grimsgaard, S., K. H. Bonna, J. B. Hansen, and A. Nordoy. Highly purified eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid in humans have similar triacylglycerol-lowering effects but divergent effects on serum fatty acids. *American Journal of Clinical Nutrition* 66: 649-659, 1997.
109. Guil, J. L., M. E. Torija, J. J. Giménez, and I. Rodriguez. Identification of fatty acids in edible wild plants by gas chromatography. *Journal of Chromatography A*: 229-235, 1996.
110. Gunstone, F. D. The availability of polyunsaturated fatty acids. In: *Lipid synthesis and manufacture*, edited by F. D. Gunstone. Boca Raton, Florida:, 1999, p. 39-45.
111. Gunstone, F. D. Chemical properties. In: *The lipid handbook*, edited by F. D. Gunstone, J. L. Harwood and F. B. Padley. London: Chapman and Hall, 1986, p. 449-479.
112. Gunstone, F. D. Fatty acid structure. In: *The Lipid Handbook*, edited by F. D. Gunstone, J. L. Harwood and F. B. Padley. London: Chapman and Hall, Ltd, 1986, p. 1-24.
113. Gunstone, F. D., and J. L. Harwood. Separation and isolation procedures. In: *The Lipid Handbook*, edited by F. D. Gunstone, J. L. Harwood and F. B. Padley. London: Chapman and Hall, 1986, p. 171-180.

114. Hammond, E. G. Edible oil from herbaceous crops. In: *Technological Advances in Improved and Alternative Sources of Lipids*, edited by B. S. Kamel and Y. Kakuda. Glasgow: Blackie Academic & Professional, an imprint of Chapman & Hall, 1994.
115. Han, K., I. Geurden, and P. Sorgeloos. Enrichment strategies for *Artemia* using emulsions providing different levels of n-3 highly unsaturated fatty acids. *Aquaculture* 183: 335-347, 2000.
116. Hansen, J. B., S. Grimsgaard, H. Nilsen, A. Nordoy, and K. H. Bonna. Effects of highly purified eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid on fatty acid absorption, incorporation into serum phospholipids and postprandial triglyceridemia. *Lipids* 33: 131-138, 1998.
117. Harbige, H. S. Dietary n-6 and n-3 fatty acids in immunity and autoimmune disease. *Proceedings of the Nutrition Society* 57: 555-562, 1998.
118. Hardy, R., and J. N. Keay. Seasonal variation in the chemical composition of Cornish mackerel, *Scomber scombrus* (L), with detailed reference to the lipids. *Journal of Food Technology* 7: 125-137, 1972.
119. Harris, W. S. n-3 Fatty acids and serum lipoproteins - animal studies. *American Journal of Clinical Nutrition* 65: 1611-1616, 1997.
120. Harris, W. S. n-3 Fatty acids and serum lipoproteins - human studies. *American Journal of Clinical Nutrition* 65: 1645-1654, 1997.
121. Harris, W. S., B. E. Hustvedt, E. Hagen, M. H. Green, G. P. Lu, and C. A. Drevon. n-3 Fatty acids and chylomicron metabolism in the rat. *Journal of Lipid Research* 38: 503-515, 1997.
122. Harris, W. S., G. P. Lu, G. S. Rambjor, A. I. Walen, J. A. Ontko, Q. Cheng, and S. L. Windsor. Influence of n-3 fatty acid supplementation on the endogenous activities of plasma lipases. *American Journal of Clinical Nutrition* 66: 254-260, 1997.
123. Harris, W. S., G. S. Rambjor, S. L. Windsor, and D. Diederich. n-3 Fatty acids and urinary excretion of nitric oxide metabolites in humans. *American Journal of Clinical Nutrition* 65: 459-464, 1997.
124. Harwood, J. L. Lipid biosynthesis. In: *Lipid synthesis and manufacture*, edited by F. D. Gunstone. Sheffield, UK: Sheffield Academic Press, 1999, p. 422-467.
125. Hayashi, M., K. Toda, and S. Kitaoka. Enriching *Euglena* with unsaturated fatty acids. *Biosc. Biotech. Biochem.* 57: 352-353, 1993.
126. Hayashi, N., T. Tashiro, H. Yamamori, K. Takagi, Y. Morishima, Y. Otsubo, T. Sugiura, K. Furukawa, H. Nitta, N. Nakajima, N. Suzuki, and I. Ito. Effect of intravenous omega-6 and omega-3 fat emulsions on nitrogen retention and protein kinetics in burned rats. *Nutrition* 15: 135-139, 1999.
127. Hederos, C. A., and A. Berg. Epogam evening primrose oil treatment in atopic dermatitis and asthma. *Archives of Disease in Childhood* 75: 494-497, 1996.

128. Hellyer, S. A., I. C. Chandler, and J. A. Bosley. Can the fatty acid selectivity of plant lipases be predicted from the composition of the seed triglyceride? *Biochimica et Biophysica Acta-Molecular & Cell Biology of Lipids* 1440: 215-224, 1999.
129. Henderson, R. J., and S. M. Almatar. Seasonal changes in the lipid composition of herring (*Clupea harengus*) in relation to gonad maturation. *J.mar. biol. Ass. U.K.* 69: 323-334, 1989.
130. Henderson, R. J., J. G. Bell, and T. P. Moira. Polyunsaturated fatty acid composition of the salmon (*Salmo salar* L.) pineal organ: modification by diet and effect on prostaglandin production. *Biochimica and Biophysica Acta* 1299: 289-298, 1996.
131. Henderson, R. J., T. P. Moira, and J. R. Sargent. The desaturation and elongation of ¹⁴C-labelled polyunsaturated fatty acids by pike (*Esox lucius* L.) *in vivo*. *Fish Physiology and Biochemistry* 14: 223-235, 1995.
132. Henderson, R. J., J. R. Sargent, and C. C. E. Hopkins. Changes in the content and fatty acid composition of lipid in an isolated population of the capelin *Mallotus villosus* during sexual maturation and spawning. *Marine Biology* 78: 255-263, 1984.
133. Henderson, R. J., M. M. Tillmanns, and J. R. Sargent. The lipid composition of two species of Serrasalmid fish in relation to dietary polyunsaturated fatty acids. *Journal of Fish Biology* 48: 522-538, 1996.
134. Hickey, M., and C. King. *Common families of flowering plants*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p. 212.
135. Hironori, M., R. Urade, and M. Kito. Selective incorporation of n-3 and n-6 unsaturated fatty acids into animal cell phospholipids. *Biosc. Biotech. Biochem.* 59: 644-647, 1995.
136. Hobbs, D. H., C. F. Lu, and M. J. Hills. Cloning of a cDNA encoding diacylglycerol acyltransferase from *Arabidopsis thaliana* and its functional expression. *FEBS Letters* 452: 145-149, 1999.
137. Hoffman, G. *The chemistry and technology of edible oils and fats and their products*. London: Academic Press Limited, 1989. p. 384.
138. Holmberg, N., and L. Büllow. Improving stress tolerance in plants by gene transfer. *Trends in Plant Science* 3: 61-66, 1998.
139. Horrocks, L. A., and Y. K. Yeo. Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA). *Pharmacological Research* 40: 211-225, 1999.
140. Houwelingen, T. C., I. Poorterman, A. Mordant, and P. van den Brandt. Essential fatty acids in breast milk of atopic mothers: comparison with non-atopic mothers, and effect of borage oil supplementation. *Eur. J. Clin Nutr* 54: 234-238, 2000.
141. Huang, C. H., M. C. Huang, and P. C. Hou. Effect of dietary lipids on fatty acid composition and lipid peroxidation in sarcoplasmic reticulum of hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. *Comparative Biochemistry & Physiology B-Biochemistry & Molecular Biology* 120: 331-336, 1998.

142. Huang, F.-C., Y.-H. Ju, and J.-C. Chiang. γ -Linolenic acid-rich triacylglycerols derived from borage oil *via* lipase-catalyzed reactions. *JAACS* 76: 833-837, 1999.
143. Hughes, D. A. In vitro and in vivo effects of n-3 polyunsaturated fatty acids on human monocyte function. *Proceedings of the Nutrition Society* 57: 521-525, 1998.
144. Hughes, D. A., and A. C. Pinder. n-3 Polyunsaturated fatty acids inhibit the antigen-presenting function of human monocytes. *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 357-360, 2000.
145. Hung, P., S. Kaku, S. Yunoki, K. Ohkura, J. Y. Gu, I. Ikeda, M. Sugano, K. Yazawa, and K. Yamada. Dietary effect of EPA-rich and DHA-rich fish oils on the immune function of Sprague-Dawley rats. *Bioscience Biotechnology & Biochemistry* 63: 135-140, 1999.
146. Hwang, D. H., P. S. Chanmugam, D. H. Ryan, M. D. Boudreau, M. M. Windhauser, R. T. Tulley, E. R. Brooks, and G. A. Bray. Does vegetable oil attenuate the beneficial effects of fish oil in reducing risk factors for cardiovascular disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 66: 89-96, 1997.
147. Ihara-Watanabe, M., H. Umekawa, T. Takahashi, and Y. Furuichi. Effects of dietary α - or γ -linolenic acid on levels and fatty acid compositions of serum and hepatic lipids, and activity and mRNA abundance of 3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA reductase in rats. *Comparative Biochemistry & Physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology* 122: 213-220, 1999.
148. Ikeda, I., J. Y. Cha, T. Yanagita, N. Nakatani, K. Oogami, K. Imaizumi, and K. Yazawa. Effects of dietary α -linolenic, eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids on hepatic lipogenesis and β -oxidation in rats. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry* 62: 675-680, 1998.
149. Infante, J. L. Z., and C. L. Cahu. High dietary lipid levels enhance digestive tract maturation and improve *Dicentrarchus labrax* larval development. *Journal of Nutrition* 129: 1195-1200, 1999.
150. Innis, S. M., H. Sprecher, D. Hachey, J. Edmond, and R. E. Anderson. Neonatal polyunsaturated fatty acid metabolism. *Lipids* 34: 139-149, 1999.
151. Itzhaki, H., S. Mayak, and A. Borochoy. Phosphatidylcholine turnover during senescence of rose petals. *Plant Physiology and Biochemistry* 36: 457-462, 1998.
152. Jensen, C. L., M. Maude, R. E. Anderson, and W. C. Heird. Effect of docosahexaenoic acid supplementation of lactating women on the fatty acid composition of breast milk lipids and maternal and infant plasma phospholipids. *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 292-299, 2000.
153. Jensen, C. L., T. C. Prager, J. K. Fraley, H. M. Chen, R. E. Anderson, and W. C. Heird. Effect of dietary linoleic/ α -linolenic acid ratio on growth and visual function of term infants. *Journal of Pediatrics* 131: 200-209, 1997.
154. Jobling, M., S. J. S. Johansen, H. Foshaug, I. C. Burkow, and E. H. Jorgensen. Lipid dynamics in anadromous Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.): seasonal variations in lipid storage depots and lipid class composition. *Fish Physiology and Biochemistry* 18: 225-240, 1998.

155. Jorgensen, M. H., G. Holmer, P. Lund, O. Hernell, and K. F. Michaelsen. Effect of formula supplemented with docosahexaenoic acid and γ -linolenic acid on fatty acid status and visual acuity in term infants. *Journal Of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* 26: 412-421, 1998.
156. Joseph, J. D. Distribution and composition of lipids in marine vertebrates. In: *Marine biogenic lipids, fats, and oils*, edited by R. G. Ackman. Boca Raton, Florida: CRC Press, Inc., 1989.
157. Kakela, R., and H. Hyvarinen. Composition of polyunsaturated fatty acids in the liver of freshwater and marine ringed seals (*Phoca hispida ssp.*) differs largely due to the diet of the seals. *Comparative Biochemistry & Physiology B-Biochemistry & Molecular Biology* 120: 231-237, 1998.
158. Kayama, M., S. Araki, and S. Sato. Lipids of marine plants. In: *Marine biogenic lipids, fats and oils*, edited by R. G. Ackman. Boca Raton, Florida: CRC, Press, Inc, 1989, p. 3-48.
159. Kaylor, J. D., and R. J. Learson. Pelagic fish. In: *The Seafood Industry*, edited by M. R.E. and G. J. Flick. New York: Van Norstrand Reinhold, 1990, p. 67-76.
160. Kelley, D. S., and I. L. Rudolph. Effect of individual fatty acids of omega-6 and omega-3 type on human immune status and role of eicosanoids. *Nutrition* 16: 143-145, 2000.
161. Kelley, D. S., P. C. Taylor, G. J. Nelson, P. C. Schmidt, A. Ferretti, K. L. Erickson, R. Yu, and R. K. Chandra. Docosahexaenoic acid ingestion inhibits natural killer cell activity and production of inflammatory mediators in young healthy men. *Lipids* 34: 317-324, 1999.
162. Kenneth, C. K., and C. J. H. Woodward. Nutrition and human health aspects of marine oils and lipids. In: *Marine Biogenic Lipids, Fats, and Oils*, edited by R. G. Ackman. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1989, p. 435-456.
163. Khan, M. U., and J. P. Williams. Biosynthesis of Δ^6 fatty acids in *Borago officinalis*: an 18:4-plant. *Advances in lipid research*, edited by J. Snachez, E. Cerdá-Olmedo and E. Martinez-Force, Sevilla, Spain. Universidad de Sevilla, 1998, p. 149-151.
164. Kim, Y. I. Can fish oil mantain Crohn's disease in remission? *Nutrition Reviews* 54: 248-252, 1996.
165. Klatt, L. The lure of omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Food Science Newsletter*: 1-6, 1986.
166. Koven, W. M., A. Tandler, G. W. Kissil, D. Sklan, O. Friezlander, and M. Harel. The effect of dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids on growth, survival and swim bladder development in *Sparus aurata* larvae. *Aquaculture* 91: 131-141, 1990.
167. Kuratko, C. N. Proliferation of colonic lymphocytes in response to inflammatory cytokines is lower in mice fed fish oil than in mice fed corn oil. *Cancer Letters* 148: 27-32, 2000.

168. Landmark, K., M. Abdelnoor, P. Urdal, B. Kilhovd, H. P. Dorum, N. Borge, and H. Refvem. Use of fish oils appears to reduce infarct size as estimated from peak creatine kinase and lactate dehydrogenase activities. *Cardiology* 89: 94-102, 1998.
169. Lands, W. E. M. Biochemistry and physiology of n-3 fatty acids. *The FASEB Journal* 6: 2530-2536, 1992.
170. Lapillonne, A., N. Brossard, O. Claris, B. Reygrobellet, and B. L. Salle. Erythrocyte fatty acid composition in term infants fed human milk or a formula enriched with a low eicosapentanoic acid fish oil for 4 months. *European Journal of Pediatrics* 159: 49-53, 2000.
171. Larsen, L. N., K. Horvik, H. I. N. Sorensen, and J. Bremer. Polyunsaturated thia- and oxy- fatty acids: incorporations into cell-lipids and their effects on arachidonic acid- and eicosanoid synthesis. *Biochimica et Biophysica Acta* 1348: 346-354, 1997.
172. Leaf, A., J. X. Kang, Y. F. Xiao, G. E. Billman, and R. A. Voskuyl. The antiarrhythmic and anticonvulsant effects of dietary n-3 fatty acids. *Journal of Membrane Biology* 172: 1-11, 1999.
173. Leal, M. C. *Transformação dos produtos da pesca*. Lisboa: Banco de Fomento do Exterior, 1990.
174. Lee, S. M., S. Suh, S. Kim, R. C. Crain, J. M. Kwak, H. G. Nam, and Y. S. Lee. Systemic elevation of phosphatidic acid and lysophospholipid levels in wounded plants. *Plant Journal* 12: 547-556, 1997.
175. Lovegrove, J. A., C. N. Brooks, M. C. Murphy, B. J. Gould, and C. M. Williams. Use of manufactured foods enriched with fish oils as a means of increasing long-chain n-3 polyunsaturated fatty acid intake. *British Journal of Nutrition* 78: 223-236, 1997.
176. Lund, E. K., L. J. Harvey, S. Ladha, D. C. Clark, and I. T. Johnson. Effects of dietary fish oil supplementation on the phospholipid composition and fluidity of cell membranes from human volunteers. *Annals of Nutrition & Metabolism* 43: 290-300, 1999.
177. Mangge, H., J. Hermann, and K. Schauenstein. Diet and rheumatoid arthritis - A review. *Scandinavian Journal of Rheumatology* 28: 201-209, 1999.
178. Mansbridge, R. J., and J. S. Blake. Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. *British Journal of Nutrition* 78: 37-47, 1997.
179. Maziere, C., F. Dantin, M. A. Conte, J. Degonville, D. Ali, F. Dubois, and J. C. Maziere. Polyunsaturated fatty acid enrichment enhances endothelial cell-induced low-density-lipoprotein peroxidation. *Biochemical Journal* 336: 57-62, 1998.
180. McConn, M., and J. Browse. Polyunsaturated membranes are required for photosynthetic competence in a mutant of *Arabidopsis*. *Plant Journal* 15: 521-530, 1998.
181. Milton, K. Nutritional characteristics of wild primate foods: Do the diets of our closest living relatives have lessons for us? *Nutrition* 15: 488-498, 1999.
182. Minami, M., S. Kimura, T. Endo, N. Hamaue, M. Hirafuji, Y. Monma, H. Togashi, M. Yoshioka, H. Saito, S. Watanabe, T. Kobayashi, and H. Okuyama. Effects of dietary

- docosahexaenoic acid on survival time and stroke-related behavior in stroke-prone spontaneously hypertensive rats. *General Pharmacology* 29: 401-407, 1997.
183. Miquel, M., and J. Browse. *Arabidopsis* lipids: A fat chance. *Plant Physiology and Biochemistry* 36: 187-197, 1998.
 184. Mishra, V. K., F. Temelli, and B. Ooraikul. Extraction and purification of ω -3 fatty acids with emphasis on supercritical fluid extraction. *Food Research International* 26: 217-226, 1993.
 185. Mizutani, M., M. Asano, S. Roy, T. Nakajima, M. Soma, K. Yamashita, and Y. Okuda. Omega-3 polyunsaturated fatty acids inhibit migration of human vascular smooth muscle cells in vitro. *Life Sciences* 61: PL269-PL274, 1997. ▪
 186. Mjaavatten, O., C. D. Levings, and P. Poon. Variation in the fatty acid composition of juvenile chinook and coho salmon from Fraser river estuary determined by multivariate analysis; role of environmental and genetic origin. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B* 120: 291-309, 1998.
 187. Mohr, H., and P. Schopfer. Biosynthetic metabolism. In: *Plant physiology* Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1995, p. 275-284.
 188. Morris, R. J., and F. Culkin. Fish. In: *Marine Biogenic Lipids, Fats and Oils*, edited by R. G. Ackman. Boca Raton, Florida: CRC Press Inc., 1989, p. 145-178.
 189. Mortensen, A., B. F. Hansen, J. F. Hansen, H. Frandsen, E. Bartnikowska, P. S. Andersen, and L. S. Bertelsen. Comparison of the effects of fish oil and olive oil on blood lipids and aortic atherosclerosis in Watanabe heritable hyperlipidaemic rabbits. *British Journal of Nutrition* 80: 565-573, 1998.
 190. Mourente, G., and D. R. Tocher. Incorporation and metabolism of ^{14}C -labelled polyunsaturated fatty acids in juvenile gilthead sea bream *Sparus aurata* L. *in vivo*. 1993 10: 443-453, 1993.
 191. Mukherjee, K. D., and I. Kiewitt. Structured triacylglycerols resembling human milk fat by transesterification catalyzed by papaya (*Carica papaya*) latex. *Biotechnology Letters* 20: 613-616, 1998.
 192. Murakami, Y., M. Tsuyama, Y. Kobayashi, H. Kodama, and K. Iba. Trienoic fatty acids and plant tolerance of high temperature. *Science* 287: 476-479, 2000.
 193. Murphy, M. G., V. Wright, J. Scott, A. Timmins, and R. G. Ackman. Dietary menhaden, seal, and corn oils differentially affect lipid and ex vivo eicosanoid and thiobarbituric acid-reactive substances generation in the guinea pig. *Lipids* 34: 115-124, 1999.
 194. Nair, S. S. D., J. W. Leitch, J. Falconer, and M. L. Garg. Prevention of cardiac arrhythmia by dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids and their mechanism of action. *Journal of Nutrition* 127: 383-393, 1997.
 195. Narce, M., J. M. Frenoux, V. Dardel, C. Foucher, S. Germain, M. C. Delachambre, and J. P. Poisson. Fatty acid metabolism, pharmacological nutrients and hypertension. *Biochimie* 79: 135-138, 1997.

196. Nelson, G. J., P. C. Schmidt, G. L. Bartolini, D. S. Kelley, and D. Kyle. The effect of dietary docosahexaenoic acid on plasma lipoproteins and tissue fatty acid composition in humans. *Lipids* 32: 1137-1146, 1997.
197. Nematipour, G. R., and D. M. Gatlin III. Requirement of hibrid striped bass for dietary (n-3) highly unsaturated fatty acids. *Journal of Nutrition* 123: 744-753, 1993.
198. Nieuwenhuys, C. M. A., and G. Hornstra. The effects of purified eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids on arterial thrombosis tendency and platelet function in rats. *Biochimica Et Biophysica Acta-Lipids and Lipid Metabolism* 1390: 313-322, 1998.
199. Noguchi, M., M. Minami, R. Yagasaki, K. Kinoshita, M. Earashi, H. Kitagawa, T. Taniya, and I. Miyazaki. Chemoprevention of Dmba induced mammary carcinogenesis in rats by low-dose EPA and DHA. *British Journal of Cancer* 75: 348-353, 1997.
200. Nordoy, A. Dietary fatty acids and coronary heart disease. *Lipids* 34: 19-22, 1999.
201. Norton, E. C., and R. B. Macfarlane. Lipid class composition of the viviparous yellowtail rockfish over a reproductive cycle. *Journal of Fish Biology* 54: 1287-1299, 1999.
202. Nunez, E. A. Free fatty acids as modulators of the steroid hormone message. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 48: 63-70, 1993.
203. Nunez, E. A. Preface- fatty acids and cell signalling. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 48: 1-4, 1993.
204. Oh-hashii, K., T. Takahashi, A. Tanabe, S. Watanabe, and H. Okuyama. Dietary α -linolenate suppresses endotoxin-induced platelet-activating factor production in rat kidney. *Lipids* 34: 31-37, 1999.
205. Okuyama, H., T. Kobayashi, and S. Watanabe. Dietary fatty acids - the n-6/n-3 balance and chronic elderly diseases - excess linoleic acid and relative n-3 deficiency syndrome seen in Japan. *Progress in Lipid Research* 35: 409-457, 1997.
206. Oliver, M. F. It is more important to increase the intake of unsaturated fats than to decrease the intake of saturated fats - evidence from clinical trials relating to ischemic heart Disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 66: S 980-S 986, 1997.
207. Olsen, R. E., and R. J. Henderson. The rapid analysis of neutral and polar marine lipids using double-development HPTLC and scanning densitometry. *J. Exp. Biol. Ecol.* 129: 189-197, 1989.
208. Olsen, R. E., E. Lovaas, and O. Lie. The influence of temperature, dietary polyunsaturated fatty acids, α -tocopherol and spermine on fatty acid composition and indices of oxidative stress in juvenile Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Fish Physiology and Biochemistry* 20: 13-29, 1999.
209. Opstvedt, J. Fish lipids - more than n-3 fatty acids. *Medical Hypotheses* 48: 481-483, 1997.
210. Osmundsen, H., H. Braud, F. Beauseigneur, J. Gresti, M. Tsoko, and P. Clouet. Effects Of Dietary Treatment Of Rats With Eicosapentaenoic Acid or Docosahexaenoic Acid On Hepatic Lipid Metabolism. *Biochemical Journal* 331: 153-160, 1998.

211. Øyvind, L., G. Hemre, and G. Lambertsen. Influence of Dietary Fatty Acids on the Glycerophospholipid Composition in Organs of Cod (*Gadus morhua*). *Lipids* 27: 770-775, 1992.
212. Øyvind, L., A. Sandvin, and R. Waagbø. Influence of dietary fatty acids on the lipid composition of lipoproteins in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Fish Physiology and Biochemistry* 12: 249-260, 1993.
213. Padley, F. B., F. D. Gunstone, and J. L. Harwood. Occurrence and characteristics of oils and fats. In: *The Lipid Handbook*, edited by F. D. Gunstone, J. L. Harwood and F. B. Padley. London: Chapman and Hall Ltd., 1986, p. 49-170.
214. Pakala, R., and C. Benedict. Eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid selectively attenuate U46619-induced smooth muscle cell proliferation. *Lipids* 34: 915-920, 1999.
215. Pakala, R., J. D. Radcliffe, and C. R. Benedict. Serotonin-induced endothelial cell proliferation is blocked by omega-3 fatty acids. *Prostaglandins Leukotrienes & Essential Fatty Acids* 60: 115-123, 1999.
216. Pakala, R., W. L. Sheng, and C. R. Benedict. Serotonin fails to induce proliferation of endothelial cells preloaded with eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid. *Atherosclerosis* 145: 137-146, 1999.
217. Parcerisa, J., D. G. Richardson, M. Rafecas, R. Codony, and J. Boatella. Fatty acid, tocopherol and sterol content of some hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.) harvested in Oregon (USA). *Journal of Chromatography* 805: 259-268, 1998.
218. Patti, L., A. Maffettone, C. Iovine, L. Di Marino, G. Annuzzi, G. Riccardi, and A. A. Rivellese. Long-term effects of fish oil on lipoprotein subfractions and low density lipoprotein size in non-insulin-dependent diabetic patients with hypertriglyceridemia. *Atherosclerosis* 146: 361-367, 1999.
219. Petrocellis, L. D., and V. D. Marzo. Aquatic invertebrates open up new perspectives in eicosanoid research: biosynthesis and bioactivity. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 51: 215-229, 1994.
220. Picchioni, G. A., A. E. Watada, W. S. Conway, B. D. Whitaker, and C. E. Sams. Postharvest calcium infiltration delays membrane lipid catabolism in apple fruit. *Journal Of Agricultural and Food Chemistry* 46: 2452-2457, 1998.
221. Poghosyan, Z. P., K. Haralampidis, A. I. Martsinkovskaya, D. J. Murphy, and P. Hatzopoulos. Developmental regulation and spatial expression of a plastidial fatty acid desaturase from *Olea europaea*. *Plant Physiology & Biochemistry* 37: 109-119, 1999.
222. Poulsen, C., M. S. Christensen, and C. E. Hoy. Incorporation of n-3 polyunsaturated fatty acids of marine or vegetable origin into rat enterocyte phospholipids. *Nutrition Research* 17: 149-162, 1997.
223. Pousao-Ferreira, P., S. Morais, E. Dores, and I. Narciso. Eggs of gilthead seabream *Sparus aurata* L. as a potential enrichment product of *Brachionus* sp in the larval rearing of gilthead seabream *Sparus aurata* L. *Aquaculture Research* 30: 751-758, 1999.

224. Pugo-Gunsam, P., P. Guesnet, A. H. Subratty, D. A. Rajcoomar, C. Maurage, and C. Couet. Fatty acid composition of white adipose tissue and breast milk of Mauritian and French mothers and erythrocyte phospholipids of their full-term breast-fed infants. *British Journal of Nutrition* 82: 263-271, 1999.
225. Rabbani, P. I., N. M. Sheikh, S. J. Chirtel, R. Jackson, and G. Ruffin. Effects of long-term consumption of high doses of fish oil concentrates on clinical parameters in male and female rats. *Journal of Nutritional Science & Vitaminology* 45: 553-565, 1999.
226. Raclot, T., and R. Groscolas. Differential mobilization of white adipose tissue fatty acids according to chain length, unsaturation, and positional isomerism. *Journal of Lipid Research* 34: 1515-1526, 1993.
227. Raclot, T., and H. Oudart. Selectivity of fatty acids on lipid metabolism and gene expression. *Proceedings of the Nutrition Society* 58: 633-646, 1999.
228. Raederstorff, D., and U. Moser. Influence of an increased intake of linoleic acid on the incorporation of dietary (n-3) fatty acids in phospholipids and on prostanoid synthesis in rat tissues. *Biochimica et Biophysica Acta* 1165: 194-200, 1992.
229. Raederstorff, D., M. Pantze, H. Bachmann, and U. Moser. Anti-inflammatory properties of docosahexaenoic and eicosapentaenoic acids in phorbol-ester-induced mouse ear inflammation. *International Archives of Allergy & Immunology* 111: 284-290, 1996.
230. Ramirez-Tortosa, M. C., A. Suarez, M. C. Gomez, A. Mir, E. Ros, J. Mataix, and A. Gil. Effect of extra-virgin olive oil and fish-oil supplementation on plasma lipids and susceptibility of low-density lipoprotein to oxidative alteration in free-living Spanish male patients with peripheral vascular disease. *Clinical Nutrition* 18: 167-174, 1999.
231. Ratnayake, W. M. N., G. Sarwar, and P. Laffey. Influence of dietary protein and fat on serum lipids and metabolism of essential fatty acids in rats. *British Journal of Nutrition* 78: 459-467, 1997.
232. Rattray, J. B. M. Biotechnological advances in improved and alternative sources of lipids. In: *Technological advances in improved and alternative sources of lipids*, edited by B. S. Kamel and Y. Kakuda. London: Blackie Academic & Professional, 1994, p. 50-92.
233. Ray, A. K., Z.-J. Chen, and R. E. Stark. Chemical depolymerization studies of the molecular architecture of lime fruit cuticle. *Phytochemistry* 49: 65-70, 1998.
234. Renaud, S. C. Dietary management of cardiovascular diseases. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 57: 423-427, 1997.
235. Richard, H. Syntheses bibliographiques: Quelques épices et aromates et leurs huiles essentielles. Massy: Centre de documentation internationale des industries utilisatrices de produits agricoles, 1974, p. 162.
236. Rodriguez, C., R. J. Henderson, A. E. A. Porter, and J. R. Dick. Modification of odd-chain length unsaturated fatty acids by hepatocytes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing fish oil or olive oil. *Lipids* 32: 611-619, 1997.

237. Roldan, H. A., C. A. Barassi, and R. E. Trucco. Increase on free fatty acids during ripening of anchovies (*Engraulis anchoita*). *Journal of Food Technology* 20: 581-585, 1985.
238. Ronneberg, R., and B. Skara. Essential fatty acids in human colostrum. *Acta Paediatr* 81: 779-783, 1992.
239. Rose, D. P. Dietary fatty acids and prevention of hormone-responsive cancer. *Proceedings of the Society for Experimental Biology & Medicine* 216: 224-233, 1997.
240. Roy, R., E. Fodor, K. Kitajka, and T. Farkas. Fatty acid composition of ingested food only slightly affects physicochemical properties of liver total phospholipids and plasma membranes in cold-adapted freshwater fish. *Fish Physiology and Biochemistry* 20: 1-11, 1999.
241. Rubin, D., and M. Laposata. Cellular interactions between n-6 and n-3 fatty acids: a mass analysis of fatty acid elongation/desaturation, distribution among complex lipids, and conversion to eicosanoids. *Journal of Lipid Research* 33: 1431-1440, 1992.
242. Rustan, A. C., B. E. Hustvedt, and C. A. Drevon. Postprandial decrease in plasma unesterified fatty acids during n-3 fatty acid feeding is not caused by accumulation of fatty acids in adipose tissue. *Biochimica Et Biophysica Acta-Lipids and Lipid Metabolism* 1390: 245-257, 1998.
243. Ryan, A. S., M. B. Montalto, S. Groh-Wargo, F. Mimouni, J. Sentipal-Walerius, J. Doyle, J. S. Siegman, and A. J. Thomas. Effect of DHA-containing formula on growth of preterm infants to 59 weeks postmenstrual age. *American Journal of Human Biology* 11: 457-467, 1999.
244. Sakai, A., and W. Larcher. Frost survival of plants. In: *Responses and adaptation to freezing stress*. Berlin, Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 1987.
245. Sakamoto, N., T. Nishiike, H. Iguchi, and K. Sakamoto. Effects of eicosapentaenoic acid intake on plasma fibrinolytic and coagulation activity by using physical load in the young. *Nutrition* 16: 11-14, 2000.
246. Salisbury, F. B., and C. Ross. *Plant physiology*. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company, Inc., 1969. p. 747.
247. Sanders, T. A. B. Essential fatty acid requirements of vegetarians in pregnancy, lactation, and infancy. *American Journal of Clinical Nutrition* 70: 555-559, 1999.
248. Sanders, T. A. B. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in Europe. *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 176-178, 2000.
249. Sanderson, P., and P. C. Calder. Dietary fish oil appears to prevent the activation of phospholipase C- γ in lymphocytes. *Biochimica Et Biophysica Acta-Lipids and Lipid Metabolism* 1392: 300-308, 1998.
250. Sargent, J. R. Ether-linked glycerides in marine animals. In: *Marine biogenic lipids, fats and oils*, edited by R. G. Ackman. Boca Raton, Florida: CRC Press, Inc., 1989, p. 175-197.

251. Sargent, J. R. Fish oils and human diet. *British Journal of Nutrition* 78: 5-13, 1997.
252. Sargent, J. R., J. G. Bell, M. V. Bell, R. J. Henderson, and D. R. Tocher. The metabolism of phospholipids and polyunsaturated acids in fish. In: *Coastal and Estuarine Studies*, edited by B. Lahou and P. Vittello. Washington, DC: American Geophysical Union, 1993, p. 103-124.
253. Sargent, J. R., J. G. Bell, M. V. Bell, R. J. Henderson, and D. R. Tocher. Requirement criteria for essential fatty acids. *J. Appl. Ichthyol.* 11: 183-198, 1995.
254. Sargent, J. R., and A. G. J. Tacon. Development of farmed fish: a nutritionally necessary alternative to meat. *Proceedings of the Nutrition Society* 58: 377-383, 1999.
255. Saso, L., G. Valentini, M. L. Casini, E. Mattei, L. Braghiroli, G. Mazzanti, C. Panzironi, E. Grippa, and B. Silvestrini. Inhibition of protein denaturation by fatty acids, bile salts and other natural substances: A new hypothesis for the mechanism of action of fish oil in rheumatic diseases. *Japanese Journal of Pharmacology* 79: 89-99, 1999.
256. Sayanova, O., G. M. Davies, M. A. Smith, G. Griffiths, A. K. Stobart, P. R. Shewry, and J. A. Napier. Accumulation of $\Delta(6)$ -unsaturated fatty acids in transgenic tobacco plants expressing a $\Delta(6)$ -desaturase from *Borago officinalis*. *Journal of Experimental Botany* 50: 1647-1652, 1999.
257. Sayanova, O., G. M. Davies, A. K. Stobart, P. R. Shewry, and J. A. Napier. Expression of $\Delta 6$ desaturase gene in the *fad* mutants of *Arabidopsis*. *Advances in lipid research*, edited by J. Sanchez, E. Cerdá-Olmedo and E. Martinez-Force, Sevilla, Spain. Universidad de Sevilla, 1998, p. 152-154.
258. Schaller, F., and E. W. Weiler. Molecular cloning and characterization of 12-oxophytodienoate reductase, an enzyme of the octadecanoic signaling pathway from *Arabidopsis thaliana*. *The Journal of Biological Chemistry* 272: 28066-28072, 1997.
259. Schwartz, J. Role of polyunsaturated fatty acids in lung disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 393-396, 2000.
260. Scott, A. P., and C. Middleton. Unicellular algae as a food for turbot (*Scophthalmus maximus* L.) larvae- the importance of dietary long-chain polyunsaturated fatty acids. *Aquaculture* 18: 227-240, 1979.
261. Sellmayer, A., and B. Koletzko. Long-chain polyunsaturated fatty acids and eicosanoids in infants - Physiological and pathophysiological aspects and open questions. *Lipids* 34: 199-205, 1999.
262. Shukla, V. K. S. Present and future outlook of the world fats and oil supplies. In: *Technological Advances in Improved Alternative Sources of Lipids*, edited by B. S. Kamel and Y. Kakuda. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1994, p. 1-15.
263. Sikorski, Z. E., A. Kolakowska, and P. B.S. The nutritional composition of the major groups of marine organisms. In: *Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation*, edited by Z. E. Sikorski. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1990, p. 30-54.
264. Simopoulos, A. P. Evolutionary aspects of omega-3 fatty acids in the food supply. *Prostaglandins Leukotrienes & Essential Fatty Acids* 60: 421-429, 1999.

265. Simopoulos, A. P. Omega-3 fatty acids in the prevention-management of cardiovascular disease. *Canadian Journal of Physiology & Pharmacology* 75: 234-239, 1997.
266. Simopoulos, A. P., H. A. Norman, J. E. Gillaspay, and J. A. Duke. Common purslane: A source of omega-3 fatty acids and antioxidants. *Journal of American College of Nutrition* 11: 374-382, 1992.
267. SØrensen, P. G. Changes of the composition of phospholipids, fatty acids and cholesterol from the erythrocyte plasma membrane from flounders (*Platichthys flesus L.*) which were acclimated to high and low temperatures in aquaria. *Comp. Biochem. Physiol.* 106B: 907-912, 1993.
268. Soriguier, F., S. Serna, E. Valverde, J. Hernando, A. Martinreyes, M. Soriguier, A. Pareja, F. Tinahones, and I. Esteva. Lipid, protein, and calorie content of different Atlantic and Mediterranean fish, shellfish, and molluscs commonly eaten In the south of Spain. *European Journal of Epidemiology* 13: 451-463, 1997.
269. Sotheeswaran, S., M. R. Sharif, R. A. Moureau, and G. J. Piazza. Lipids from the seeds of seven Fijian plant species. *Food Chemistry* 49: 11-13, 1994.
270. Souza, D. A., and L. J. Greene. Pharmacological nutrition after burn injury. *Journal of Nutrition* 128: 797-803, 1998.
271. Storlien, L. H., A. D. Kriketos, G. D. Calvert, L. A. Baur, and A. B. Jenkins. Fatty acids, triglycerides and syndromes of insulin resistance. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 57: 379-385, 1997.
272. Subbaiah, P. V., D. Kaufman, and J. D. Bagdade. Incorporation of dietary n-3 fatty acids into molecular species of phosphatidylcholine and cholesteryl ester in normal human plasma. *Am.J.Clin.Nutr.* 58: 360-368, 1993.
273. Sugano, M., and F. Hirahara. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in Japan. *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 189S-196S, 2000.
274. Taiz, L., and E. Zeiger. Respiration and lipid metabolism. In: *Plant Physiology*. California: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1991.
275. Takahashi, M., M. Fukutake, T. Isoi, K. Fukuda, H. Sato, K. Yazawa, T. Sugimura, and K. Wakabayashi. Suppression of azoxymethane-induced rat colon carcinoma development by a fish oil component, docosahexaenoic acid (DHA). *Carcinogenesis* 18: 1337-1342, 1997.
276. Takeuchi, T., T. Arakawa, S. Satoh, and T. Watanabe. Supplemental effect of phospholipids and requirement of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid of juvenil striped jack. *Nippon Suisan Gakkaishi* 58: 707-713, 1992.
277. Takeuchi, T., Y. Shiina, T. Watanabe, S. Sekiya, and K. Imaizumi. Suitable levels of n-3 highly unsaturated fatty acids in diet for fingerlings of yellowtail. *Nippon Suisan Gakkaishi* 58: 1341-1346, 1992.
278. Tanaka, K., T. Sakai, I. Ikeda, K. Imaizumi, and M. Sugano. Effects of dietary shrimp, squid and octopus on serum and liver lipid levels in mice. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry* 62: 1369-1375, 1998.

279. Temple, N. J. Dietary fats and coronary heart disease. *Biomedicine & Pharmacotherapy* 50: 261-268, 1996.
280. Thomas, L. M., and B. J. Holub. Nutritional aspects of fats and oils. In: *Technological Advances in Improved and Alternative Sources of Lipids* (1st ed.), edited by B. S. Kamel and Y. Kakuda. Glasgow, UK: Blackie Academic & Professional, 1994, p. 16-44.
281. Tocher, D. R. Elongation predominates over desaturation in the metabolism of 18:3n-3 and 20:5n-3 in turbot (*Scophthalmus maximus*) brain astroglial cells in primary culture. *American Oil Chemists* 28: 267-272, 1993.
282. Tocher, D. R. Incorporation and metabolism of (n-3) and (n-6) polyunsaturated fatty acids in phospholipid classes in cultured rainbow trout (*Salmo gairdneri*) cells. *Fish Physiology and Biochemistry* 8: 239-249, 1990.
283. Tocher, D. R., J. G. Bell, J. R. Dick, and J. R. Sargent. Fatty acyl desaturation in isolated hepatocytes from Atlantic salmon (*Salmo salar*) - stimulation by dietary borage oil containing γ -linolenic acid. *Lipids* 32: 1237-1247, 1997.
284. Tocher, D. R., J. G. Bell, B. M. Farndale, and J. R. Sargent. Effects of dietary γ -linolenic acid-rich borage oil combined with marine fish oils on tissue phospholipid fatty acid composition and production of prostaglandins E and F of the 1-, 2- and 3-series in a marine fish deficient in Δ -5 fatty acyl desaturase. *Prostaglandins Leukotrienes & Essential Fatty Acids* 57: 125-134, 1997.
285. Tocher, D. R., and D. G. Harvie. Fatty acid compositions of the major phosphoglycerides from fish neural tissues: (n-3) and (n-6) polynsaturated fatty acids in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and cod (*Gadus morhua*) brains and retinas. *Fish Physiology and Biochemistry* 5: 229-239, 1988.
286. Tocher, D. R., G. Mourente, and J. R. Sargent. Metabolism of [1-¹⁴C]docohexaenoate z(22:6n-3), [1-¹⁴C]eicosapentaenoate and [1-¹⁴C]linolenate (18:3n-3) in brain cells from juvenile turbot *Scophthalmus maximus*. *Lipids* 27: 494-499, 1992.
287. Tomobe, Y. I., K. Morizawa, M. Tsuchida, H. Hibino, Y. Nakano, and Y. Tanaka. Dietary docosahexaenoic acid suppresses inflammation and immunoresponses in contact hypersensitivity reaction in mice. *Lipids* 35: 61-69, 2000.
288. Touchstone, J. C., K. A. Snyder, and S. S. Levin. Analysis of plasmalogens by *in situ* reaction on thin layer chromatograms. *Journal of Liquid Chromatography* 7: 2725-2733, 1984.
289. Trichopoulou, A., and P. Lagiou. Worldwide patterns of dietary lipids intake and health implications. *American Journal of Clinical Nutrition* 66: 961-964, 1997.
290. USDA. Nutrition and your health: dietary guidelines for americans. Washington DC: United States Department of Agriculture, US Human and Health Services, 2000.
291. van Jaarsveld, P. J., C. M. Smuts, H. Y. Tichelaar, M. Kruger, C. J. Lombard, and A. J. S. Benade. The influence of different ratios and dosages of an omega-6/omega-3 fatty acid supplement on the lipoprotein cholesterol and fatty acid profile in nonhuman Primates on a Western atherogenic diet. *Nutrition Research* 17: 1733-1747, 1997.

292. Van Pelt, T. I., J. F. Piatt, B. K. Lance, and D. D. Roby. Proximate composition and energy density of some North Pacific forage fishes. *Comparative Biochemistry and Physiology a-Physiology* 118: 1393-1398, 1997.
293. Vaskovsky, V. E. Phospholipids. In: *Marine Biogenic Lipids, Fats and Oils*, edited by R. G. Ackman. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1989, p. 199-242.
294. Vericel, E., C. Calzada, P. Chapuy, and R. Lagarde. The influence of low intake of n-3 fatty acids on platelets in elderly people. *Atherosclerosis* 147: 187-192, 1999.
295. Villar, M., A. P. R. H. Holgado, J. J. Sanchez, R. E. Trucco, and G. Oliver. Isolation and characterization of *Pediococcus halophilus* from salted anchovies (*Engraulis anchoita*). *Applied and Environmental Microbiology*: 664-666, 1985.
296. von Schacky, C. n-3 Fatty acids and the prevention of coronary atherosclerosis. *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 224-227, 2000.
297. Vreugdenhil, M., C. Bruehl, R. A. Voskuyl, J. X. Kang, A. Leaf, and W. J. Wadman. Polyunsaturated fatty acids modulate sodium and calcium currents in Ca1 neurons. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 93: 12559-12563, 1996.
298. Vujkovic, G., D. Karlovic, I. Vujkovic, Vorosbaranyi, and B. Jovanovic. Composition of muscle tissue lipids of silver carp and bighead carp. *JAOCs* 76: 475-480, 1999.
299. Waagbø, R., K. Sandnes, O. J. Torissen, A. Sandvin, and Ø. Lie. Chemical and sensory evaluation of fillets from Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed three levels of n-3 polyunsaturated fatty acids at two levels of vitamin E. *Food Chemistry* 46: 361-366, 1993.
300. Wainwright, P. E. Do essential fatty acids play a role in brain and behavioral development? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 16: 193-205, 1992.
301. Wallaert, C., and P. J. Babin. Circannual variation in the fatty acid composition of high-density lipoprotein phospholipids during acclimatization in trout. *Biochimica et Biophysica Acta* 1210: 23-26, 1993.
302. Watanabe, T., and M. Takeushi. Implications on marine oils and lipids in aquaculture. In: *Marine Biogenic Lipids, Fats and Oils*, edited by R. G. Ackman. Boca Raton, Florida: CRC Press, Inc., 1989, p. 457-479.
303. Weber, J.-M., and F. Haman. Pathways for metabolic fuels and oxygen in high performance fish. *Comp. Biochem. Physiol.* 113A: 33-38, 1996.
304. Weber, J.-M., and G. Zwingelstein. Circulatory substrates fluxes and their regulation. In: *Biochemistry and molecular biology of fishes*, edited by H. a. Mommsen Elsevier Science B.V., 1995, p. 15-32.
305. Widmaier, E. P. Fatty acid regulation of endocrine activity. In: *Handbook of essential fatty acid biology: biochemistry, physiology, and behavioral neurobiology*, edited by S. Yehuda and D. I. Mostofsky. Totowa, New Jersey: Humana Press, 1997, p. 115-135.

306. Woodroof, J. G. Nuts as a source of edible oils. In: *Tecnological Advances in Improved and Alternative Sources of Lipids*, edited by B. S. Kamel and Y. Kakuda. Glasgow: Blackie Academic & Professional an imprint of Chapman & Hall, 1994, p. 150-176.
307. Yam, D., A. Peled, M. Huszar, and M. Shinitzky. Dietary fish oil suppresses tumor growth and metastasis of Lewis lung carcinoma in mice. *Journal of Nutritional Biochemistry* 8: 619-622, 1997.
308. Yamada, N., Y. Kobatake, S. Ikegami, T. Takita, M. Wada, J. Shimizu, Y. Kanke, and S. Innami. Changes in blood coagulation, platelet aggregation, and lipid metabolism in rats given lipids containing docosahexaenoic acid. *Bioscience Biotechnology & Biochemistry* 61: 1454-1458, 1997.
309. Yang, S. A., H. Kawai, and K. Endo. Temperature dependency of 5'-nucleotidase and acid phosphatase in muscle microsomes of fish. *Comparative Biochemistry and Physiology a-Molecular and Integrative Physiology* 119: 765-771, 1998.
310. Yaniv, Z., D. Schafferman, I. Shamir, and Z. Madar. Cholesterol and triglyceride reduction in rats fed Matthiola incana seed oil rich in (n-3) fatty acids. *Journal of Agricultural & Food Chemistry* 47: 637-642, 1999.
311. Yankah, V. V., T. Ohshima, and C. Koizumi. Effects of processing and storage on some chemical characteristics and lipid composition of a Ghanaian fermented fish. *J. Sci. Food Agric.* 63: 227-235, 1993.
312. Yeo, Y. K., E. J. Park, C. W. Lee, H. T. Joo, and T. Farkas. Ether lipid composition and molecular species alterations in carp brain (*Cyprinus carpio L.*) during normoxic temperature acclimation. *Neurochemical Research* 22: 1257-1264, 1997.
313. Yosefy, C., J. R. Viskoper, A. Laszt, R. Priluk, E. Guita, D. Varon, Z. Ilan, E. M. Berry, N. Savion, Y. Adan, G. Lugassy, R. Schneider, and A. Raz. The effect of fish oil on hypertension, plasma lipids and hemostasis in hypertensive, obese, dyslipidemic patients with and without diabetes mellitus. *Prostaglandins Leukotrienes & Essential Fatty Acids* 61: 83-87, 1999.
314. Young, F. V. K., C. Poot, E. Biernoth, N. Krog, L. A. O'Neill, and N.G.J. Davidson. Processing of fats and oils. In: *The Lipid Handbook*, edited by F. D. Gunstone, J. L. Harwood and F. B. Padley. London: Chapman and Hall, 1986, p. 181-247.
315. Zenebe, T., G. Ahlgren, and M. Boberg. 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, 1998.
316. Zhukova, N. V., A. B. Imbs, and L. F. Yi. Diet-induced changes in lipid and fatty acid composition of *Artemia salina*. *Comparative Biochemistry & Physiology B-Biochemistry & Molecular Biology* 120: 499-506, 1998.
317. Zugarramurdi, A., and H. M. Lupin. A model to explain observed behavior on fish salting. *Journal of Food Science* 45: 1305-1317, 1980.
318. Zurier, R. B. Fatty acids, inflammation and immune responses. *Prostaglandines Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 48: 57-62, 1993.

ANEXO I

Tabela 1 - Resultados mensais de morfometria (média \pm desvio padrão, n = 10) das sardinhas utilizadas para a análise dos lípidos.

| Mês | L(cm) | W (g) | CW(g) | GW (g) | IGS (%) | RC (%) | Cb (g) | F (g) |
|---------------|-----------------|---------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| <i>Fêmeas</i> | | | | | | | | |
| 1 | 19,9 \pm 0,18 | 58 \pm 4,0 | 40 \pm 3,2 | 3,5 \pm 1,04 | 6,0 \pm 1,57 | 67,7 \pm 2,05 | | |
| 2 | 19,9 \pm 0,39 | 61 \pm 5,2 | 42 \pm 3,6 | 3,1 \pm 1,29 | 5,0 \pm 1,96 | 69,5 \pm 2,24 | | |
| 3 | 17,6 \pm 0,90 | 41 \pm 5,7 | 30 \pm 4,1 | 2,0 \pm 1,07 | 4,7 \pm 2,22 | 72,0 \pm 1,79 | 0,15 \pm 0,04 | 0,6 \pm 0,10 |
| 4 | 19,1 \pm 0,48 | 51 \pm 2,2 | 36 \pm 1,3 | 0,8 \pm 0,67 | 1,5 \pm 1,22 | 70,7 \pm 2,63 | | |
| 5 | 16,9 \pm 0,48 | 38 \pm 2,9 | 28 \pm 2,1 | 0,2 \pm 0,09 | 0,6 \pm 0,22 | 73,4 \pm 1,35 | | |
| 6 | 17,8 \pm 0,63 | 47 \pm 6,7 | 37 \pm 4,7 | 0,3 \pm 0,09 | 0,6 \pm 0,23 | 75,5 \pm 7,38 | 0,17 \pm 0,03 | 0,6 \pm 0,16 |
| 7 | 18,2 \pm 0,51 | 55 \pm 4,0 | 40 \pm 3,2 | 0,4 \pm 0,08 | 0,7 \pm 0,13 | 73,8 \pm 2,10 | | |
| 8 | 18,6 \pm 0,72 | 59 \pm 5,8 | 43 \pm 4,1 | 0,4 \pm 0,12 | 0,6 \pm 0,18 | 73,3 \pm 1,69 | | |
| 10 | 20,1 \pm 0,49 | 72 \pm 6,8 | 51 \pm 5,2 | 3,7 \pm 1,15 | 5,1 \pm 1,40 | 70,5 \pm 2,19 | 0,20 \pm 0,03 | 0,9 \pm 0,23 |
| 11 | 20,1 \pm 0,76 | 66 \pm 3,4 | 46 \pm 2,1 | 3,2 \pm 1,00 | 4,8 \pm 1,45 | 69,7 \pm 2,31 | | |
| 12 | 16,9 \pm 1,20 | 38 \pm 10,0 | 28 \pm 7,6 | 2,3 \pm 0,88 | 5,9 \pm 1,92 | 72,7 \pm 2,88 | 0,13 \pm 0,03 | 0,4 \pm 0,11 |
| <i>Machos</i> | | | | | | | | |
| 1 | 19,3 \pm 0,68 | 54 \pm 6,6 | 37 \pm 4,3 | 4,5 \pm 1,19 | 8,3 \pm 1,74 | 68,1 \pm 2,80 | | |
| 2 | 19,2 \pm 0,67 | 54 \pm 6,8 | 37 \pm 4,5 | 3,4 \pm 0,92 | 6,3 \pm 1,41 | 68,3 \pm 1,65 | | |
| 3 | 16,5 \pm 0,78 | 35 \pm 4,9 | 26 \pm 3,6 | 1,1 \pm 0,88 | 3,1 \pm 2,61 | 74,4 \pm 2,63 | 0,13 \pm 0,03 | 0,3 \pm 0,07 |
| 4 | 18,8 \pm 0,76 | 48 \pm 6,9 | 34 \pm 4,4 | 0,9 \pm 0,45 | 1,9 \pm 0,95 | 71,3 \pm 2,24 | | |
| 5 | 17,4 \pm 1,09 | 40 \pm 7,0 | 28 \pm 4,2 | 0,6 \pm 0,78 | 1,4 \pm 1,45 | 71,0 \pm 1,95 | | |
| 6 | 17,8 \pm 0,61 | 50 \pm 3,4 | 36 \pm 1,9 | 0,1 \pm 0,04 | 0,2 \pm 0,06 | 73,4 \pm 3,88 | 0,17 \pm 0,03 | 0,7 \pm 0,18 |
| 7 | 17,7 \pm 0,61 | 50 \pm 3,6 | 37 \pm 2,3 | 0,1 \pm 0,02 | 0,2 \pm 0,03 | 74,8 \pm 2,52 | | |
| 8 | 18,7 \pm 0,61 | 59 \pm 4,2 | 43 \pm 2,9 | 0,2 \pm 0,05 | 0,3 \pm 0,09 | 73,8 \pm 1,40 | | |
| 10 | 19,0 \pm 0,49 | 58 \pm 4,5 | 42 \pm 4,3 | 1,9 \pm 0,72 | 3,3 \pm 1,11 | 72,5 \pm 4,39 | 0,19 \pm 0,03 | 0,3 \pm 0,11 |
| 11 | 19,5 \pm 0,69 | 63 \pm 8,0 | 43 \pm 5,5 | 5,6 \pm 1,07 | 8,8 \pm 1,37 | 67,3 \pm 1,77 | | |
| 12 | 17,5 \pm 0,52 | 42 \pm 5,0 | 31 \pm 3,3 | 2,3 \pm 0,62 | 5,5 \pm 1,25 | 72,9 \pm 1,79 | 0,15 \pm 0,02 | 0,2 \pm 0,08 |

L- Comprimento; W- peso total; CW- peso descabeçado; GW- peso das gónadas; IGS- Índice gonadossomático; RC- Rendimento de carcaça; Cb- peso do cérebro; F- peso do fígado.

Tabela 2- Teor em humidade e lípidos totais (peso húmido) das sardinhas utilizadas para a análise de lípidos (média \pm desvio padrão, n = 10). Os valores do fígado e do cérebro foram determinados trimestralmente.

| Mês | Humidade (%) | | | | Gordura (%) | | | |
|---------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Carcaça | Gónada | Fígado | Cérebro | Carcaça | Gónada | Fígado | Cérebro |
| <i>Fêmeas</i> | | | | | | | | |
| 1 | 69,2 \pm 3,07 | 67,3 \pm 1,59 | | | 6,5 \pm 2,32 | 3,6 \pm 0,92 | | |
| 2 | 69,9 \pm 3,04 | 72,3 \pm 2,48 | | | 2,2 \pm 0,43 | 2,5 \pm 0,83 | | |
| 3 | 70,7 \pm 1,81 | 68,4 \pm 2,54 | 54,4 \pm 12,68* | 57,2 \pm 8,41* | 3,1 \pm 1,32 | 2,8 \pm 0,70 | 2,5 \pm 0,47 | 2,7 \pm 1,09 |
| 4 | 67,4 \pm 6,99 | 74,4 \pm 2,53 | | | 4,6 \pm 2,31 | 1,4 \pm 0,96 | | |
| 5 | 67,5 \pm 1,97 | 70,4 \pm 5,38 | | | 5,0 \pm 1,35 | 0,9 \pm 0,45 | | |
| 6 | 60,3 \pm 1,36 | 67,4 \pm 8,31 | 60,0 \pm 4,36 | 68,6 \pm 3,33 | 10,4 \pm 0,79 | 2,7 \pm 1,22 | 7,5 \pm 3,19 | 1,9 \pm 1,41 |
| 7 | 64,5 \pm 5,06 | 55,1 \pm 5,57 | | | 13,7 \pm 1,65 | 3,5 \pm 1,41 | | |
| 8 | 57,6 \pm 2,06 | 71,5 \pm 4,75 | | | 13,5 \pm 2,13 | 3,4 \pm 2,00 | | |
| 10 | 58,5 \pm 3,56 | 65,2 \pm 2,25 | 71,6 \pm 2,05 | 70,6 \pm 1,86 | 12,7 \pm 3,34 | 4,7 \pm 0,67 | 3,5 \pm 1,95 | 5,0 \pm 3,17 |
| 11 | 66,7 \pm 4,89 | 67,2 \pm 3,22 | | | 9,8 \pm 4,18 | 4,0 \pm 0,88 | | |
| 12 | 67,7 \pm 2,98 | 69,7 \pm 2,22 | 71,3 \pm 3,35 | 72,3 \pm 2,02 | 6,2 \pm 2,14 | 3,7 \pm 0,32 | 2,8 \pm 1,86 | 1,8 \pm 0,97 |
| <i>Machos</i> | | | | | | | | |
| 1 | 68,9 \pm 2,04 | 77,8 \pm 0,42 | | | 6,1 \pm 1,64 | 2,1 \pm 0,42 | | |
| 2 | 71,6 \pm 2,53 | 79,0 \pm 0,21 | | | 2,7 \pm 1,43 | 2,1 \pm 0,14 | | |
| 3 | 68,8 \pm 2,15 | 77,1 \pm 1,23 | 48,2 \pm 4,46* | 50,6 \pm 10,41* | 4,8 \pm 1,90 | 1,9 \pm 0,98 | 1,5 \pm 1,05 | 2,3 \pm 0,90 |
| 4 | 62,5 \pm 7,37 | 77,0 \pm 1,45 | | | 2,8 \pm 1,25 | 1,6 \pm 0,55 | | |
| 5 | 68,5 \pm 3,24 | 72,5 \pm 7,70 | | | 4,7 \pm 2,12 | 1,4 \pm 0,74 | | |
| 6 | 60,6 \pm 1,22 | 50,9 \pm 13,9 | 59,4 \pm 2,35 | 70,7 \pm 2,96 | 11,6 \pm 1,24 | 3,4 \pm 3,65 | 9,2 \pm 3,2 | 1,6 \pm 0,79 |
| 7 | 62,6 \pm 4,81 | ----- | | | 13,4 \pm 1,87 | 3,1 \pm 1,03 | | |
| 8 | 58,3 \pm 2,10 | 67,4 \pm 5,78 | | | 13,6 \pm 2,73 | 1,9 \pm 1,13 | | |
| 10 | 57,9 \pm 1,98 | 76,3 \pm 2,73 | 72,5 \pm 0,80 | 62,8 \pm 7,99 | 12,4 \pm 1,26 | 2,5 \pm 0,35 | 3,5 \pm 1,92 | 5,9 \pm 3,59 |
| 11 | 63,9 \pm 2,69 | 78,7 \pm 0,54 | | | 10,6 \pm 2,13 | 2,2 \pm 0,27 | | |
| 12 | 67,6 \pm 3,56 | 78,9 \pm 0,53 | 70,5 \pm 0,56 | 71,1 \pm 4,97 | 6,8 \pm 2,63 | 1,9 \pm 0,28 | 1,6 \pm 0,79 | 2,7 \pm 1,15 |

* Valores obtidos pela diferença de peso dos tecidos antes e depois da extracção dos lípidos após evaporação dos solventes (à diferença de peso é adicionada a massa de lípidos extraída, sendo o restante considerado humidade).

Tabela 3 - Composição dos lípidos totais das carcaças nas principais classes lipídicas (g /100 g de m.s.) (média ± desvio padrão, n = 10).

| Mês | TAG | FFA | C | PE | PS | PC |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Fêmeas</i> | | | | | | |
| 1 | 19,3 ± 5,40 | 0,00 ± 0,00 | 0,21 ± 0,14 | 0,14 ± 0,13 | 0,00 ± 0,00 | 0,73 ± 0,21 |
| 2 | 6,3 ± 1,36 | 0,00 ± 0,00 | 0,09 ± 0,04 | 0,30 ± 0,32 | 0,05 ± 0,05 | 0,46 ± 0,27 |
| 3 | 8,8 ± 3,87 | 0,00 ± 0,00 | 0,19 ± 0,11 | 0,53 ± 0,17 | 0,06 ± 0,05 | 0,77 ± 0,26 |
| 4 | 12,2 ± 5,44 | 0,04 ± 0,05 | 0,31 ± 0,21 | 0,15 ± 0,14 | 0,04 ± 0,05 | 0,72 ± 0,29 |
| 5 | 14,3 ± 3,48 | 0,00 ± 0,00 | 0,17 ± 0,03 | 0,23 ± 0,15 | 0,00 ± 0,00 | 0,58 ± 0,16 |
| 6 | 25,0 ± 1,85 | 0,01 ± 0,04 | 0,27 ± 0,05 | 0,11 ± 0,14 | 0,00 ± 0,00 | 0,68 ± 0,26 |
| 7 | 37,3 ± 4,80 | 0,09 ± 0,28 | 0,36 ± 0,17 | 0,06 ± 0,11 | 0,07 ± 0,21 | 0,87 ± 0,17 |
| 8 | 30,5 ± 4,16 | 0,00 ± 0,00 | 0,23 ± 0,10 | 0,07 ± 0,13 | 0,00 ± 0,00 | 0,70 ± 0,24 |
| 10 | 29,1 ± 5,87 | 0,00 ± 0,00 | 0,27 ± 0,10 | 0,05 ± 0,10 | 0,00 ± 0,00 | 0,70 ± 0,26 |
| 11 | 26,7 ± 9,09 | 0,02 ± 0,06 | 0,39 ± 0,12 | 0,12 ± 0,13 | 0,02 ± 0,07 | 1,03 ± 0,41 |
| 12 | 17,9 ± 4,79 | 0,10 ± 0,10 | 0,23 ± 0,03 | 0,08 ± 0,11 | 0,00 ± 0,00 | 0,54 ± 0,06 |
| <i>Machos</i> | | | | | | |
| 1 | 18,0 ± 4,16 | 0,01 ± 0,04 | 0,35 ± 0,19 | 0,23 ± 0,21 | 0,00 ± 0,00 | 0,92 ± 0,37 |
| 2 | 7,6 ± 4,48 | 0,00 ± 0,00 | 0,12 ± 0,05 | 0,53 ± 0,22 | 0,08 ± 0,06 | 0,94 ± 0,34 |
| 3 | 13,6 ± 5,37 | 0,02 ± 0,04 | 0,20 ± 0,14 | 0,41 ± 0,12 | 0,02 ± 0,01 | 0,72 ± 0,29 |
| 4 | 6,1 ± 3,56 | 0,10 ± 0,06 | 0,16 ± 0,15 | 0,43 ± 0,27 | 0,04 ± 0,04 | 0,63 ± 0,39 |
| 5 | 13,0 ± 5,78 | 0,05 ± 0,06 | 0,18 ± 0,04 | 0,25 ± 0,16 | 0,04 ± 0,06 | 0,76 ± 0,20 |
| 6 | 27,8 ± 2,85 | 0,03 ± 0,07 | 0,33 ± 0,12 | 0,00 ± 0,00 | 0,00 ± 0,00 | 0,97 ± 0,42 |
| 7 | 34,6 ± 5,45 | 0,12 ± 0,32 | 0,35 ± 0,12 | 0,03 ± 0,07 | 0,00 ± 0,00 | 0,88 ± 0,16 |
| 8 | 30,8 ± 5,55 | 0,00 ± 0,00 | 0,17 ± 0,15 | 0,06 ± 0,13 | 0,08 ± 0,16 | 1,04 ± 0,43 |
| 10 | 28,1 ± 2,31 | 0,00 ± 0,00 | 0,32 ± 0,05 | 0,05 ± 0,15 | 0,00 ± 0,00 | 0,80 ± 0,11 |
| 11 | 27,6 ± 4,40 | 0,00 ± 0,00 | 0,37 ± 0,14 | 0,09 ± 0,12 | 0,00 ± 0,00 | 0,99 ± 0,48 |
| 12 | 19,1 ± 6,23 | 0,10 ± 0,15 | 0,27 ± 0,05 | 0,13 ± 0,18 | 0,00 ± 0,00 | 0,69 ± 0,19 |

CE- ésteres do colesterol; TAG- triacilgliceróis; FFA- ácidos gordos livres; C- colesterol; PE - fosfatidiletanolamina ; PS- fosfatidilserina; PC- fosfatidilcolina.

Tabela 4 - Composição das principais classes lipídicas (g /100 g m.s.) nas gónadas (média ± desvio padrão, n = 10).

| Mês | CE | TAG | FFA | C | PE | plPE | PS | PC | plPC |
|---------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <i>Fêmeas</i> | | | | | | | | | |
| 1 | 0,19±0,13 | 3,43±1,02 | 0,27±0,10 | 0,54±0,17 | 0,73±0,38 | 0,35±0,22 | 0,11±0,11 | 3,69±1,26 | 1,59±0,63 |
| 2 | 0,15±0,14 | 1,89±0,76 | 0,02±0,03 | 0,48±0,11 | 0,93±0,30 | 0,11±0,15 | 0,17±0,08 | 3,79±1,45 | 1,23±0,63 |
| 3 | 0,01±0,03 | 2,32±1,37 | 0,27±0,24 | 0,47±0,27 | 0,99±0,63 | 0,07±0,12 | 0,17±0,17 | 3,15±1,55 | 0,51±0,67 |
| 4 | 0,00±0,00 | 1,77±1,91 | 0,43±0,37 | 0,59±0,42 | 0,57±0,37 | 0,13±0,21 | 0,29±0,18 | 1,36±1,35 | 0,13±0,19 |
| 5 | 0,01±0,02 | 2,55±1,69 | 0,03±0,04 | 0,15±0,05 | 0,11±0,03 | 0,05±0,10 | 0,06±0,06 | 0,24±0,17 | 0,01±0,03 |
| 6 | 0,00±0,00 | 7,79±3,82 | 0,02±0,04 | 0,23±0,16 | 0,02±0,04 | 0,00±0,00 | 0,00±0,00 | 0,49±0,38 | 0,00±0,00 |
| 7 | 0,00±0,00 | 6,44±3,48 | 0,03±0,05 | 0,13±0,08 | 0,02±0,04 | 0,00±0,00 | 0,00±0,00 | 0,21±0,14 | 0,00±0,00 |
| 8 | 0,00±0,00 | 11,09±6,85 | 0,02±0,06 | 0,22±0,09 | 0,11±0,23 | 0,00±0,00 | 0,05±0,10 | 0,38±0,16 | 0,00±0,00 |
| 10 | 0,22±0,09 | 7,52±2,71 | 0,42±0,50 | 0,64±0,13 | 0,59±0,25 | 0,21±0,08 | 0,32±0,18 | 2,99±1,30 | 0,55±0,45 |
| 11 | 0,21±0,09 | 3,26±1,57 | 0,51±0,27 | 0,53±0,21 | 0,91±0,11 | 0,27±0,09 | 0,14±0,16 | 4,52±1,86 | 1,11±1,58 |
| 12 | 0,25±0,11 | 4,39±2,11 | 0,72±0,30 | 0,75±0,18 | 0,93±0,97 | 0,55±0,25 | 0,35±0,22 | 2,67±1,09 | 1,98±0,97 |
| <i>Machos</i> | | | | | | | | | |
| 1 | 0,00±0,00 | 0,02±0,06 | 1,16±0,34 | 0,86±0,24 | 2,53±0,66 | 0,49±0,77 | 0,63±0,20 | 2,85±0,89 | 0,79±0,94 |
| 2 | 0,00±0,00 | 0,03±0,07 | 0,29±0,19 | 0,60±0,39 | 2,89±1,80 | 0,19±0,40 | 0,51±0,37 | 2,01±1,23 | 0,22±0,22 |
| 3 | 0,00±0,00 | 1,59±1,75 | 1,21±0,95 | 0,74±0,47 | 1,84±1,72 | 0,11±0,18 | 0,51±0,48 | 1,45±1,08 | 0,26±0,48 |
| 4 | 0,00±0,00 | 1,06±1,64 | 1,78±0,91 | 1,08±0,45 | 1,28±0,63 | 0,14±0,20 | 0,52±0,28 | 0,92±0,50 | 0,05±0,11 |
| 5 | 0,00±0,00 | 1,79±2,06 | 0,62±0,61 | 0,66±0,47 | 1,22±1,01 | 0,09±0,20 | 0,38±0,31 | 0,89±0,99 | 0,18±0,33 |
| 6 | 0,00±0,00 | 7,66±9,83 | 0,00±0,00 | 0,17±0,26 | 0,00±0,00 | 0,00±0,00 | 0,00±0,00 | 0,49±0,93 | 0,00±0,00 |
| 7 | 0,00±0,00 | 3,12±0,99 | 0,02±0,03 | 0,06±0,02 | 0,03±0,07 | 0,00±0,00 | 0,00±0,00 | 0,13±0,03 | 0,00±0,00 |
| 8 | 0,00±0,00 | 4,98±3,58 | 0,08±0,09 | 0,24±0,22 | 0,11±0,23 | 0,00±0,00 | 0,02±0,04 | 0,61±0,83 | 0,00±0,00 |
| 10 | 0,00±0,00 | 2,86±1,96 | 1,82±1,51 | 0,89±0,22 | 1,79±0,73 | 0,23±0,26 | 0,64±0,22 | 1,72±0,94 | 0,43±0,64 |
| 11 | 0,04±0,02 | 0,51±0,80 | 1,53±0,62 | 0,93±0,25 | 3,37±0,93 | 0,50±0,48 | 0,60±0,21 | 2,04±1,17 | 0,88±0,61 |
| 12 | 0,00±0,00 | 0,34±0,73 | 2,30±0,68 | 1,13±0,37 | 1,79±0,57 | 0,65±0,20 | 1,02±0,40 | 1,38±0,30 | 0,54±0,25 |

CE- ésteres do colesterol; TAG- triacilgliceróis; FFA- ácidos gordos livres; C- colesterol; PE- fosfatidiletanolamina; plPE- plasmalogénios da fosfatidiletanolamina; PS- fosfatidilserina; PC- fosfatidilcolina; plPC- plasmalogénios da fosfatidilcolina.

Tabela 5 - Composição das principais classes de lípidos neutros (g /100 g de m.s.) nos cérebros e fígados (média ± desvio padrão, n = 10).

| Mês | <i>Fígado</i> | | | | <i>Cérebro</i> | | | |
|---------------|---------------|------------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | CE | TAG | FFA | C | CE | TAG | FFA | C |
| <i>Fêmeas</i> | | | | | | | | |
| 3 | 0,01±0,02 | 1,35±2,06 | 0,13±0,11 | 0,27±0,14 | 0,00±0,00 | 0,03±0,08 | 0,02±0,05 | 0,87±0,30 |
| 6 | 0,02±0,06 | 14,21±5,34 | 1,16±0,62 | 0,53±0,30 | 0,00±0,00 | 0,64±1,67 | 0,02±0,04 | 1,25±0,89 |
| 10 | 0,03±0,10 | 6,80±6,72 | 1,04±0,84 | 0,33±0,21 | 0,00±0,00 | 0,07±0,11 | 0,00±0,00 | 2,72±1,54 |
| 12 | 0,00±0,00 | 1,68±3,03 | 1,68±1,29 | 0,58±0,63 | 0,00±0,00 | 0,11±0,21 | 0,04±0,04 | 1,21±0,78 |
| <i>Machos</i> | | | | | | | | |
| 3 | 0,00±0,00 | 1,65±1,97 | 0,07±0,08 | 0,11±0,08 | 0,00±0,00 | 0,16±0,12 | 0,03±0,04 | 0,68±0,29 |
| 6 | 0,00±0,00 | 18,37±6,56 | 0,86±0,78 | 0,46±0,21 | 0,00±0,00 | 0,36±0,12 | 0,02±0,03 | 1,03±0,51 |
| 10 | 0,15±0,19 | 9,75±5,63 | 0,78±0,74 | 0,35±0,40 | 0,00±0,00 | 0,36±0,56 | 0,06±0,10 | 2,54±1,11 |
| 12 | 0,09±0,17 | 1,48±2,83 | 1,01±0,42 | 0,30±0,11 | 0,00±0,00 | 0,22±0,33 | 0,04±0,06 | 1,47±0,53 |

CE - ésteres do colesterol; TAG - triacilgliceróis; FFA - ácidos gordos livres; C - colesterol.

Tabela 6 - Composição das principais classes de lípidos polares (g /100 g de m.s.) nos cérebros e figados (média \pm desvio padrão, n = 10).

| | Mês | GCb | PE | plPE | PI | PS | PC | plPC | EM | |
|----------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| <i>Figado</i> | <i>Fêmeas</i> | | | | | | | | | |
| | 3 | 0,00 \pm 0,00 | 0,96 \pm 0,44 | 0,05 \pm 0,10 | 0,17 \pm 0,21 | 0,25 \pm 0,22 | 2,16 \pm 1,14 | 0,46 \pm 0,39 | 0,14 \pm 0,20 | |
| | 6 | 0,00 \pm 0,00 | 0,53 \pm 0,44 | 0,00 \pm 0,00 | 0,00 \pm 0,00 | 0,00 \pm 0,00 | 1,74 \pm 0,83 | 0,00 \pm 0,00 | 0,00 \pm 0,00 | |
| | 10 | 0,00 \pm 0,00 | 0,97 \pm 0,77 | 0,09 \pm 0,14 | 0,35 \pm 0,30 | 0,33 \pm 0,39 | 2,27 \pm 1,82 | 0,11 \pm 0,17 | 0,19 \pm 0,30 | |
| | 12 | 0,00 \pm 0,00 | 0,86 \pm 1,21 | 0,60 \pm 0,62 | 1,05 \pm 1,25 | 0,24 \pm 0,31 | 3,06 \pm 2,05 | 0,59 \pm 0,82 | 0,03 \pm 0,05 | |
| | <i>Machos</i> | | | | | | | | | |
| | 3 | 0,00 \pm 0,00 | 0,22 \pm 0,20 | 0,00 \pm 0,00 | 0,17 \pm 0,18 | 0,22 \pm 0,14 | 0,38 \pm 0,15 | 0,10 \pm 0,09 | 0,02 \pm 0,04 | |
| | 6 | 0,00 \pm 0,00 | 0,52 \pm 0,33 | 0,00 \pm 0,00 | 0,02 \pm 0,08 | 0,04 \pm 0,12 | 1,65 \pm 0,69 | 0,00 \pm 0,00 | 0,00 \pm 0,00 | |
| | 10 | 0,00 \pm 0,00 | 0,16 \pm 0,51 | 0,01 \pm 0,02 | 0,00 \pm 0,01 | 0,21 \pm 0,34 | 0,93 \pm 0,98 | 0,08 \pm 0,18 | 0,08 \pm 0,17 | |
| | 12 | 0,00 \pm 0,00 | 0,37 \pm 0,37 | 0,38 \pm 0,25 | 0,09 \pm 0,16 | 0,27 \pm 0,12 | 1,02 \pm 0,45 | 0,42 \pm 0,31 | 0,00 \pm 0,00 | |
| <i>Cérebro</i> | <i>Fêmeas</i> | | | | | | | | | |
| | 3 | 0,50 \pm 0,44 | 2,07 \pm 0,63 | 0,81 \pm 0,34 | 0,03 \pm 0,07 | 0,33 \pm 0,11 | 2,16 \pm 1,02 | 0,14 \pm 0,31 | 0,00 \pm 0,00 | |
| | 6 | 0,50 \pm 0,32 | 0,65 \pm 0,60 | 0,96 \pm 1,00 | 0,03 \pm 0,05 | 0,25 \pm 0,20 | 1,42 \pm 1,12 | 0,37 \pm 0,48 | 0,00 \pm 0,00 | |
| | 10 | 1,75 \pm 1,39 | 2,53 \pm 2,35 | 2,54 \pm 2,18 | 0,04 \pm 0,10 | 0,76 \pm 0,64 | 5,58 \pm 2,87 | 0,35 \pm 0,67 | 0,02 \pm 0,06 | |
| | 12 | 0,23 \pm 0,32 | 1,10 \pm 1,22 | 1,08 \pm 1,05 | 0,11 \pm 0,26 | 0,27 \pm 0,19 | 1,60 \pm 1,16 | 0,99 \pm 0,55 | 0,00 \pm 0,00 | |
| | <i>Machos</i> | | | | | | | | | |
| | 3 | 0,07 \pm 0,22 | 1,24 \pm 0,62 | 0,58 \pm 0,49 | 0,00 \pm 0,00 | 0,29 \pm 0,14 | 1,59 \pm 0,90 | 0,30 \pm 0,36 | 0,00 \pm 0,00 | |
| | 6 | 0,42 \pm 0,30 | 0,69 \pm 0,44 | 0,79 \pm 0,45 | 0,03 \pm 0,04 | 0,27 \pm 0,17 | 1,52 \pm 1,03 | 0,32 \pm 0,41 | 0,00 \pm 0,00 | |
| | 10 | 1,86 \pm 1,00 | 2,80 \pm 1,41 | 1,40 \pm 1,15 | 0,03 \pm 0,05 | 0,55 \pm 0,36 | 5,26 \pm 2,54 | 0,24 \pm 0,36 | 0,00 \pm 0,00 | |
| | 12 | 0,35 \pm 0,25 | 0,81 \pm 0,66 | 2,11 \pm 1,04 | 0,06 \pm 0,09 | 0,55 \pm 0,29 | 1,74 \pm 1,30 | 2,03 \pm 1,62 | 0,00 \pm 0,00 | |

GCb- galactocerebrósidos; PE- fosfatidiletanolamina; plPE- plasmalogénios da fosfatidiletanolamina; PI- fosfatidilinositol; PS- fosfatidilserina; PC- fosfatidilcolina; plPC- plasmalogénios da fosfatidilcolina; EM- esfingomielina.

Tabela 7- Variação sazonal da composição em ácidos gordos (% m/m ácidos gordos totais) dos lípidos em carcaças de fêmeas (média \pm desvio padrão, n = 10).

| Fêmeas | Jan. | Fev. | Mar. | Abr. | Mai. | Jun. | Jul. | Ago. | Out. | Nov. | Dez. |
|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 14:0 | 4,4 \pm 0,9 | 4,4 \pm 0,9 | 4,3 \pm 0,6 | 4,4 \pm 0,6 | 4,0 \pm 0,5 | 3,2 \pm 0,5 | 3,4 \pm 0,7 | 3,6 \pm 0,4 | 4,8 \pm 0,4 | 4,1 \pm 0,2 | 3,3 \pm 0,4 |
| 15:0 | 0,4 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,1 |
| 16:4 | 0,6 \pm 0,2 | 1,2 \pm 0,4 | 0,9 \pm 0,4 | 0,7 \pm 0,4 | 0,7 \pm 0,2 | 0,7 \pm 0,2 | 0,7 \pm 0,3 | 0,9 \pm 0,2 | 1,0 \pm 0,2 | 0,6 \pm 0,2 | 0,2 \pm 0,2 |
| 16:3 | 0,5 \pm 0,1 | 0,8 \pm 0,3 | 0,7 \pm 0,3 | 0,6 \pm 0,3 | 0,5 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,1 | 0,6 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 |
| 16:1 (n-9) | 6,1 \pm 0,1 | 6,7 \pm 1,6 | 5,9 \pm 1,3 | 6,4 \pm 1,3 | 6,9 \pm 1,0 | 6,2 \pm 0,9 | 6,9 \pm 1,0 | 7,0 \pm 1,0 | 8,2 \pm 0,9 | 6,0 \pm 0,7 | 4,0 \pm 0,8 |
| 16:0 | 15,0 \pm 2,4 | 14,0 \pm 2,4 | 17,0 \pm 1,7 | 16,5 \pm 3,0 | 16,1 \pm 1,6 | 15,5 \pm 2,2 | 16,7 \pm 1,9 | 15,2 \pm 1,8 | 17,3 \pm 1,9 | 15,5 \pm 1,4 | 14,3 \pm 1,4 |
| 17:0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,2 | 0,6 \pm 0,2 | 0,3 \pm 0,6 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 18:3 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,4 | 0,1 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,2 | 0,3 \pm 0,6 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,2 |
| 18:4 (n-3) | 1,6 \pm 0,3 | 1,1 \pm 0,2 | 1,6 \pm 0,4 | 1,7 \pm 0,7 | 2,2 \pm 0,4 | 1,6 \pm 0,3 | 1,5 \pm 0,3 | 1,5 \pm 0,3 | 1,6 \pm 0,3 | 1,3 \pm 0,3 | 1,3 \pm 0,3 |
| 18:2 (n-6) | 1,3 \pm 0,3 | 0,8 \pm 0,2 | 1,3 \pm 0,3 | 1,1 \pm 0,3 | 1,1 \pm 0,2 | 0,9 \pm 0,2 | 0,7 \pm 0,1 | 0,8 \pm 0,2 | 0,9 \pm 0,1 | 1,0 \pm 0,2 | 1,5 \pm 0,4 |
| 18:3 (n-3) | 0,2 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,2 | 0,4 \pm 0,4 | 0,1 \pm 0,2 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,3 |
| 18:1 (n-9) | 10,3 \pm 2,2 | 6,7 \pm 3,2 | 6,0 \pm 1,6 | 7,3 \pm 3,3 | 7,7 \pm 2,0 | 10,2 \pm 2,6 | 12,9 \pm 2,9 | 12,8 \pm 3,1 | 15,1 \pm 3,6 | 14,3 \pm 4,6 | 8,3 \pm 2,2 |
| 18:1 (n-7) | 2,4 \pm 0,4 | 2,8 \pm 0,5 | 2,6 \pm 0,4 | 2,2 \pm 0,3 | 2,2 \pm 0,4 | 2,2 \pm 0,4 | 2,0 \pm 0,3 | 2,2 \pm 0,3 | 2,5 \pm 0,4 | 2,0 \pm 0,2 | 1,6 \pm 0,3 |
| 18:0 | 3,4 \pm 0,6 | 2,3 \pm 0,5 | 3,0 \pm 0,7 | 3,2 \pm 0,8 | 2,8 \pm 0,3 | 2,4 \pm 0,5 | 2,4 \pm 0,5 | 2,3 \pm 0,4 | 3,3 \pm 0,4 | 3,6 \pm 0,6 | 3,4 \pm 0,5 |
| 20:4 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 20:5 (n-3) | 26,3 \pm 9,9 | 39,5 \pm 7,7 | 24,9 \pm 7,7 | 23,1 \pm 8,8 | 23,5 \pm 2,7 | 36,8 \pm 6,5 | 30,7 \pm 5,0 | 34,1 \pm 4,7 | 25,0 \pm 2,9 | 22,5 \pm 4,2 | 17,5 \pm 3,2 |
| 20:2 (n-6) | 0,2 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 |
| 20:1 (n-9) | 1,2 \pm 0,4 | 0,5 \pm 0,2 | 0,5 \pm 0,3 | 0,7 \pm 0,3 | 0,6 \pm 0,3 | 0,7 \pm 0,1 | 0,8 \pm 0,2 | 0,7 \pm 0,2 | 0,9 \pm 0,1 | 1,3 \pm 0,4 | 1,2 \pm 0,4 |
| 20:0 | 0,2 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,1 |
| 22:6 (n-3) | 19,5 \pm 5,2 | 13,0 \pm 4,1 | 25,3 \pm 7,4 | 24,8 \pm 7,3 | 26,4 \pm 4,3 | 14,9 \pm 2,2 | 16,0 \pm 3,4 | 13,9 \pm 4,5 | 13,2 \pm 4,4 | 20,5 \pm 8,1 | 34,3 \pm 4,6 |
| 22:4 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 22:5 (n-3) | 5,5 \pm 0,7 | 5,0 \pm 1,1 | 3,8 \pm 1,1 | 4,8 \pm 2,0 | 3,4 \pm 0,6 | 2,9 \pm 0,4 | 3,6 \pm 0,6 | 3,4 \pm 1,1 | 3,9 \pm 0,8 | 5,2 \pm 1,8 | 6,4 \pm 1,6 |
| 22:1 (n-9) | 0,2 \pm 0,2 | 0,1 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,2 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 |
| 22:0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 |
| 24:1 (n-9) | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 |
| Desc. | 0,7 \pm 0,2 | 0,3 \pm 0,1 | 0,6 \pm 0,1 | 0,7 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,2 | 0,5 \pm 0,1 | 0,7 \pm 0,1 | 0,7 \pm 0,1 | 0,8 \pm 0,2 |
| Saturados | 23,4 \pm 3,4 | 21,4 \pm 3,8 | 25,4 \pm 2,4 | 25,1 \pm 3,9 | 23,6 \pm 2,0 | 21,5 \pm 3,0 | 22,9 \pm 2,6 | 21,5 \pm 2,3 | 26,0 \pm 2,2 | 23,8 \pm 2,0 | 21,9 \pm 2,2 |
| Monoins. | 20,3 \pm 3,2 | 16,7 \pm 4,1 | 15,2 \pm 1,5 | 16,7 \pm 3,1 | 17,5 \pm 2,3 | 19,3 \pm 2,6 | 22,7 \pm 3,5 | 22,8 \pm 3,1 | 26,8 \pm 3,8 | 23,7 \pm 5,4 | 15,2 \pm 3,2 |
| PUFA | 55,6 \pm 5,6 | 61,5 \pm 7,5 | 58,8 \pm 3,5 | 57,5 \pm 5,2 | 58,3 \pm 3,6 | 58,7 \pm 4,9 | 53,8 \pm 5,5 | 55,2 \pm 4,6 | 46,4 \pm 4,3 | 51,8 \pm 7,0 | 62,1 \pm 3,5 |
| Ómega-3 | 53,0 \pm 5,9 | 58,6 \pm 8,1 | 55,8 \pm 3,7 | 54,9 \pm 5,1 | 55,6 \pm 3,8 | 56,2 \pm 5,2 | 51,8 \pm 5,8 | 52,9 \pm 4,7 | 43,8 \pm 4,7 | 49,4 \pm 7,0 | 59,8 \pm 3,6 |
| Ómega-6 | 1,4 \pm 0,4 | 1,0 \pm 0,3 | 1,5 \pm 0,4 | 1,4 \pm 0,3 | 1,5 \pm 0,3 | 1,3 \pm 0,7 | 0,9 \pm 0,2 | 0,9 \pm 0,2 | 1,1 \pm 0,2 | 1,3 \pm 0,2 | 1,9 \pm 0,4 |

Tabela 8- Variação sazonal da composição em ácidos gordos (% m/m ácidos gordos totais) dos lípidos em carcaças de machos (média \pm desvio padrão n = 10).

| <i>Machos</i> | Jan. | Fev. | Mar. | Abr. | Mai. | Jun. | Jul. | Ago. | Out. | Nov. | Dez. |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 14:0 | 4,2 \pm 0,7 | 4,0 \pm 0,7 | 4,1 \pm 0,4 | 4,2 \pm 0,8 | 4,4 \pm 0,5 | 3,5 \pm 0,5 | 3,5 \pm 0,4 | 3,1 \pm 0,3 | 4,3 \pm 0,7 | 4,5 \pm 0,6 | 3,0 \pm 0,4 |
| 15:0 | 0,4 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,0 | 0,4 \pm 0,0 | 0,4 \pm 0,1 |
| 16:4 | 0,5 \pm 0,2 | 1,2 \pm 0,4 | 0,8 \pm 0,4 | 0,5 \pm 0,3 | 0,9 \pm 0,3 | 0,8 \pm 0,3 | 0,7 \pm 0,2 | 0,8 \pm 0,2 | 0,9 \pm 0,2 | 0,8 \pm 0,2 | 0,3 \pm 0,2 |
| 16:3 | 0,4 \pm 0,1 | 0,8 \pm 0,3 | 0,6 \pm 0,3 | 0,4 \pm 0,2 | 0,6 \pm 0,2 | 0,5 \pm 0,2 | 0,4 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 |
| 16:1 (n-9) | 5,6 \pm 0,9 | 5,9 \pm 1,2 | 5,7 \pm 1,1 | 5,5 \pm 1,2 | 7,1 \pm 1,4 | 6,8 \pm 1,1 | 7,1 \pm 0,6 | 6,1 \pm 0,4 | 7,9 \pm 1,2 | 6,9 \pm 0,7 | 4,2 \pm 0,8 |
| 16:0 | 14,9 \pm 2,8 | 13,7 \pm 2,3 | 18,7 \pm 1,3 | 16,3 \pm 1,2 | 15,1 \pm 1,3 | 15,7 \pm 2,2 | 16,5 \pm 1,4 | 14,7 \pm 1,4 | 16,7 \pm 2,0 | 16,0 \pm 1,5 | 13,9 \pm 0,5 |
| 17:0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,1 | 0,7 \pm 0,3 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 18:3 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,6 \pm 0,9 | 0,1 \pm 0,2 | 0,1 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,5 | 0,2 \pm 0,3 | 0,1 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 |
| 18:4 (n-3) | 1,7 \pm 0,5 | 0,9 \pm 0,2 | 2,0 \pm 0,5 | 1,7 \pm 0,7 | 2,0 \pm 0,5 | 1,7 \pm 0,3 | 1,6 \pm 0,3 | 1,4 \pm 0,3 | 1,6 \pm 0,1 | 1,4 \pm 0,1 | 1,2 \pm 0,2 |
| 18:2 (n-6) | 1,4 \pm 0,2 | 0,6 \pm 0,2 | 1,3 \pm 0,3 | 1,1 \pm 0,3 | 1,2 \pm 0,2 | 0,8 \pm 0,1 | 0,8 \pm 0,1 | 0,7 \pm 0,2 | 0,9 \pm 0,1 | 1,0 \pm 0,1 | 1,4 \pm 0,4 |
| 18:3 (n-3) | 0,2 \pm 0,2 | 0,0 \pm 0,0 | 0,4 \pm 0,3 | 0,5 \pm 0,3 | 0,1 \pm 0,2 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 |
| 18:1 (n-9) | 10,0 \pm 3,3 | 4,9 \pm 2,0 | 7,2 \pm 2,7 | 5,7 \pm 1,3 | 6,0 \pm 1,6 | 9,2 \pm 3,1 | 12,8 \pm 2,0 | 12,4 \pm 2,9 | 13,6 \pm 2,1 | 15,3 \pm 4,3 | 9,6 \pm 2,7 |
| 18:1 (n-7) | 2,0 \pm 0,1 | 2,3 \pm 0,3 | 2,4 \pm 0,3 | 2,0 \pm 0,4 | 2,3 \pm 0,3 | 2,3 \pm 0,6 | 2,2 \pm 0,4 | 1,9 \pm 0,2 | 2,3 \pm 0,2 | 2,0 \pm 0,2 | 1,6 \pm 0,2 |
| 18:0 | 3,5 \pm 0,2 | 2,4 \pm 0,6 | 3,3 \pm 0,4 | 3,5 \pm 0,4 | 3,1 \pm 0,3 | 2,5 \pm 0,4 | 2,6 \pm 0,4 | 2,4 \pm 0,4 | 3,4 \pm 0,3 | 3,7 \pm 0,6 | 3,5 \pm 0,4 |
| 20:4 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 20:5 (n-3) | 18,9 \pm 4,4 | 38,5 \pm 8,2 | 21,6 \pm 5,5 | 17,8 \pm 4,3 | 21,9 \pm 3,6 | 35,0 \pm 6,1 | 30,2 \pm 1,5 | 34,5 \pm 6,3 | 26,3 \pm 2,8 | 23,5 \pm 2,5 | 18,2 \pm 3,4 |
| 20:2 (n-6) | 0,3 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,1 |
| 20:1 (n-9) | 1,4 \pm 0,4 | 0,5 \pm 0,2 | 0,5 \pm 0,3 | 0,7 \pm 0,2 | 0,5 \pm 0,1 | 0,7 \pm 0,2 | 1,0 \pm 0,2 | 0,9 \pm 0,2 | 1,2 \pm 0,2 | 1,6 \pm 0,4 | 1,3 \pm 0,3 |
| 20:0 | 0,2 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,1 |
| 22:6 (n-3) | 27,1 \pm 6,1 | 18,1 \pm 7,1 | 25,3 \pm 6,3 | 33,1 \pm 5,6 | 29,3 \pm 5,6 | 15,8 \pm 2,8 | 16,1 \pm 2,1 | 15,5 \pm 5,4 | 15,1 \pm 4,1 | 16,9 \pm 4,5 | 34,1 \pm 4,8 |
| 22:4 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 22:5 (n-3) | 5,3 \pm 1,2 | 4,9 \pm 0,9 | 3,5 \pm 0,8 | 5,1 \pm 0,9 | 3,9 \pm 1,0 | 3,3 \pm 0,5 | 3,2 \pm 1,0 | 3,9 \pm 0,5 | 3,9 \pm 0,8 | 4,5 \pm 0,9 | 5,5 \pm 1,3 |
| 22:1 (n-9) | 0,2 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 |
| 22:0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,0 |
| 24:1 (n-9) | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 |
| Desc. | 0,6 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,2 | 0,7 \pm 0,2 | 0,7 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,0 | 0,4 \pm 0,0 | 0,5 \pm 0,1 | 0,6 \pm 0,1 | 0,6 \pm 0,1 | 0,7 \pm 0,1 |
| Saturados | 23,4 \pm 3,3 | 20,7 \pm 3,1 | 27,4 \pm 1,5 | 24,7 \pm 1,8 | 23,3 \pm 1,6 | 22,1 \pm 2,8 | 23,2 \pm 1,6 | 20,7 \pm 1,7 | 24,9 \pm 2,5 | 24,9 \pm 2,0 | 21,2 \pm 0,9 |
| Monoins. | 18,6 \pm 3,8 | 13,8 \pm 3,1 | 15,9 \pm 3,8 | 14,0 \pm 1,8 | 15,9 \pm 2,6 | 19,1 \pm 3,0 | 23,1 \pm 1,9 | 21,4 \pm 3,1 | 25,0 \pm 2,5 | 25,8 \pm 4,3 | 16,8 \pm 2,9 |
| PUFA | 55,8 \pm 6,4 | 65,2 \pm 4,8 | 56,0 \pm 3,4 | 60,5 \pm 3,0 | 60,4 \pm 3,6 | 58,4 \pm 5,3 | 53,3 \pm 2,6 | 57,4 \pm 3,8 | 49,5 \pm 4,3 | 48,7 \pm 5,5 | 61,4 \pm 2,6 |
| Ómega-3 | 53,3 \pm 6,4 | 62,4 \pm 5,0 | 52,7 \pm 4,2 | 58,2 \pm 3,3 | 57,3 \pm 3,9 | 55,9 \pm 5,5 | 51,0 \pm 2,6 | 55,3 \pm 3,9 | 46,9 \pm 4,4 | 46,2 \pm 5,5 | 59,2 \pm 2,6 |
| Ómega-6 | 1,7 \pm 0,2 | 0,8 \pm 0,3 | 1,9 \pm 0,7 | 1,4 \pm 0,3 | 1,5 \pm 0,2 | 1,2 \pm 0,5 | 1,1 \pm 0,3 | 0,8 \pm 0,2 | 1,1 \pm 0,2 | 1,3 \pm 0,2 | 1,7 \pm 0,4 |

Tabela 9 - Variação sazonal da composição em ácidos gordos (% m/m ácidos gordos totais) dos lípidos em ovários de sardinha (média ± desvio padrão, n=10).

| <i>Fêmeas</i> | Jan. | Fev. | Mar. | Abr. | Mai. | Jun. | Jul. | Ago. | Out. | Nov. | Dez. |
|---------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 14:0 | 2,0 ± 0,3 | 2,3 ± 0,4 | 2,2 ± 0,5 | 1,8 ± 1,0 | 3,1 ± 1,4 | 3,6 ± 1,0 | 3,1 ± 0,5 | 3,9 ± 1,3 | 2,2 ± 0,5 | 2,0 ± 0,4 | 1,9 ± 0,5 |
| 15:0 | 0,3 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,5 ± 0,0 | 0,4 ± 0,1 | 0,4 ± 0,1 | 0,4 ± 0,1 | 0,3 ± 0,1 | 0,3 ± 0,1 | 0,4 ± 0,1 | 0,3 ± 0,0 | 0,4 ± 0,1 |
| 16:4 | 0,2 ± 0,1 | 0,2 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,4 ± 0,3 | 0,6 ± 0,2 | 0,6 ± 0,2 | 0,6 ± 0,2 | 0,2 ± 0,1 | 0,2 ± 0,1 | 0,1 ± 0,0 |
| 16:3 | 0,2 ± 0,1 | 0,3 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,3 ± 0,2 | 0,4 ± 0,1 | 0,4 ± 0,1 | 0,3 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,2 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 |
| 16:1 (n-9) | 4,4 ± 0,2 | 4,2 ± 0,7 | 4,1 ± 0,8 | 3,6 ± 1,7 | 5,1 ± 2,5 | 6,9 ± 1,5 | 6,4 ± 1,0 | 7,1 ± 1,6 | 4,9 ± 1,0 | 4,2 ± 0,6 | 3,3 ± 0,5 |
| 16:0 | 16,6 ± 0,8 | 16,6 ± 2,3 | 22,2 ± 1,7 | 15,9 ± 1,9 | 17,2 ± 1,9 | 18,8 ± 3,2 | 17,3 ± 1,9 | 20,3 ± 8,3 | 18,7 ± 2,0 | 14,7 ± 1,1 | 14,1 ± 0,5 |
| 17:0 | 0,0 ± 0,0 | 0,2 ± 0,2 | 0,5 ± 0,4 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,2 | 0,0 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 18:3 (n-6) | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,0 | 0,2 ± 0,5 | 0,3 ± 0,5 | 0,1 ± 0,2 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,2 ± 0,3 | 0,1 ± 0,1 |
| 18:4 (n-3) | 0,8 ± 0,1 | 0,5 ± 0,1 | 1,1 ± 0,3 | 1,1 ± 0,8 | 1,2 ± 0,7 | 1,7 ± 0,6 | 1,7 ± 0,3 | 1,2 ± 0,5 | 0,8 ± 0,4 | 0,8 ± 0,1 | 0,8 ± 0,2 |
| 18:2 (n-6) | 0,5 ± 0,1 | 0,4 ± 0,1 | 1,4 ± 0,2 | 0,8 ± 0,3 | 0,6 ± 0,3 | 0,9 ± 0,3 | 0,8 ± 0,1 | 0,7 ± 0,3 | 0,8 ± 0,2 | 0,6 ± 0,1 | 0,8 ± 0,2 |
| 18:3 (n-3) | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,3 ± 0,1 | 0,1 ± 0,3 | 0,1 ± 0,2 | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,3 ± 0,2 |
| 18:1 (n-9) | 4,3 ± 0,8 | 3,4 ± 1,1 | 6,3 ± 1,1 | 4,8 ± 2,2 | 4,9 ± 2,0 | 13,9 ± 3,6 | 19,2 ± 4,8 | 14,3 ± 3,4 | 10,2 ± 2,2 | 5,8 ± 1,3 | 4,9 ± 1,7 |
| 18:1 (n-7) | 2,4 ± 0,3 | 4,0 ± 0,7 | 1,8 ± 0,3 | 2,2 ± 0,5 | 2,3 ± 0,4 | 2,3 ± 0,6 | 2,2 ± 0,3 | 1,8 ± 1,0 | 2,5 ± 0,4 | 2,2 ± 0,4 | 1,5 ± 0,3 |
| 18:0 | 2,3 ± 0,3 | 2,7 ± 0,4 | 2,7 ± 0,4 | 3,8 ± 1,3 | 3,0 ± 1,1 | 2,6 ± 0,8 | 2,8 ± 0,6 | 1,9 ± 1,0 | 3,0 ± 0,6 | 2,2 ± 1,0 | 2,3 ± 0,5 |
| 20:4 (n-6) | 0,0 ± 0,00 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,7 ± 1,0 | 0,3 ± 1,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 20:5 (n-3) | 18,2 ± 1,4 | 30,9 ± 8,2 | 17,3 ± 3,1 | 12,7 ± 2,7 | 21,3 ± 10,2 | 29,2 ± 11,1 | 27,8 ± 5,1 | 25,2 ± 7,3 | 16,0 ± 2,3 | 16,6 ± 2,0 | 15,8 ± 1,5 |
| 20:2 (n-6) | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,1 | 0,2 ± 0,1 | 0,3 ± 0,1 | 0,0 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,2 ± 0,1 |
| 20:1 (n-9) | 0,4 ± 0,1 | 0,2 ± 0,1 | 0,3 ± 0,3 | 0,4 ± 0,3 | 0,3 ± 0,2 | 0,7 ± 0,2 | 0,8 ± 0,2 | 0,6 ± 0,3 | 0,5 ± 0,3 | 0,5 ± 0,1 | 0,5 ± 0,3 |
| 20:0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 |
| 22:6 (n-3) | 38,7 ± 3,1 | 21,8 ± 3,9 | 33,6 ± 2,4 | 46,1 ± 8,6 | 35,0 ± 13,7 | 14,7 ± 4,4 | 13,2 ± 3,0 | 18,5 ± 7,0 | 33,7 ± 5,4 | 40,7 ± 6,3 | 44,0 ± 3,5 |
| 22:4 (n-6) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 22:5 (n-3) | 7,9 ± 1,4 | 11,8 ± 1,9 | 4,0 ± 1,1 | 3,6 ± 1,9 | 3,5 ± 2,4 | 2,4 ± 0,5 | 2,4 ± 0,5 | 2,5 ± 1,4 | 4,9 ± 1,1 | 7,9 ± 2,7 | 8,0 ± 1,6 |
| 22:1 (n-9) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 22:0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 24:1 (n-9) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 |
| Desc. | 0,5 ± 0,1 | 0,4 ± 0,2 | 1,1 ± 0,2 | 0,9 ± 0,6 | 0,5 ± 0,2 | 0,6 ± 0,3 | 0,7 ± 0,2 | 0,4 ± 0,2 | 0,8 ± 0,2 | 0,7 ± 0,2 | 0,8 ± 0,1 |
| Saturados | 21,1 ± 1,0 | 21,8 ± 2,9 | 28,1 ± 1,7 | 22,0 ± 2,9 | 23,7 ± 2,7 | 25,5 ± 4,9 | 23,5 ± 2,2 | 26,5 ± 8,6 | 24,3 ± 1,5 | 19,3 ± 2,0 | 18,7 ± 1,2 |
| Monoins. | 11,5 ± 1,1 | 11,9 ± 2,0 | 12,5 ± 1,7 | 11,1 ± 3,8 | 12,8 ± 4,5 | 23,8 ± 4,6 | 28,8 ± 4,1 | 23,8 ± 3,8 | 18,2 ± 3,0 | 12,7 ± 1,8 | 10,3 ± 2,5 |
| PUFA | 66,8 ± 1,7 | 65,9 ± 4,8 | 58,2 ± 2,9 | 65,9 ± 6,7 | 62,9 ± 6,3 | 50,1 ± 8,8 | 47,1 ± 5,4 | 49,3 ± 8,9 | 56,7 ± 3,3 | 67,2 ± 3,4 | 70,2 ± 3,3 |
| Ómega-3 | 65,8 ± 1,7 | 65,0 ± 4,9 | 56,3 ± 3,1 | 63,7 ± 7,6 | 61,1 ± 6,5 | 48,0 ± 9,4 | 45,1 ± 5,3 | 47,5 ± 8,6 | 55,4 ± 3,7 | 66,0 ± 3,5 | 69,0 ± 3,4 |
| Ómega-6 | 0,7 ± 0,2 | 0,5 ± 0,2 | 1,8 ± 0,6 | 2,0 ± 1,1 | 1,2 ± 1,0 | 1,0 ± 0,4 | 1,0 ± 0,2 | 0,8 ± 0,5 | 1,0 ± 0,3 | 0,9 ± 0,4 | 1,0 ± 0,2 |

Tabela 10 - Variação sazonal da composição em ácidos gordos (% m/m ácidos gordos totais) dos lípidos em testículos de sardinha (média \pm desvio padrão, n = 10).

| <i>Machos</i> | Jan. | Fev. | Mar. | Abr. | Mai. | Jun. | Jul. | Ago. | Out. | Nov. | Dez. |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| 14:0 | 0,5 \pm 0,1 | 0,6 \pm 0,1 | 2,0 \pm 1,1 | 1,3 \pm 1,1 | 2,6 \pm 1,7 | 4,4 \pm 0,5 | 3,3 \pm 1,1 | 3,7 \pm 1,3 | 1,6 \pm 0,5 | 0,7 \pm 0,3 | 0,7 \pm 0,3 |
| 15:0 | 0,2 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,2 | 0,3 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 |
| 16:4 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,3 \pm 0,3 | 0,0 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,2 | 0,9 \pm 0,3 | 0,5 \pm 0,2 | 0,6 \pm 0,3 | 0,2 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 |
| 16:3 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,2 | 0,0 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,2 | 0,5 \pm 0,2 | 0,3 \pm 0,2 | 0,3 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 16:1 (n-9) | 0,8 \pm 0,1 | 1,1 \pm 0,3 | 2,8 \pm 1,7 | 2,2 \pm 1,8 | 4,1 \pm 2,7 | 9,0 \pm 0,6 | 6,5 \pm 1,6 | 7,4 \pm 1,5 | 2,9 \pm 0,7 | 1,2 \pm 0,4 | 0,9 \pm 0,2 |
| 16:0 | 15,5 \pm 1,3 | 17,5 \pm 1,8 | 20,8 \pm 2,2 | 18,1 \pm 3,4 | 16,5 \pm 0,8 | 21,4 \pm 3,3 | 16,2 \pm 2,0 | 19,8 \pm 6,7 | 19,9 \pm 2,9 | 13,9 \pm 1,7 | 14,7 \pm 1,2 |
| 17:0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,4 \pm 0,2 | 0,8 \pm 0,3 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,00 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 18:3 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 | 0,5 \pm 1,3 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,4 | 0,0 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 |
| 18:4 (n-3) | 0,2 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,1 | 1,2 \pm 0,8 | 0,6 \pm 0,7 | 1,0 \pm 0,8 | 1,9 \pm 0,7 | 1,4 \pm 0,6 | 1,6 \pm 0,4 | 0,6 \pm 0,3 | 0,3 \pm 0,2 | 0,3 \pm 0,1 |
| 18:2 (n-6) | 0,4 \pm 0,0 | 0,4 \pm 0,1 | 1,1 \pm 0,2 | 0,6 \pm 0,2 | 0,6 \pm 0,3 | 1,0 \pm 0,3 | 1,1 \pm 0,9 | 0,9 \pm 0,2 | 0,6 \pm 0,2 | 0,5 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,2 |
| 18:3 (n-3) | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,00 | 0,2 \pm 0,2 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 |
| 18:1 (n-9) | 2,8 \pm 0,5 | 2,5 \pm 0,6 | 5,7 \pm 1,2 | 3,1 \pm 1,3 | 5,1 \pm 3,9 | 12,5 \pm 3,7 | 17,8 \pm 5,8 | 12,9 \pm 3,0 | 8,9 \pm 2,4 | 3,7 \pm 0,9 | 3,7 \pm 1,2 |
| 18:1 (n-7) | 3,2 \pm 0,5 | 4,9 \pm 0,7 | 2,6 \pm 0,5 | 2,3 \pm 0,8 | 2,6 \pm 0,6 | 2,8 \pm 0,6 | 1,8 \pm 0,7 | 2,3 \pm 0,2 | 3,3 \pm 0,6 | 2,9 \pm 0,3 | 2,6 \pm 0,3 |
| 18:0 | 2,3 \pm 0,4 | 3,0 \pm 0,4 | 3,4 \pm 0,5 | 2,9 \pm 1,2 | 2,7 \pm 0,5 | 2,8 \pm 0,9 | 3,4 \pm 2,4 | 3,0 \pm 0,6 | 3,0 \pm 0,5 | 1,8 \pm 0,7 | 2,6 \pm 0,5 |
| 20:4 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 20:5 (n-3) | 14,7 \pm 2,1 | 26,6 \pm 6,3 | 16,7 \pm 4,9 | 13,4 \pm 2,6 | 17,0 \pm 2,9 | 25,6 \pm 5,0 | 25,3 \pm 8,6 | 22,5 \pm 7,6 | 26,3 \pm 9,8 | 16,1 \pm 1,8 | 13,9 \pm 0,8 |
| 20:2 (n-6) | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,1 |
| 20:1 (n-9) | 0,2 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,2 | 0,2 \pm 0,2 | 0,4 \pm 0,3 | 0,7 \pm 0,5 | 1,1 \pm 0,3 | 1,0 \pm 0,2 | 0,4 \pm 0,2 | 0,4 \pm 0,2 | 0,3 \pm 0,1 |
| 20:0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 |
| 22:6 (n-3) | 52,4 \pm 3,5 | 31,7 \pm 7,3 | 38,0 \pm 8,4 | 49,3 \pm 9,0 | 39,8 \pm 7,9 | 12,6 \pm 2,9 | 16,6 \pm 4,1 | 19,5 \pm 6,2 | 26,6 \pm 12,0 | 52,2 \pm 4,4 | 52,1 \pm 3,5 |
| 22:4 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 22:5 (n-3) | 6,4 \pm 1,4 | 10,8 \pm 2,2 | 2,7 \pm 1,7 | 4,9 \pm 2,8 | 5,5 \pm 2,5 | 2,2 \pm 0,4 | 2,1 \pm 1,0 | 2,9 \pm 1,4 | 4,5 \pm 1,0 | 5,6 \pm 1,8 | 6,6 \pm 2,4 |
| 22:1 (n-9) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,0 |
| 22:0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 24:1 (n-9) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,2 | 0,1 \pm 0,1 | 1,8 \pm 4,6 | 0,2 \pm 0,5 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| Desc. | 0,2 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,3 | 0,4 \pm 0,3 | 0,4 \pm 0,2 | 0,5 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,2 | 0,4 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,1 |
| Saturados | 18,7 \pm 1,2 | 21,6 \pm 1,9 | 27,5 \pm 2,0 | 22,7 \pm 4,1 | 22,4 \pm 2,2 | 29,1 \pm 3,1 | 23,3 \pm 2,5 | 27,1 \pm 7,9 | 24,9 \pm 3,2 | 16,7 \pm 2,2 | 18,3 \pm 1,9 |
| Monoins. | 7,0 \pm 0,8 | 8,5 \pm 1,4 | 11,4 \pm 3,0 | 7,8 \pm 2,7 | 12,0 \pm 6,1 | 25,2 \pm 3,6 | 28,9 \pm 7,3 | 23,8 \pm 3,5 | 15,5 \pm 2,1 | 8,3 \pm 1,4 | 7,7 \pm 1,5 |
| PUFA | 74,2 \pm 1,7 | 69,8 \pm 2,9 | 60,6 \pm 3,5 | 69,2 \pm 6,3 | 64,8 \pm 8,1 | 45,3 \pm 4,4 | 47,4 \pm 6,5 | 48,5 \pm 10,3 | 59,2 \pm 4,6 | 74,8 \pm 3,0 | 73,7 \pm 3,1 |
| Ómega-3 | 73,8 \pm 1,7 | 69,3 \pm 2,9 | 58,8 \pm 4,0 | 68,2 \pm 6,5 | 63,5 \pm 8,8 | 42,4 \pm 4,8 | 45,4 \pm 7,0 | 46,6 \pm 10,3 | 58,0 \pm 4,9 | 74,2 \pm 3,1 | 72,9 \pm 3,4 |
| Ómega-6 | 0,4 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,1 | 1,3 \pm 0,2 | 0,9 \pm 0,3 | 0,9 \pm 0,4 | 1,6 \pm 1,4 | 1,2 \pm 0,9 | 1,1 \pm 0,3 | 0,9 \pm 0,5 | 0,5 \pm 0,1 | 0,8 \pm 0,4 |

Tabela 11 - Variação sazonal da composição em ácidos gordos (% m/m ácidos gordos totais) dos lípidos no cérebro (Cb) e no fígado (F) de sardinhas fêmeas (média \pm desvio padrão, n =10).

| | Março | | Junho | | Outubro | | Dezembro | |
|------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | Cb | F | Cb | F | Cb | F | Cb | F |
| 14:0 | 0,5 \pm 0,2 | 1,7 \pm 0,6 | 0,8 \pm 0,7 | 1,1 \pm 0,3 | 0,8 \pm 0,4 | 2,2 \pm 0,7 | 0,6 \pm 0,2 | 1,8 \pm 0,7 |
| 15:0 | 0,1 \pm 0,0 | 0,4 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,2 |
| 16:4 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 |
| 16:3 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 |
| 16:1 (n-9) | 3,2 \pm 0,8 | 2,5 \pm 0,9 | 3,5 \pm 0,7 | 3,5 \pm 1,1 | 3,8 \pm 1,1 | 3,6 \pm 1,0 | 2,1 \pm 0,5 | 2,3 \pm 0,7 |
| 16:0 | 10,9 \pm 2,1 | 21,9 \pm 3,3 | 11,5 \pm 2,1 | 18,3 \pm 6,0 | 12,9 \pm 3,6 | 19,8 \pm 2,8 | 6,7 \pm 1,0 | 13,3 \pm 3,2 |
| 17:0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,5 \pm 0,5 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,2 |
| 18:3 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 |
| 18:4 (n-3) | 0,1 \pm 0,1 | 0,9 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,2 | 0,3 \pm 0,2 | 0,1 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,2 | 0,2 \pm 0,2 | 0,8 \pm 0,3 |
| 18:2 (n-6) | 0,3 \pm 0,1 | 1,1 \pm 0,3 | 0,3 \pm 0,1 | 0,9 \pm 2,5 | 0,2 \pm 0,1 | 0,5 \pm 0,2 | 0,4 \pm 0,1 | 0,9 \pm 0,5 |
| 18:3 (n-3) | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,2 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,3 \pm 0,2 |
| 18:1 (n-9) | 46,5 \pm 11,2 | 5,1 \pm 1,0 | 43,8 \pm 11,0 | 53,9 \pm 14,6 | 42,6 \pm 7,6 | 18,5 \pm 12,2 | 23,4 \pm 5,2 | 5,0 \pm 1,1 |
| 18:1 (n-7) | 0,0 \pm 0,0 | 2,0 \pm 0,5 | 0,3 \pm 0,3 | 0,9 \pm 0,5 | 0,1 \pm 0,1 | 2,1 \pm 0,5 | 0,3 \pm 0,2 | 1,9 \pm 0,6 |
| 18:0 | 4,7 \pm 1,1 | 4,8 \pm 1,4 | 4,5 \pm 0,8 | 2,9 \pm 1,0 | 4,4 \pm 0,6 | 3,9 \pm 1,2 | 3,8 \pm 0,6 | 4,0 \pm 0,9 |
| 20:4 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,4 | 0,0 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,8 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,2 | 0,0 \pm 0,0 |
| 20:5 (n-3) | 4,3 \pm 1,3 | 18,6 \pm 5,2 | 5,6 \pm 3,0 | 5,1 \pm 3,5 | 4,6 \pm 1,8 | 16,6 \pm 5,1 | 5,5 \pm 1,1 | 17,7 \pm 4,4 |
| 20:2 (n-6) | 0,0 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,4 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 |
| 20:1 (n-9) | 0,4 \pm 0,2 | 0,2 \pm 0,2 | 0,5 \pm 0,2 | 1,9 \pm 0,7 | 0,6 \pm 0,8 | 0,8 \pm 0,4 | 0,7 \pm 0,2 | 0,5 \pm 0,2 |
| 20:0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,3 | 0,1 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 |
| 22:6 (n-3) | 24,4 \pm 6,0 | 34,9 \pm 6,2 | 24,0 \pm 5,6 | 7,2 \pm 5,3 | 19,3 \pm 7,6 | 24,9 \pm 7,6 | 45,3 \pm 5,8 | 42,7 \pm 11,4 |
| 22:4 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 22:5 (n-3) | 0,9 \pm 1,1 | 3,9 \pm 2,1 | 1,0 \pm 0,7 | 2,7 \pm 1,7 | 1,5 \pm 2,2 | 5,0 \pm 2,2 | 2,9 \pm 0,9 | 7,0 \pm 2,5 |
| 22:1 (n-9) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 22:0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,3 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 |
| 24:1 (n-9) | 2,4 \pm 0,6 | 0,0 \pm 0,0 | 3,1 \pm 1,7 | 0,1 \pm 0,1 | 7,9 \pm 5,1 | 0,1 \pm 0,1 | 5,7 \pm 8,4 | 0,1 \pm 0,2 |
| Desc. | 0,8 \pm 0,5 | 0,6 \pm 0,3 | 0,4 \pm 0,4 | 0,6 \pm 0,4 | 0,7 \pm 0,6 | 0,5 \pm 0,1 | 1,3 \pm 0,6 | 0,7 \pm 0,1 |
| Saturados | 16,5 \pm 3,2 | 29,4 \pm 3,3 | 17,1 \pm 3,0 | 22,4 \pm 6,8 | 18,5 \pm 4,4 | 26,3 \pm 3,1 | 11,8 \pm 1,6 | 19,7 \pm 4,9 |
| Monoins. | 52,6 \pm 10,6 | 9,8 \pm 2,0 | 51,1 \pm 10,3 | 60,2 \pm 13,6 | 55,0 \pm 10,1 | 25,1 \pm 13,0 | 32,2 \pm 7,7 | 9,9 \pm 2,2 |
| PUFA | 30,1 \pm 7,9 | 60,2 \pm 4,0 | 31,4 \pm 8,2 | 16,8 \pm 9,9 | 25,7 \pm 8,7 | 48,1 \pm 12,3 | 54,6 \pm 6,6 | 69,8 \pm 6,5 |
| Ómega-3 | 29,8 \pm 7,7 | 58,4 \pm 4,0 | 30,9 \pm 8,1 | 15,3 \pm 10,5 | 25,4 \pm 8,7 | 47,2 \pm 12,3 | 53,9 \pm 6,5 | 68,4 \pm 7,0 |
| Ómega-6 | 0,3 \pm 0,1 | 1,5 \pm 0,6 | 0,4 \pm 0,2 | 1,4 \pm 2,5 | 0,2 \pm 0,1 | 0,6 \pm 0,2 | 0,7 \pm 0,3 | 1,2 \pm 0,6 |

Tabela 12 - Variação sazonal da composição em ácidos gordos (% m/m ácidos gordos totais) dos lípidos no cérebro (Cb) e no fígado (F) de sardinhas macho (média \pm desvio padrão, n = 10).

| | Março | | Junho | | Outubro | | Dezembro | |
|------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | Cb | F | Cb | F | Cb | F | Cb | F |
| 14:0 | 0,6 \pm 0,2 | 2,4 \pm 0,6 | 0,7 \pm 0,4 | 0,9 \pm 0,2 | 0,6 \pm 0,3 | 2,8 \pm 0,5 | 0,6 \pm 0,2 | 1,8 \pm 0,8 |
| 15:0 | 0,1 \pm 0,0 | 0,4 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,0 | 0,3 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,4 \pm 0,1 |
| 16:4 | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,2 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,3 \pm 0,2 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 |
| 16:3 | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,2 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 |
| 16:1 (n-9) | 2,9 \pm 0,7 | 3,3 \pm 1,0 | 3,3 \pm 0,7 | 2,7 \pm 0,6 | 2,6 \pm 0,4 | 5,0 \pm 0,8 | 2,2 \pm 0,4 | 2,2 \pm 0,9 |
| 16:0 | 11,8 \pm 0,9 | 20,2 \pm 2,6 | 11,7 \pm 3,8 | 16,2 \pm 5,1 | 10,9 \pm 1,6 | 17,0 \pm 2,7 | 7,8 \pm 1,5 | 12,9 \pm 3,0 |
| 17:0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,6 \pm 0,4 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 |
| 18:3 (n-6) | 0,0 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,7 | 0,1 \pm 0,2 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 |
| 18:4 (n-3) | 0,3 \pm 0,1 | 1,2 \pm 0,4 | 0,2 \pm 0,2 | 0,2 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,9 \pm 0,4 | 0,2 \pm 0,2 | 0,8 \pm 0,4 |
| 18:2 (n-6) | 0,3 \pm 0,1 | 1,1 \pm 0,4 | 0,2 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,1 | 0,7 \pm 0,3 | 0,3 \pm 0,1 | 0,7 \pm 0,4 |
| 18:3 (n-3) | 0,0 \pm 0,0 | 0,4 \pm 0,5 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,2 | 0,0 \pm 0,0 | 0,5 \pm 0,3 |
| 18:1 (n-9) | 38,9 \pm 4,8 | 9,2 \pm 6,3 | 42,5 \pm 8,4 | 58,8 \pm 16,8 | 43,8 \pm 4,7 | 21,0 \pm 13,8 | 26,3 \pm 8,3 | 5,3 \pm 3,4 |
| 18:1 (n-7) | 0,0 \pm 0,1 | 1,8 \pm 0,4 | 0,2 \pm 0,2 | 0,8 \pm 0,6 | 0,1 \pm 0,1 | 1,8 \pm 0,5 | 0,3 \pm 0,2 | 1,7 \pm 0,5 |
| 18:0 | 5,0 \pm 0,7 | 3,7 \pm 0,5 | 4,1 \pm 0,5 | 2,4 \pm 0,7 | 3,7 \pm 0,5 | 2,3 \pm 0,5 | 4,4 \pm 0,4 | 3,7 \pm 0,8 |
| 20:4 (n-6) | 0,7 \pm 2,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,6 \pm 1,6 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,2 | 0,0 \pm 0,0 |
| 20:5 (n-3) | 5,0 \pm 1,6 | 19,0 \pm 5,9 | 5,2 \pm 3,5 | 6,0 \pm 5,6 | 3,9 \pm 1,1 | 20,5 \pm 6,6 | 5,5 \pm 1,3 | 17,6 \pm 2,9 |
| 20:2 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,2 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,2 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 |
| 20:1 (n-9) | 0,4 \pm 0,2 | 0,9 \pm 0,7 | 0,5 \pm 0,3 | 1,8 \pm 0,8 | 0,3 \pm 0,1 | 1,4 \pm 0,6 | 0,5 \pm 0,1 | 0,8 \pm 0,3 |
| 20:0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,1 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,0 |
| 22:6 (n-3) | 28,3 \pm 4,0 | 29,4 \pm 6,0 | 24,2 \pm 6,6 | 6,1 \pm 5,4 | 21,9 \pm 4,3 | 18,7 \pm 7,4 | 43,8 \pm 6,9 | 42,4 \pm 10,0 |
| 22:4 (n-6) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 |
| 22:5 (n-3) | 0,7 \pm 0,7 | 4,5 \pm 1,8 | 0,9 \pm 0,7 | 3,0 \pm 1,8 | 0,7 \pm 0,5 | 5,9 \pm 2,5 | 2,2 \pm 0,8 | 7,3 \pm 2,4 |
| 22:1 (n-9) | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,0 | 0,0 \pm 0,1 |
| 22:0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,1 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 0,3 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 |
| 24:1 (n-9) | 2,4 \pm 0,6 | 0,0 \pm 0,0 | 3,1 \pm 1,7 | 0,0 \pm 0,0 | 7,9 \pm 5,1 | 0,1 \pm 0,1 | 5,7 \pm 8,3 | 0,3 \pm 0,3 |
| Desc. | 0,5 \pm 0,5 | 0,9 \pm 0,4 | 0,5 \pm 0,4 | 0,6 \pm 0,4 | 1,0 \pm 0,6 | 0,6 \pm 0,2 | 1,0 \pm 0,6 | 0,7 \pm 0,2 |
| Saturados | 17,7 \pm 1,3 | 27,4 \pm 2,2 | 16,8 \pm 3,4 | 19,6 \pm 5,7 | 15,5 \pm 1,3 | 22,6 \pm 3,2 | 13,4 \pm 1,8 | 19,0 \pm 4,4 |
| Monoins. | 46,5 \pm 5,0 | 15,2 \pm 8,0 | 51,1 \pm 7,8 | 64,2 \pm 15,9 | 56,5 \pm 5,2 | 29,2 \pm 13,7 | 33,3 \pm 6,5 | 10,3 \pm 4,7 |
| PUFA | 35,3 \pm 4,5 | 56,5 \pm 7,3 | 31,6 \pm 8,1 | 15,5 \pm 12,8 | 26,9 \pm 5,0 | 47,5 \pm 11,8 | 52,4 \pm 7,0 | 69,9 \pm 8,9 |
| Ómega-3 | 34,2 \pm 4,3 | 54,4 \pm 7,4 | 30,6 \pm 7,6 | 15,3 \pm 12,6 | 26,7 \pm 5,0 | 46,1 \pm 11,6 | 51,7 \pm 7,0 | 68,7 \pm 9,2 |
| Ómega-6 | 1,0 \pm 2,0 | 1,6 \pm 0,8 | 0,9 \pm 1,6 | 0,1 \pm 0,1 | 0,2 \pm 0,1 | 0,8 \pm 0,3 | 0,6 \pm 0,2 | 1,0 \pm 0,5 |

Tabela 1- Variação da composição em ácidos gordos do óleo de anchovagem ao longo do 1º processo na cuba 2 (média ± desvio padrão, n=2)

| | <i>Semanas</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 20 |
| 14:0 | 5,3 ± 0,6 | 5,4 ± 1,2 | 4,1 ± 0,1 | 4,8 ± 0,2 | 5,3 ± 0,3 | 4,6 ± 0,3 | 4,8 ± 0,1 | 4,9 ± 0,2 | 4,7 ± 0,3 | 4,4 ± 0,1 | 4,8 ± 0,6 | 4,6 ± 0,4 | 4,9 ± 0,1 | 4,6 ± 0,0 | 4,7 ± 0,6 | 6,0 ± 1,3 |
| 15:0 | 0,4 ± 0,0 | 0,4 ± 0,1 | 0,4 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 | 0,3 ± 0,1 | 0,4 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 | 0,3 ± 0,1 | 0,5 ± 0,2 |
| 16:4 | 0,7 ± 0,1 | 0,8 ± 0,1 | 1,1 ± 0,0 | 0,8 ± 0,0 | 0,9 ± 0,0 | 0,8 ± 0,1 | 0,9 ± 0,0 | 0,9 ± 0,0 | 0,9 ± 0,0 | 0,9 ± 0,0 | 0,9 ± 0,1 | 0,8 ± 0,1 | 0,7 ± 0,0 | 0,7 ± 0,0 | 0,7 ± 0,1 | 0,7 ± 0,1 |
| 16:3 | 0,4 ± 0,1 | 0,5 ± 0,0 | 0,6 ± 0,1 | 0,5 ± 0,0 | 0,5 ± 0,0 | 0,5 ± 0,0 | 0,5 ± 0,0 | 0,5 ± 0,0 | 0,5 ± 0,0 | 0,5 ± 0,0 | 0,5 ± 0,0 | 0,5 ± 0,1 | 0,4 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 | 0,4 ± 0,1 | 0,4 ± 0,0 |
| 16:1 (n-7) | 8,6 ± 0,3 | 9,0 ± 1,1 | 7,6 ± 0,1 | 8,1 ± 0,0 | 8,4 ± 0,3 | 7,7 ± 0,4 | 7,7 ± 0,4 | 7,7 ± 0,4 | 7,8 ± 0,6 | 7,3 ± 0,0 | 7,9 ± 1,0 | 7,4 ± 0,8 | 8,7 ± 0,5 | 7,9 ± 0,2 | 7,6 ± 1,1 | 9,7 ± 2,4 |
| 16:0 | 22,4 ± 0,9 | 23,1 ± 3,2 | 14,6 ± 0,6 | 19,4 ± 0,2 | 20,2 ± 2,3 | 16,9 ± 0,7 | 17,5 ± 0,4 | 17,9 ± 0,0 | 17,8 ± 1,4 | 15,3 ± 2,0 | 16,4 ± 1,1 | 16,5 ± 0,8 | 19,1 ± 3,4 | 16,8 ± 1,1 | 17,8 ± 2,0 | 20,4 ± 1,7 |
| 17:0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,4 ± 0,5 | 0,2 ± 0,3 | 0,3 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,3 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,3 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,2 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 | 0,1 ± 0,2 |
| 18:3 (n-6) | 1,5 ± 0,4 | 0,9 ± 0,3 | 0,0 ± 0,0 | 1,5 ± 0,4 | 1,5 ± 0,1 | 1,6 ± 0,0 | 2,3 ± 0,1 | 2,0 ± 0,3 | 1,6 ± 0,1 | 1,6 ± 0,0 | 2,1 ± 0,5 | 2,3 ± 0,0 | 1,7 ± 0,6 | 1,5 ± 0,1 | 1,6 ± 0,0 | 2,1 ± 0,5 |
| 18:4 (n-3) | 0,5 ± 0,0 | 0,5 ± 0,2 | 2,1 ± 0,0 | 0,5 ± 0,0 | 0,6 ± 0,0 | 0,5 ± 0,0 | 0,5 ± 0,0 | 0,5 ± 0,1 | 0,6 ± 0,1 | 0,4 ± 0,1 | 0,6 ± 0,1 | 0,5 ± 0,2 | 0,6 ± 0,2 | 0,6 ± 0,0 | 0,5 ± 0,2 | 0,7 ± 0,2 |
| 18:2 (n-6) | 0,7 ± 0,1 | 0,8 ± 0,3 | 1,1 ± 0,0 | 0,6 ± 0,0 | 0,7 ± 0,0 | 0,7 ± 0,0 | 0,8 ± 0,1 | 0,7 ± 0,0 | 0,8 ± 0,1 | 0,8 ± 0,0 | 0,9 ± 0,1 | 0,8 ± 0,2 | 0,8 ± 0,1 | 0,9 ± 0,1 | 0,8 ± 0,1 | 0,9 ± 0,2 |
| 18:3 (n-3) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 18:1 (n-9) | 12,5 ± 0,5 | 13,6 ± 0,2 | 16,1 ± 1,7 | 13,9 ± 0,4 | 12,6 ± 0,1 | 13,7 ± 1,1 | 13,0 ± 0,2 | 13,2 ± 0,2 | 12,8 ± 0,1 | 13,0 ± 0,4 | 13,2 ± 0,7 | 13,3 ± 1,1 | 14,7 ± 0,1 | 13,6 ± 0,1 | 13,8 ± 0,7 | 13,4 ± 1,1 |
| 18:1 (n-7) | 1,9 ± 0,1 | 2,0 ± 0,2 | 2,4 ± 0,1 | 1,9 ± 0,1 | 1,9 ± 0,1 | 1,7 ± 0,1 | 1,8 ± 0,1 | 1,8 ± 0,2 | 1,9 ± 0,1 | 1,8 ± 0,1 | 1,9 ± 0,1 | 1,8 ± 0,2 | 1,9 ± 0,0 | 1,7 ± 0,0 | 1,8 ± 0,2 | 2,2 ± 0,5 |
| 18:0 | 2,1 ± 0,1 | 1,8 ± 0,0 | 3,0 ± 0,0 | 1,7 ± 0,0 | 1,9 ± 0,1 | 1,9 ± 0,0 | 2,0 ± 0,2 | 1,8 ± 0,0 | 2,0 ± 0,1 | 1,6 ± 0,7 | 2,0 ± 0,2 | 2,0 ± 0,3 | 1,8 ± 0,1 | 2,0 ± 0,1 | 2,0 ± 0,2 | 2,3 ± 0,4 |
| 20:4 (n-6) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 20:5 (n-3) | 23,2 ± 0,9 | 24,7 ± 3,0 | 26,4 ± 1,5 | 26,4 ± 0,1 | 23,4 ± 2,2 | 27,3 ± 1,6 | 26,0 ± 0,8 | 25,0 ± 1,5 | 24,0 ± 1,4 | 26,6 ± 0,2 | 24,8 ± 1,6 | 25,2 ± 3,0 | 22,8 ± 0,2 | 23,8 ± 0,5 | 24,3 ± 3,5 | 19,8 ± 4,0 |
| 20:2 (n-6) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,3 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 20:1 (n-9) | 1,0 ± 0,1 | 0,9 ± 0,2 | 1,3 ± 0,0 | 0,8 ± 0,0 | 0,9 ± 0,0 | 0,8 ± 0,2 | 1,0 ± 0,1 | 0,9 ± 0,0 | 1,0 ± 0,0 | 0,9 ± 0,3 | 1,0 ± 0,0 | 1,0 ± 0,1 | 1,1 ± 0,1 | 1,1 ± 0,1 | 1,0 ± 0,1 | 1,1 ± 0,2 |
| 20:0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,2 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,2 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 22:6 (n-3) | 14,7 ± 1,5 | 12,3 ± 2,1 | 13,7 ± 1,2 | 13,8 ± 0,8 | 15,8 ± 0,2 | 14,9 ± 1,5 | 15,6 ± 0,5 | 16,5 ± 0,2 | 17,4 ± 0,6 | 18,3 ± 0,8 | 17,1 ± 0,0 | 16,9 ± 1,1 | 15,3 ± 2,2 | 17,1 ± 0,5 | 16,4 ± 1,4 | 16,2 ± 0,3 |
| 22:4 (n-6) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 22:5 (n-3) | 5,2 ± 0,5 | 4,6 ± 1,4 | 4,2 ± 0,2 | 6,0 ± 0,7 | 6,1 ± 1,2 | 6,6 ± 0,2 | 6,6 ± 0,7 | 6,3 ± 0,7 | 6,9 ± 0,7 | 7,5 ± 0,1 | 6,7 ± 1,3 | 6,8 ± 0,3 | 6,2 ± 0,7 | 7,3 ± 0,0 | 6,7 ± 0,6 | 4,5 ± 2,4 |
| 22:1 (n-9) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 22:0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 |
| 24:1 (n-9) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| Desc. | 0,1 ± 0,0 | 0,1 ± 0,0 | 0,8 ± 0,0 | 0,1 ± 0,0 | 0,1 ± 0,0 | 0,1 ± 0,0 | 0,1 ± 0,0 | 0,1 ± 0,0 | 0,1 ± 0,0 | 0,2 ± 0,0 | 0,2 ± 0,2 | 0,3 ± 0,0 | 0,2 ± 0,1 | 0,4 ± 0,0 | 0,3 ± 0,0 | 0,1 ± 0,0 |
| Saturados | 30,2 ± 1,6 | 30,6 ± 4,5 | 22,3 ± 0,7 | 26,6 ± 0,6 | 28,0 ± 2,9 | 24,2 ± 1,1 | 24,7 ± 0,5 | 25,3 ± 0,2 | 25,1 ± 1,8 | 21,7 ± 1,2 | 23,7 ± 1,8 | 23,7 ± 2,4 | 26,2 ± 3,1 | 24,2 ± 1,2 | 25,3 ± 4,4 | 29,5 ± 3,3 |
| Monoins. | 24,0 ± 0,8 | 25,5 ± 1,3 | 27,4 ± 2,1 | 24,6 ± 0,3 | 23,8 ± 0,6 | 24,0 ± 1,0 | 23,5 ± 0,2 | 23,6 ± 0,4 | 23,6 ± 0,8 | 23,0 ± 0,2 | 24,1 ± 1,7 | 23,5 ± 3,1 | 26,4 ± 0,5 | 24,3 ± 0,2 | 24,2 ± 2,9 | 26,3 ± 2,0 |
| PUFA | 46,9 ± 2,2 | 45,1 ± 5,7 | 49,5 ± 2,8 | 50,0 ± 1,0 | 49,5 ± 3,4 | 53,0 ± 0,1 | 53,2 ± 0,7 | 52,4 ± 0,6 | 52,6 ± 2,5 | 56,6 ± 1,4 | 53,5 ± 3,1 | 53,8 ± 5,5 | 48,4 ± 3,7 | 52,3 ± 1,0 | 51,3 ± 7,4 | 45,3 ± 5,1 |
| Ómega-3 | 43,6 ± 2,8 | 42,1 ± 6,3 | 46,5 ± 2,7 | 46,6 ± 1,3 | 45,9 ± 3,6 | 49,3 ± 0,0 | 48,7 ± 0,5 | 48,3 ± 0,8 | 48,9 ± 2,7 | 52,8 ± 1,4 | 49,1 ± 2,8 | 49,4 ± 5,5 | 44,8 ± 3,0 | 48,8 ± 0,8 | 47,9 ± 7,4 | 41,2 ± 5,9 |
| Omega-6 | 2,2 ± 0,5 | 1,7 ± 0,5 | 1,4 ± 0,1 | 2,1 ± 0,4 | 2,2 ± 0,1 | 2,3 ± 0,0 | 3,1 ± 0,2 | 2,7 ± 0,3 | 2,4 ± 0,1 | 2,3 ± 0,0 | 3,0 ± 0,4 | 3,1 ± 0,2 | 2,5 ± 0,7 | 2,4 ± 0,1 | 2,3 ± 7,99 | 3,0 ± 0,7 |

Tabela 2- Variação da composição em ácidos gordos do óleo de anchovagem ao longo do 1º processo na cuba 3 (média ± desvio padrão, n=2)

| | Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 20 | 21 | 22 |
| 14:0 | 3,9±0,1 | 5,2±0,6 | 4,8±0,0 | 4,8±0,3 | 4,4±0,0 | 4,2±0,0 | 4,8±0,2 | 4,1±0,0 | 4,4±0,6 | 3,6±0,1 | 4,8±0,6 | 3,8±0,3 | 4,5±0,9 | 4,5±0,7 | 4,9±1,4 | 4,1±0,6 | 5,2±0,1 | 4,4±0,1 |
| 15:0 | 0,3±0,0 | 0,5±0,1 | 0,4±0,0 | 0,5±0,0 | 0,4±0,1 | 0,4±0,0 | 0,5±0,0 | 0,3±0,1 | 0,4±0,1 | 0,3±0,0 | 0,5±0,1 | 0,4±0,0 | 0,4±0,1 | 0,4±0,1 | 0,5±0,1 | 0,4±0,1 | 0,4±0,0 | 0,4±0,0 |
| 16:4 | 0,7±0,0 | 1,3±0,1 | 1,1±0,0 | 1,2±0,0 | 1,1±0,2 | 0,7±0,0 | 1,3±0,0 | 0,8±0,1 | 1,0±0,3 | 0,8±0,0 | 1,2±0,2 | 0,9±0,1 | 1,1±0,3 | 1,0±0,2 | 1,1±0,4 | 0,9±0,1 | 0,9±0,1 | 0,8±0,0 |
| 16:3 | 0,4±0,0 | 0,7±0,0 | 0,6±0,0 | 0,7±0,0 | 0,6±0,1 | 0,4±0,0 | 0,7±0,0 | 0,4±0,1 | 0,6±0,2 | 0,5±0,1 | 0,7±0,1 | 0,5±0,1 | 0,6±0,2 | 0,6±0,1 | 0,7±0,2 | 0,5±0,1 | 0,5±0,0 | 0,5±0,0 |
| 16:1 (n-7) | 6,6±0,2 | 9,1±0,4 | 7,6±0,0 | 8,7±0,1 | 7,7±0,8 | 7,0±0,1 | 8,7±0,1 | 7,4±0,4 | 8,3±1,2 | 6,2±0,1 | 8,9±0,9 | 7,3±0,6 | 8,2±1,7 | 8,2±1,4 | 8,8±2,4 | 7,9±1,2 | 9,6±0,1 | 8,0±0,3 |
| 16:0 | 13,6±0,7 | 16,4±0,8 | 14,6±0,3 | 17,1±0,2 | 14,1±2,7 | 13,7±0,1 | 15,7±1,4 | 16,8±1,0 | 16,2±1,7 | 14,2±0,3 | 17,0±1,4 | 15,3±0,2 | 16,7±1,7 | 17,0±0,6 | 19,0±4,3 | 16,0±1,2 | 20,1±2,0 | 16,9±0,1 |
| 17:0 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,0 | 0,0±0,0 | 0,2±0,3 | 0,2±0,3 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 |
| 18:3 (n-6) | 1,4±0,4 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,2±0,0 | 0,0±0,0 | 1,5±0,3 | 0,1±0,1 | 0,1±0,1 | 0,1±0,1 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,2±0,0 | 0,1±0,0 | 0,1±0,1 | 0,0±0,1 | 0,1±0,1 | 0,2±0,1 | 0,2±0,0 |
| 18:4 (n-3) | 0,5±0,0 | 2,5±0,3 | 2,1±0,0 | 2,4±0,1 | 2,2±0,2 | 0,6±0,0 | 2,4±0,0 | 1,3±0,3 | 1,8±0,7 | 1,5±0,0 | 2,2±0,3 | 1,5±0,2 | 1,9±0,4 | 1,8±0,4 | 1,9±0,5 | 1,6±0,3 | 1,4±0,0 | 1,4±0,0 |
| 18:2 (n-6) | 0,8±0,0 | 1,3±0,1 | 1,1±0,1 | 1,3±0,0 | 1,2±0,1 | 0,8±0,0 | 1,3±0,1 | 0,8±0,1 | 1,0±0,3 | 0,9±0,0 | 1,3±0,1 | 0,9±0,2 | 1,3±0,4 | 1,2±0,3 | 1,2±0,3 | 1,1±0,1 | 1,1±0,1 | 1,0±0,0 |
| 18:3 (n-3) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,1±0,1 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,3±0,1 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,2 | 0,0±0,0 | 0,2±0,3 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 |
| 18:1 (n-9) | 11,6±0,1 | 16,1±1,3 | 16,1±0,8 | 17,6±1,3 | 15,6±3,8 | 12,7±0,0 | 16,3±0,8 | 16,1±0,6 | 16,7±2,2 | 16,3±0,3 | 18,8±0,3 | 18,0±0,8 | 19,3±2,4 | 19,9±0,9 | 19,6±1,5 | 19,5±0,6 | 19,8±1,6 | 18,9±0,9 |
| 18:1 (n-7) | 1,7±0,1 | 2,6±0,1 | 2,3±0,1 | 2,7±0,0 | 2,5±0,2 | 1,9±0,1 | 2,8±0,1 | 2,1±0,1 | 2,4±0,5 | 2,3±0,0 | 2,9±0,0 | 2,5±0,3 | 2,9±0,5 | 2,9±0,4 | 2,8±0,4 | 2,8±0,3 | 2,8±0,2 | 2,7±0,1 |
| 18:0 | 1,9±0,0 | 3,4±0,0 | 3,0±0,0 | 3,6±0,0 | 3,2±0,2 | 2,2±0,1 | 3,6±0,2 | 2,3±0,3 | 2,7±1,0 | 2,6±0,1 | 3,4±0,2 | 2,8±0,7 | 3,0±0,6 | 3,3±0,5 | 3,1±0,4 | 3,1±0,6 | 3,1±0,1 | 3,1±0,3 |
| 20:4 (n-6) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 |
| 20:5 (n-3) | 28,6±0,6 | 22,1±1,6 | 26,4±0,7 | 20,6±2,1 | 23,0±3,8 | 25,8±0,0 | 21,5±0,8 | 29,1±0,8 | 22,8±2,5 | 30,2±1,2 | 22,4±3,1 | 27,5±3,6 | 23,6±6,3 | 23,1±5,5 | 21,5±7,5 | 25,0±3,4 | 20,1±1,9 | 23,0±0,8 |
| 20:2 (n-6) | 0,0±0,0 | 0,3±0,0 | 0,3±0,0 | 0,1±0,2 | 0,3±0,1 | 0,0±0,0 | 0,2±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,0 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,1±0,2 | 0,0±0,0 | 0,2±0,0 | 0,2±0,1 | 0,1±0,2 |
| 20:1 (n-9) | 1,0±0,1 | 1,2±0,0 | 1,3±0,0 | 1,3±0,1 | 1,4±0,3 | 1,1±0,2 | 1,4±0,2 | 1,1±0,2 | 1,2±0,0 | 1,3±0,0 | 1,2±0,0 | 1,2±0,1 | 1,2±0,2 | 1,3±0,1 | 1,3±0,2 | 1,4±0,1 | 1,4±0,2 | 1,6±0,2 |
| 20:0 | 0,2±0,1 | 0,2±0,0 | 0,2±0,0 | 0,2±0,0 | 0,3±0,0 | 0,2±0,1 | 0,3±0,0 | 0,1±0,1 | 0,2±0,0 | 0,2±0,1 | 0,1±0,1 | 0,1±0,1 | 0,2±0,0 | 0,2±0,0 | 0,2±0,0 | 0,2±0,1 | 0,3±0,0 | 0,0±0,0 |
| 22:6 (n-3) | 19,7±1,0 | 12,4±1,9 | 13,7±0,6 | 12,1±0,2 | 16,0±3,5 | 19,5±0,3 | 13,3±2,1 | 12,4±0,8 | 14,4±5,0 | 13,7±0,1 | 10,1±0,3 | 11,3±0,2 | 10,9±2,3 | 10,4±0,3 | 9,5±3,0 | 11,2±1,7 | 9,1±1,0 | 12,0±1,0 |
| 22:4 (n-6) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 |
| 22:5 (n-3) | 7,9±0,3 | 3,6±0,4 | 4,2±0,1 | 3,9±0,1 | 5,0±0,6 | 8,2±0,1 | 4,0±0,3 | 4,1±0,2 | 4,7±1,6 | 4,7±0,5 | 3,6±0,7 | 4,1±0,1 | 3,4±0,5 | 3,3±0,1 | 3,0±1,2 | 3,3±0,4 | 3,3±0,6 | 4,3±0,1 |
| 22:1 (n-9) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,2 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,1±0,2 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 |
| 22:0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 |
| 24:1 (n-9) | 0,0±0,1 | 0,1±0,1 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,1±0,1 | 0,2±0,0 |
| Desc. | 0,3±0,3 | 0,8±0,0 | 0,8±0,0 | 0,8±0,1 | 0,8±0,0 | 0,2±0,0 | 0,8±0,1 | 0,5±0,2 | 0,7±0,1 | 0,8±0,0 | 0,8±0,0 | 0,7±0,1 | 0,7±0,0 | 0,8±0,1 | 0,8±0,1 | 0,7±0,1 | 0,5±0,2 | 0,7±0,1 |
| Saturados | 19,9±1,1 | 25,7±0,1 | 22,3±0,5 | 26,3±0,6 | 22,5±2,8 | 20,8±0,1 | 24,9±1,0 | 23,9±0,4 | 24,1±3,6 | 20,8±0,4 | 25,8±2,4 | 22,4±0,7 | 24,8±3,4 | 25,4±1,9 | 27,8±6,2 | 23,7±2,6 | 29,2±2,0 | 24,7±0,4 |
| Monoins. | 20,9±0,3 | 29,2±1,0 | 27,4±1,5 | 30,3±1,2 | 27,3±4,7 | 22,5±0,0 | 29,3±0,5 | 26,7±0,7 | 28,6±4,0 | 26,1±0,4 | 31,9±1,1 | 29,0±1,8 | 31,4±4,4 | 32,3±2,4 | 32,5±4,1 | 31,7±2,2 | 33,6±1,7 | 31,3±1,5 |
| PUFA | 60,0±1,1 | 44,3±1,0 | 49,5±1,9 | 42,6±1,9 | 49,4±7,5 | 57,5±0,0 | 45,0±1,5 | 48,9±0,9 | 46,5±7,7 | 52,3±0,8 | 41,2±3,5 | 47,9±2,6 | 43,0±7,8 | 41,6±4,4 | 38,9±10,4 | 43,9±4,7 | 36,7±3,5 | 43,3±1,9 |
| Ómega-3 | 56,7±0,7 | 40,6±0,9 | 46,5±1,9 | 39,0±2,1 | 46,2±7,8 | 54,1±0,4 | 41,5±1,5 | 46,9±0,6 | 43,8±8,3 | 50,1±0,7 | 38,4±4,0 | 45,5±3,1 | 39,9±8,5 | 38,6±4,7 | 35,9±11,2 | 41,1±5,1 | 33,9±3,5 | 40,8±2,1 |
| Omega-6 | 2,2±0,4 | 1,7±0,1 | 1,4±0,0 | 1,6±0,2 | 1,5±0,0 | 2,3±0,3 | 1,7±0,0 | 0,8±0,2 | 1,2±0,2 | 1,1±0,0 | 1,3±0,1 | 1,0±0,3 | 1,5±0,3 | 1,4±0,0 | 1,2±0,2 | 1,4±0,2 | 1,4±0,0 | 1,2±0,2 |

Tabela 3- Variação da composição em ácidos gordos do óleo de anchovagem ao longo do 2º processo, cuba 12 (média ± desvio padrão, n = 2)

| | <i>Semanas</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 14:0 | 4,0±0,3 | 4,4±0,3 | 4,0±0,3 | 3,7±0,0 | 3,9±0,5 | 5,3±0,5 | 4,9±0,8 | 5,6±0,1 | 4,9±0,1 | 5,3±0,3 | 5,2±0,0 | 4,9±0,8 | 5,4±0,2 | 5,6±0,9 | 5,2±0,1 | 5,3±0,6 | 6,0±0,4 | 5,7±0,2 |
| 15:0 | 0,4±0,0 | 0,5±0,0 | 0,4±0,0 | 0,4±0,1 | 0,4±0,1 | 0,6±0,0 | 0,5±0,1 | 0,6±0,0 | 0,5±0,1 | 0,6±0,1 | 0,6±0,0 | 0,5±0,1 | 0,5±0,0 | 0,6±0,1 | 0,6±0,0 | 0,6±0,1 | 0,7±0,1 | 0,6±0,0 |
| 16:4 | 0,5±0,0 | 0,5±0,1 | 0,6±0,0 | 0,6±0,0 | 0,6±0,1 | 0,7±0,1 | 0,7±0,1 | 0,6±0,0 | 0,7±0,1 | 0,9±0,2 | 0,8±0,1 | 0,7±0,1 | 0,6±0,0 | 0,6±0,1 | 0,6±0,0 | 0,5±0,0 | 0,5±0,0 | 0,5±0,0 |
| 16:3 | 0,3±0,0 | 0,4±0,0 | 0,4±0,0 | 0,4±0,0 | 0,4±0,1 | 0,4±0,0 | 0,5±0,0 | 0,4±0,0 | 0,4±0,0 | 0,5±0,1 | 0,5±0,0 | 0,4±0,1 | 0,4±0,0 | 0,4±0,1 | 0,4±0,0 | 0,4±0,0 | 0,4±0,0 | 0,4±0,0 |
| 16:1 (n-7) | 6,6±0,6 | 7,1±0,4 | 6,8±0,3 | 6,5±0,1 | 6,7±0,8 | 8,7±0,3 | 7,7±0,2 | 7,4±0,1 | 7,7±0,1 | 8,4±0,8 | 8,6±0,4 | 8,5±1,1 | 9,4±0,3 | 9,3±0,9 | 9,2±0,1 | 9,3±0,9 | 10,0±0,3 | 9,8±1,0 |
| 16:0 | 17,2±4,3 | 18,2±0,7 | 17,6±1,6 | 16,9±1,8 | 17,2±1,5 | 22,5±2,1 | 18,9±1,9 | 21,0±2,4 | 20,6±0,4 | 17,7±1,1 | 18,4±1,0 | 17,8±0,6 | 20,5±2,1 | 22,1±1,3 | 22,9±1,7 | 22,3±3,5 | 20,7±0,8 | 21,8±4,9 |
| 17:0 | 0,3±0,2 | 0,3±0,2 | 0,1±0,2 | 0,0±0,0 | 0,3±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,0 | 0,1±0,1 | 0,1±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,2±0,3 | 0,0±0,0 | 0,2±0,2 | 0,3±0,3 | 0,3±0,3 | 0,0±0,0 | 0,1±0,0 |
| 18:3 (n-6) | 0,1±0,0 | 0,0±0,1 | 1,1±1,4 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,2 | 0,0±0,0 | 0,1±0,2 | 0,1±0,1 | 1,3±1,8 | 0,1±0,2 | 0,0±0,0 | 0,2±0,0 | 0,1±0,1 | 0,2±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,2 |
| 18:4 (n-3) | 1,5±0,2 | 1,6±0,1 | 1,0±1,2 | 1,6±0,4 | 1,6±0,2 | 1,9±0,2 | 2,1±0,1 | 1,9±0,1 | 2,0±0,2 | 2,3±0,6 | 2,1±0,2 | 1,8±0,6 | 1,7±0,0 | 1,7±0,4 | 1,4±0,2 | 1,3±0,0 | 1,6±0,0 | 1,3±0,1 |
| 18:2 (n-6) | 0,9±0,0 | 1,0±0,1 | 0,9±0,0 | 0,9±0,2 | 0,9±0,1 | 1,2±0,1 | 1,3±0,1 | 1,1±0,1 | 1,2±0,1 | 1,4±0,3 | 1,3±0,1 | 1,2±0,3 | 1,3±0,1 | 1,3±0,2 | 1,1±0,1 | 1,3±0,1 | 1,3±0,1 | 1,0±0,0 |
| 18:3 (n-3) | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,2 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 |
| 18:1 (n-9) | 12,5±1,5 | 14,9±0,8 | 13,9±0,2 | 16,0±0,1 | 14,7±1,3 | 15,2±0,8 | 15,7±1,7 | 14,0±0,7 | 15,9±2,1 | 14,8±0,6 | 15,3±0,1 | 15,9±0,0 | 16,6±0,3 | 18,8±1,9 | 20,5±1,5 | 18,0±1,7 | 18,5±0,5 | 17,3±1,4 |
| 18:1 (n-7) | 1,7±0,2 | 1,9±0,0 | 1,8±0,2 | 2,0±0,3 | 2,0±0,1 | 2,5±0,1 | 2,3±0,1 | 2,6±0,2 | 2,4±0,1 | 2,4±0,3 | 2,5±0,2 | 2,4±0,5 | 2,8±0,1 | 2,6±0,2 | 2,6±0,0 | 2,9±0,3 | 3,1±0,1 | 2,6±0,1 |
| 18:0 | 2,2±0,1 | 2,8±0,2 | 2,5±0,7 | 2,6±0,8 | 2,6±0,4 | 3,4±0,2 | 3,7±0,4 | 4,4±0,1 | 3,9±0,2 | 3,4±0,1 | 3,6±0,1 | 3,0±0,8 | 3,5±0,5 | 3,5±0,3 | 3,5±0,1 | 3,5±0,3 | 4,3±0,3 | 3,4±0,2 |
| 20:4 (n-6) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 |
| 20:5 (n-3) | 22,6±0,2 | 18,3±0,1 | 23,3±0,7 | 22,6±1,2 | 22,2±2,4 | 18,1±1,8 | 18,5±1,6 | 18,4±1,0 | 19,2±1,1 | 18,7±1,7 | 19,2±1,0 | 17,4±0,7 | 15,9±0,9 | 14,3±1,0 | 13,2±0,9 | 12,4±0,5 | 13,2±1,1 | 11,7±1,1 |
| 20:2 (n-6) | 0,2±0,0 | 0,3±0,0 | 0,1±0,2 | 0,2±0,2 | 0,2±0,0 | 0,3±0,0 | 0,3±0,1 | 0,4±0,2 | 0,4±0,1 | 0,4±0,0 | 0,4±0,1 | 0,4±0,1 | 0,5±0,1 | 0,4±0,1 | 0,3±0,1 | 0,4±0,1 | 0,4±0,1 | 0,4±0,1 |
| 20:1 (n-9) | 1,9±0,1 | 2,2±0,1 | 1,8±0,4 | 1,8±0,7 | 1,9±0,2 | 2,1±0,1 | 2,1±0,1 | 2,3±0,5 | 2,2±0,2 | 2,3±0,2 | 2,4±0,3 | 2,4±0,5 | 3,1±0,3 | 2,6±0,1 | 2,7±0,1 | 2,9±0,3 | 3,3±0,1 | 3,1±0,3 |
| 20:0 | 0,3±0,1 | 0,2±0,0 | 0,3±0,0 | 0,3±0,1 | 0,3±0,0 | 0,4±0,0 | 0,3±0,0 | 0,4±0,1 | 0,4±0,0 | 0,3±0,1 | 0,4±0,1 | 0,4±0,1 | 0,4±0,0 | 0,4±0,0 | 0,4±0,0 | 0,3±0,1 | 0,6±0,0 | 0,5±0,0 |
| 22:6 (n-3) | 21,5±2,6 | 19,9±0,6 | 21,2±1,9 | 18,2±0,9 | 19,6±1,5 | 13,6±0,8 | 13,2±2,5 | 12,6±2,3 | 13,0±1,7 | 11,5±4,2 | 12,4±1,9 | 14,1±3,2 | 12,1±2,1 | 9,5±2,3 | 11,6±0,7 | 10,2±3,5 | 12,1±2,7 | 16,5±4,1 |
| 22:4 (n-6) | 0,0±0,9 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 |
| 22:5 (n-3) | 3,7±2,3 | 3,7±0,9 | 4,4±1,3 | 4,3±1,1 | 3,0±3,2 | 2,7±0,1 | 2,6±0,1 | 2,1±0,4 | 1,9±0,5 | 2,9±0,2 | 1,6±0,3 | 2,7±1,7 | 1,8±0,6 | 2,3±1,0 | 2,1±1,2 | 2,3±1,2 | 1,8±0,2 | 2,6±1,9 |
| 22:1 (n-9) | 0,6±0,9 | 0,8±1,1 | 0,0±0,0 | 0,7±1,0 | 1,0±1,3 | 0,0±0,0 | 0,5±0,8 | 0,5±0,7 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,5±0,7 | 0,6±0,8 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 1,1±1,5 | 0,7±1,0 | 0,0±0,0 |
| 22:0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 |
| 24:1 (n-9) | 0,0±0,1 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,0 | 0,0±0,1 | 0,1±0,1 | 0,1±0,2 | 0,1±0,1 | 0,1±0,2 | 0,1±0,2 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,1±0,1 |
| Desc. | 0,6±0,1 | 0,7±0,1 | 0,4±0,4 | 0,7±0,0 | 0,6±0,0 | 0,5±0,0 | 0,6±0,0 | 0,5±0,1 | 0,6±0,1 | 0,7±0,1 | 0,6±0,0 | 0,6±0,1 | 0,6±0,1 | 0,7±0,0 | 0,6±0,1 | 0,7±0,0 | 0,7±0,0 | 0,6±0,1 |
| Saturados | 24,2±4,5 | 26,4±0,3 | 24,8±0,8 | 23,7±0,8 | 24,6±2,4 | 32,2±2,9 | 28,4±3,1 | 32,3±2,3 | 30,4±0,7 | 27,4±0,7 | 28,2±0,8 | 26,8±2,1 | 30,4±1,4 | 32,4±2,5 | 32,9±1,8 | 32,4±4,3 | 32,2±1,8 | 32,0±5,0 |
| Monoins. | 23,3±3,1 | 26,9±2,4 | 24,3±0,5 | 26,9±0,1 | 26,3±1,1 | 28,4±1,0 | 28,5±0,9 | 26,8±0,8 | 28,3±1,7 | 28,1±1,6 | 29,2±0,0 | 29,8±2,8 | 32,1±0,1 | 33,4±0,8 | 34,9±1,8 | 33,8±0,0 | 35,7±2,0 | 32,9±2,2 |
| PUFA | 51,8±7,5 | 46,0±2,1 | 51,1±0,8 | 48,7±0,7 | 48,5±3,5 | 38,8±3,9 | 42,4±2,2 | 40,4±3,1 | 40,8±1,0 | 43,9±1,0 | 41,9±0,8 | 42,8±5,0 | 36,9±1,2 | 33,5±1,8 | 31,5±0,0 | 33,1±4,2 | 31,3±3,8 | 34,4±7,1 |
| Ómega-3 | 49,8±7,4 | 43,8±2,4 | 47,9±0,4 | 46,7±0,2 | 46,4±3,8 | 36,2±3,8 | 39,6±2,3 | 38,0±3,0 | 38,1±0,6 | 40,7±1,4 | 37,7±2,7 | 40,0±5,5 | 34,1±1,0 | 30,7±2,2 | 29,2±0,3 | 30,6±4,4 | 28,7±4,0 | 32,1±7,1 |
| Ómega-6 | 1,2±0,0 | 1,3±0,2 | 2,2±1,2 | 1,1±0,4 | 1,2±0,1 | 1,5±0,0 | 1,7±0,2 | 1,5±0,1 | 1,6±0,4 | 1,8±0,2 | 3,0±1,8 | 1,7±0,3 | 1,7±0,2 | 1,8±0,3 | 1,4±0,2 | 1,6±0,2 | 1,7±0,1 | 1,5±0,0 |

Tabela 4- Variação da composição em ácidos gordos do óleo de anchovagem ao longo do 2º processo, cuba 13 (média ± desvio padrão, n = 2)

| | <i>Semanas</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|
| | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| 14:0 | 4,4±0,3 | 3,3±0,4 | 4,0±1,0 | 4,3±0,4 | 4,6±0,3 | 4,3±0,5 | 7,0±0,0 | 6,5±0,2 | 5,8±0,2 | 6,9±0,1 | 6,4±0,1 | 6,3±0,3 | 6,9±0,4 | 7,6±0,7 | 6,6±0,3 | 7,0±1,2 | 7,9±0,3 | 7,7±1,5 | |
| 15:0 | 0,5±0,0 | 0,4±0,1 | 0,4±0,1 | 0,5±0,0 | 0,5±0,0 | 0,5±0,0 | 0,7±0,2 | 0,8±0,3 | 0,7±0,0 | 0,6±0,0 | 0,6±0,1 | 0,6±0,1 | 0,7±0,1 | 0,8±0,1 | 0,6±0,1 | 0,9±0,3 | 1,0±0,1 | 0,9±0,0 | |
| 16:4 | 0,7±0,1 | 0,6±0,0 | 0,6±0,1 | 0,5±0,0 | 0,5±0,0 | 0,5±0,0 | 0,7±0,2 | 0,8±0,1 | 0,8±0,0 | 0,5±0,1 | 0,6±0,0 | 0,7±0,1 | 0,7±0,1 | 0,8±0,2 | 0,5±0,1 | 0,6±0,1 | 0,5±0,1 | 0,8±0,3 | |
| 16:3 | 0,4±0,0 | 0,4±0,0 | 0,4±0,1 | 0,4±0,0 | 0,3±0,0 | 0,3±0,0 | 0,5±0,1 | 0,5±0,1 | 0,5±0,0 | 0,4±0,1 | 0,4±0,0 | 0,5±0,1 | 0,4±0,0 | 0,5±0,1 | 0,4±0,0 | 0,4±0,0 | 0,4±0,0 | 0,5±0,2 | |
| 16:1 (n-7) | 7,3±0,6 | 6,5±0,6 | 6,7±0,9 | 6,9±0,3 | 7,3±0,1 | 7,1±0,2 | 10,9±0,3 | 10,5±0,6 | 10,3±0,5 | 11,8±0,8 | 10,6±0,3 | 10,5±0,7 | 11,0±0,4 | 12,5±1,3 | 10,5±0,2 | 11,2±1,0 | 12,1±0,9 | 12,3±1,1 | |
| 16:0 | 15,1±0,9 | 15,5±0,8 | 15,6±2,3 | 16,7±2,0 | 17,8±1,3 | 16,7±0,8 | 26,4±0,3 | 24,5±1,0 | 23,0±1,0 | 29,0±2,7 | 24,9±0,8 | 24,2±0,9 | 23,6±2,6 | 24,5±2,1 | 23,6±2,3 | 26,0±2,4 | 26,4±1,3 | 25,7±0,2 | |
| 17:0 | 0,0±0,0 | 0,2±0,1 | 0,0±0,0 | 0,2±0,2 | 0,2±0,2 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,0 | 0,1±0,1 | 0,1±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | |
| 18:3 (n-6) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,2±0,0 | 0,3±0,0 | 0,1±0,1 | 0,1±0,1 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 1,1±1,2 | 0,1±0,1 | 0,1±0,1 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,1±0,0 | 0,3±0,2 | 0,0±0,0 | |
| 18:4 (n-3) | 2,2±0,4 | 1,7±0,2 | 1,7±0,1 | 1,5±0,2 | 0,9±1,0 | 1,5±0,1 | 1,8±0,3 | 2,0±0,2 | 2,0±0,1 | 1,5±0,2 | 1,7±0,1 | 1,9±0,2 | 1,7±0,3 | 1,9±0,1 | 1,4±0,1 | 1,4±0,3 | 1,6±0,2 | 1,9±0,5 | |
| 18:2 (n-6) | 1,2±0,1 | 0,9±0,1 | 1,0±0,1 | 0,9±0,0 | 1,0±0,1 | 1,0±0,0 | 1,2±0,2 | 1,4±0,1 | 1,4±0,0 | 1,0±0,1 | 1,1±0,0 | 1,3±0,2 | 1,3±0,2 | 1,5±0,1 | 1,2±0,2 | 1,5±0,1 | 1,5±0,0 | 1,5±0,0 | |
| 18:3 (n-3) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | |
| 18:1 (n-9) | 13,1±1,0 | 14,2±0,2 | 13,6±0,5 | 11,9±1,2 | 12,6±0,9 | 11,7±0,0 | 17,3±0,8 | 18,2±0,5 | 19,8±2,3 | 19,1±1,3 | 18,8±1,6 | 18,5±1,1 | 18,8±0,0 | 20,2±0,3 | 18,5±0,1 | 22,3±1,9 | 21,2±1,1 | 20,2±3,9 | |
| 18:1 (n-7) | 2,2±0,2 | 2,0±0,1 | 1,9±0,2 | 1,8±0,1 | 1,8±0,0 | 1,8±0,1 | 2,8±0,1 | 2,8±0,2 | 3,0±0,1 | 2,9±0,2 | 2,8±0,1 | 2,8±0,1 | 3,0±0,3 | 3,4±0,2 | 3,1±0,2 | 3,3±0,3 | 3,5±0,2 | 3,3±0,6 | |
| 18:0 | 2,9±0,2 | 2,4±0,5 | 2,5±0,0 | 2,2±0,1 | 2,5±0,1 | 2,5±0,1 | 3,4±0,1 | 4,2±0,2 | 4,2±0,1 | 3,7±0,0 | 3,8±0,1 | 4,1±0,2 | 4,0±0,3 | 4,5±0,0 | 4,1±0,3 | 4,7±0,3 | 5,1±0,1 | 5,0±1,1 | |
| 20:4 (n-6) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | |
| 20:5 (n-3) | 22,4±0,5 | 25,7±2,2 | 19,9±0,9 | 17,9±0,7 | 17,9±1,4 | 16,1±0,4 | 12,7±1,4 | 13,1±1,4 | 12,6±0,2 | 11,6±0,7 | 13,2±0,4 | 13,7±1,8 | 13,1±0,8 | 10,4±1,3 | 12,7±1,1 | 9,2±1,3 | 9,2±0,5 | 9,2±2,7 | |
| 20:2 (n-6) | 0,4±0,0 | 0,2±0,0 | 0,3±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,1 | 0,2±0,0 | 0,3±0,1 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,2±0,2 | 0,2±0,0 | 0,1±0,0 | 0,3±0,1 | 0,2±0,1 | 0,0±0,1 | 0,1±0,2 | |
| 20:1 (n-9) | 2,3±0,2 | 1,9±0,2 | 2,2±0,2 | 2,0±0,2 | 2,1±0,2 | 2,3±0,2 | 2,0±0,1 | 2,1±0,1 | 2,0±0,0 | 1,7±0,3 | 2,2±0,2 | 2,3±0,2 | 2,6±0,1 | 2,3±0,6 | 3,0±0,3 | 2,9±0,2 | 3,0±0,3 | 2,6±0,6 | |
| 20:0 | 0,4±0,0 | 0,3±0,0 | 0,3±0,0 | 0,3±0,1 | 0,4±0,0 | 0,2±0,3 | 0,3±0,0 | 0,3±0,1 | 0,4±0,0 | 0,3±0,1 | 0,3±0,2 | 0,4±0,1 | 0,4±0,1 | 0,4±0,0 | 0,5±0,1 | 0,3±0,2 | 0,4±0,1 | 0,4±0,1 | |
| 22:6 (n-3) | 21,2±4,5 | 19,5±0,3 | 22,3±3,8 | 25,2±2,5 | 25,6±1,9 | 25,3±0,6 | 10,1±0,3 | 9,7±0,9 | 10,9±0,4 | 6,3±2,4 | 10,1±2,2 | 10,1±0,7 | 9,5±1,0 | 6,6±2,8 | 10,7±0,4 | 5,8±2,3 | 3,2±1,7 | 5,7±5,4 | |
| 22:4 (n-6) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,7±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | |
| 22:5 (n-3) | 2,7±0,1 | 3,9±0,1 | 4,3±1,4 | 4,6±2,2 | 3,2±0,0 | 5,8±0,7 | 1,5±0,1 | 1,5±0,0 | 1,4±0,0 | 1,3±0,5 | 1,5±0,2 | 1,4±0,0 | 0,9±0,4 | 1,3±0,4 | 1,6±0,3 | 1,3±0,2 | 1,6±0,6 | 1,3±0,1 | |
| 22:1 (n-9) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,7±0,9 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | |
| 22:0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | |
| 24:1 (n-9) | 0,1±0,2 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,1±0,1 | 0,3±0,0 | 0,2±0,1 | 0,1±0,2 | |
| Desc. | 0,7±0,0 | 0,6±0,0 | 0,6±0,2 | 0,3±0,2 | 0,1±0,1 | 0,3±0,2 | 0,6±0,1 | 0,7±0,0 | 0,3±0,1 | 0,5±0,0 | 0,6±0,0 | 0,6±0,0 | 0,7±0,0 | 0,7±0,0 | 0,6±0,0 | 0,7±0,0 | 0,7±0,0 | 0,8±0,0 | |
| Saturados | 23,3±1,4 | 22,0±1,6 | 23,0±3,4 | 24,1±2,8 | 25,8±1,7 | 24,2±1,4 | 37,9±0,2 | 36,3±1,1 | 34,2±1,3 | 40,5±2,8 | 36,1±0,7 | 35,6±0,9 | 35,6±2,8 | 37,8±2,9 | 35,4±2,2 | 39,0±4,0 | 40,9±1,0 | 39,8±2,9 | |
| Monoins. | 24,9±1,8 | 24,5±0,5 | 26,0±0,5 | 25,2±1,0 | 24,9±0,8 | 25,1±0,9 | 33,0±1,1 | 33,6±1,1 | 35,2±1,7 | 35,5±2,6 | 34,6±1,9 | 34,1±1,5 | 36,0±1,5 | 38,5±1,1 | 35,2±1,0 | 39,9±1,1 | 40,1±2,4 | 38,4±6,5 | |
| PUFA | 51,1±3,2 | 52,9±2,1 | 50,4±3,9 | 51,2±3,6 | 50,1±1,6 | 50,8±1,8 | 28,6±0,9 | 29,5±2,3 | 30,0±0,5 | 23,7±5,3 | 28,8±2,6 | 29,7±2,4 | 27,8±1,3 | 23,0±4,0 | 28,8±1,3 | 20,4±3,0 | 18,4±1,4 | 21,0±9,4 | |
| Ómega-3 | 48,4±3,5 | 50,8±2,3 | 48,1±4,2 | 49,1±3,8 | 47,6±1,5 | 48,7±1,6 | 26,0±1,4 | 26,5±2,4 | 26,9±0,3 | 20,6±3,7 | 26,5±2,6 | 27,0±2,4 | 25,2±0,9 | 20,1±4,4 | 26,5±1,1 | 17,7±3,2 | 15,6±1,7 | 18,1±8,7 | |
| Ómega-6 | 1,6±0,2 | 1,1±0,1 | 1,3±0,1 | 1,3±0,2 | 1,5±0,5 | 1,3±0,1 | 1,4±0,2 | 1,7±0,0 | 1,8±0,1 | 2,2±1,5 | 1,3±0,0 | 1,5±0,2 | 1,5±0,3 | 1,5±0,1 | 1,5±0,2 | 1,8±0,1 | 1,8±0,1 | 1,6±0,2 | |

ANEXO III

Tabela 1- Variação semanal do teor em lipídios totais (G%) e humidade (H%) nas folhas e flores de borragem, tomilho e rosmaninho (média ± erro padrão, n = 2 para os lipídios totais e n = 3 para a humidade).

| Semana | Borragem | | Borragem-flor | | Tomilho | | Tomilho-flor | | Rosmaninho | | Rosmaninho-flor | |
|--------|----------|----------|---------------|----------|---------|----------|--------------|----------|------------|----------|-----------------|----------|
| | G (%) | H (%) | G (%) | H (%) | G (%) | H (%) | G (%) | H (%) | G (%) | H (%) | G (%) | H (%) |
| 1 | 0,1±0,0 | 84,8±0,0 | | | 2,1±0,0 | 72,2 | | | 8,0±0,3 | 59,6±0,3 | | |
| 2 | 0,1±0,0 | 88,4±0,1 | | | 1,8±0,0 | 80,4±9,0 | | | 7,1±0,5 | 64,4±0,2 | | |
| 3 | 1,0±0,1 | 85,7±0,2 | 0,1±0,0 | 84,9±0,1 | 1,9±0,1 | 72,4±0,3 | | | 5,4±0,4 | 63,2±0,2 | | |
| 4 | 0,1±0,0 | 85,2±0,1 | 0,1±0,0 | 85,2±0,1 | 1,9±0,1 | 72,9±0,1 | | | 4,1±0,3 | 67,3±2,0 | | |
| 5 | 0,8±0,0 | 84,7±0,1 | 0,8±0,0 | 83,3±8,7 | 1,8±0,4 | 72,2±0,3 | | | 3,6±0,3 | 70,0±0,4 | 4,5±0,2 | 72,7±0,1 |
| 6 | 0,9±0,0 | 82,7±0,3 | 0,7±0,0 | 83,3±0,4 | 2,1±0,0 | 71,1±0,3 | | | 4,3±0,1 | 66,2±0,5 | 4,5±0,1 | 69,9±0,3 |
| 7 | 0,8 | 81,4 | 0,6±0,0 | 81,2±0,0 | 1,9±0,1 | 69,2±0,3 | | | 6,1 | 65,4±0,2 | 4,9±0,1 | 71,5±0,2 |
| 8 | | | 0,6±0,0 | 78,6±0,4 | 1,6±0,1 | 71,0±0,2 | | | 1,2±0,1 | 65,0±0,2 | 1,2±0,1 | 71,3±0,1 |
| 9 | | | 0,1±0,0 | 82,7±1,5 | 2,1±0,0 | 70,2±0,3 | 3,7 | 68,6 | 4,8±0,6 | 65,8±0,1 | 15,0±2,1 | 74,5±0,2 |
| 10 | | | 1,0±0,0 | 83,9±0,7 | 2,5±0,8 | 68,4±0,3 | 3,4±0,3 | 66,5±0,2 | 5,4±1,7 | 67,4±0,1 | 4,3±1,6 | 74,1±0,0 |
| 11 | | | | | 3,1±0,3 | 68,7±0,2 | 3,1±0,4 | 64,9±0,5 | 4,7±0,1 | 67,1±0,1 | 5,1±3,3 | 73,3±0,2 |
| 12 | | | | | 2,1±0,1 | 67,5±0,6 | 2,8±0,2 | 63,9±0,4 | 8,8±3,4 | 61,8±0,2 | 3,0±0,1 | 68,3±0,2 |
| 13 | | | | | 3,8±0,1 | 67,5±0,4 | 4,6±0,1 | 65,1±0,2 | 11,3±4,7 | 58,3±0,2 | 3,5±1,0 | 66,4±0,2 |
| 14 | | | | | 3,2±0,3 | 55,6±0,2 | 6,7 | 58,2±0,3 | 10,5±7,4 | 55,8±0,5 | 3,1±0,2 | 60,9±0,2 |
| 15 | | | | | 3,1 | 46,8 | 8,4±1,1 | 52,3±0,6 | 19,9±1,1 | 42,7±0,0 | 4,8±2,4 | 48,1±1,5 |
| 16 | | | | | 3,3±0,0 | 59,4±0,4 | 5,7±0,4 | 59,1±0,3 | 10,1±1,5 | 49,2 | 6,5±1,8 | 49,4 |
| 17 | | | | | 4,4±0,8 | 55,5±0,5 | 7,0±0,7 | 56,7±0,2 | | | | |
| 18 | | | | | 4,1±0,4 | 52,1±0,2 | 6,9±0,9 | 49,7±0,5 | | | | |
| 19 | | | | | 2,9±0,8 | 53,5 | 8,1±0,5 | 42,4±1,1 | | | | |

Tabela 2- Variação semanal da composição em ácidos gordos dos lípidos totais de folhas e flores de borragem (g/100g de ácidos gordos, média ± desvio padrão, n=2)

| | Semanas | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------|----------|----------|----------|
| | Folhas | | | | | | | Flores | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 14:0 | 1,4±0,1 | 0,8±0,0 | 0,2±0,0 | 0,3±0,0 | 0,3±0,0 | 0,7±0,0 | 1,1±0,0 | 0,4±0,2 | 0,2±0,1 | 0,5±0,1 | 0,9±0,1 | 2,1 | 1,6±0,2 | 1,0±0,6 | 0,3±0,1 |
| 15:0 | 0,1±0,0 | 0,1±0,0 | 0,1±0,0 | 0,1±0,0 | 0,1±0,0 | 0,1±0,0 | 0,1±0,0 | 0,1±0,0 | 0,1±0,0 | 0,1±0,0 | 0,1±0,0 | 0,1 | 0,2±0,0 | 0,1±0,1 | 0,1±0,0 |
| 16:1 (n-9) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,7±0,2 |
| 16:0 | 23,0±3,5 | 22,6±0,2 | 24,5±1,3 | 22,7±1,3 | 27,4±0,3 | 30,4±0,2 | 27,8±0,4 | 34,7±0,1 | 27,1±2,6 | 26,6±1,7 | 25,7±2,6 | 30,0 | 23,7±3,0 | 22,4±5,0 | 18,1±1,0 |
| 18:3 (n-6) | 7,4±2,5 | 12,1±0,1 | 14,4±0,6 | 6,8±4,4 | 11,2±1,1 | 6,2±1,7 | 3,5±0,3 | 25,1±2,9 | 22,1±1,1 | 25,4±0,5 | 24,4±2,3 | 26,1 | 26,6±0,1 | 25,4±1,1 | 18,1±4,1 |
| 18:4 (n-3) | 15,6±3,7 | 17,4±0,2 | 14,3±0,3 | 13,9±2,8 | 13,7±0,2 | 14,8±0,9 | 14,2±0,3 | 9,2±1,1 | 10,9±0,5 | 11,9±2,8 | 9,0±0,7 | 5,3 | 5,1±0,4 | 3,0±2,5 | 0,0±0,0 |
| 18:2 (n-6) | 3,2±0,4 | 3,4±0,0 | 4,0±0,3 | 2,7±0,7 | 4,0±0,0 | 3,3±0,1 | 3,1±0,1 | 6,6±0,7 | 6,0±0,2 | 6,2±0,1 | 6,4±0,4 | 7,7 | 7,6±0,6 | 4,5±6,4 | 27,5±8,0 |
| 18:3 (n-3) | 33,5±6,1 | 35,0±0,4 | 35,5±2,7 | 33,0±6,6 | 36,9±0,2 | 38,1±1,1 | 43,7±0,0 | 11,4±2,1 | 19,6±0,4 | 20,9±1,7 | 21,3±2,0 | 8,7 | 9,0±1,5 | 22,3±9,8 | 0,0±0,0 |
| 18:1 (n-9) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,5±0,7 | 0,3±0,4 | 0,3±0,4 | 0,6±0,4 | 6,4±0,4 | 1,8±2,5 | 3,5±1,1 | 3,1±0,6 | 11,7 | 12,7±0,8 | 13,4±4,7 | 26,7±1,4 |
| 18:1 (n-7) | 0,2±0,3 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,4±0,5 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,3±0,1 | 0,1±0,1 | 0,1±0,1 | 0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 |
| 18:0 | 2,9±0,0 | 2,8±0,0 | 3,3±0,0 | 3,8±0,5 | 3,4±0,1 | 3,8±0,3 | 3,6±0,1 | 2,8±0,3 | 3,7±0,2 | 3,3±0,8 | 4,4±0,5 | 4,4 | 7,1±0,2 | 5,2±0,0 | 5,2±1,8 |
| 20:4 (n-6) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 |
| 20:5 (n-3) | 2,2±1,1 | 1,2±0,0 | 0,8±1,1 | 3,0±2,1 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,8±1,1 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 |
| 20:2 (n-6) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,2±0,2 | 0,4±0,5 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,1±0,1 |
| 20:1 (n-9) | 0,4±0,2 | 0,3±0,0 | 0,3±0,3 | 0,3±0,0 | 0,4±0,0 | 0,1±0,1 | 0,1±0,0 | 0,5±0,3 | 0,5±0,0 | 0,3±0,2 | 0,4±0,3 | 0,8 | 1,1±0,4 | 2,0±1,3 | 2,2±1,0 |
| 20:0 | 0,6±0,1 | 0,7±0,0 | 0,8±0,0 | 0,8±0,2 | 1,0±0,1 | 1,2±0,1 | 1,0±0,1 | 0,5±0,4 | 1,4±0,1 | 0,5±0,5 | 1,1±1,1 | 0,9 | 2,1±0,7 | 0,4±0,3 | 0,4±0,1 |
| 22:6 (n-3) | 8,1±8,7 | 1,8±0,0 | 1,0±1,5 | 9,9±11,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,9±1,2 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 |
| 22:5 (n-3) | 0,5±0,8 | 0,5±0,0 | 0,2±0,3 | 1,1±1,2 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 |
| 22:1 (n-9) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,8±1,2 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,3±0,4 |
| 22:0 | 0,6±0,2 | 0,5±0,0 | 0,6±0,6 | 0,4±0,3 | 1,1±0,0 | 0,7±0,8 | 1,1±0,0 | 1,0±0,1 | 2,1±0,7 | 0,1±0,0 | 1,6±0,6 | 1,5 | 0,4±0,3 | 0,1±0,1 | 0,3±0,1 |
| 24:1 (n-9) | 0,2±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,2±0,3 | 0,2±0,3 | 0,4±0,3 | 0,1±0,1 | 0,8±0,1 | 2,4±0,5 | 0,0±0,0 | 1,1±0,1 | 0,4 | 1,1±1,5 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 |
| Desc. | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,3±0,1 | 0,7±0,1 | 0,6±0,2 | 0,3±0,0 | 0,1 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,1±0,0 |
| Saturados | 28,5±3,4 | 27,5±0,3 | 29,4±0,7 | 28,0±1,3 | 33,3±0,3 | 36,8±0,2 | 34,7±0,4 | 39,5±0,2 | 34,6±1,5 | 31,2±2,9 | 33,9±0,4 | 38,7 | 35,0±4,0 | 29,3±5,5 | 24,3±2,8 |
| Monoins. | 0,8±0,5 | 0,3±0,0 | 0,3±0,3 | 1,4±1,5 | 0,9±0,8 | 0,8±0,0 | 0,8±0,5 | 7,7±0,5 | 5,8±0,7 | 3,9±0,8 | 4,7±0,3 | 12,9 | 14,9±2,7 | 15,5±6,1 | 29,9±0,7 |
| PUFA | 70,7±2,9 | 71,4±0,8 | 70,2±1,0 | 70,5±0,2 | 65,8±1,1 | 62,4±0,2 | 64,5±0,1 | 52,5±0,2 | 59,0±2,1 | 64,4±3,9 | 61,1±0,1 | 47,9 | 50,0±1,2 | 55,2±0,5 | 45,7±2,1 |
| Ómega-3 | 59,9±0,7 | 56,0±0,6 | 51,8±0,2 | 61,0±4,9 | 50,6±0,0 | 52,9±2,0 | 57,9±0,3 | 20,7±3,5 | 30,5±0,1 | 32,8±4,5 | 30,3±2,7 | 14,1 | 15,8±0,5 | 25,3±7,3 | 0,0±0,0 |
| Ómega-6 | 10,7±2,1 | 15,5±0,2 | 18,4±0,9 | 9,5±5,2 | 15,2±1,1 | 9,5±1,7 | 6,6±0,2 | 31,8±3,7 | 28,5±2,2 | 31,5±0,6 | 30,8±2,9 | 33,8 | 34,2±0,7 | 29,9±7,8 | 45,7±2,1 |

Tabela 3- Variação semanal da composição em ácidos gordos dos lípidos totais de folhas de tomilho (g/100g de ácidos gordos, média ± desvio padrão, n=2)

| | <i>Semanas</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------|----------|------|----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 14:0 | 0,7±0,0 | 0,4±0,0 | 0,5±0,1 | 0,5±0,0 | 0,5±0,1 | 0,7±0,1 | 0,6±0,1 | 0,6±0,0 | 0,6±0,0 | 0,7±0,0 | 0,2±0,0 | 0,6±0,1 | 0,8±0,2 | 1,7±0,3 | 1,7 | 2,0±0,2 | 3,2 | 4,1±0,6 | 3,2±0,4 |
| 15:0 | 0,1±0,0 | 0,1±0,1 | 0,2±0,0 | 0,1±0,0 | 0,2±0,1 | 0,2±0,0 | 0,1±0,0 | 0,2±0,1 | 0,2±0,0 | 0,1±0,2 | 0,0±0,0 | 0,1±0,0 | 0,1±0,1 | 0,2±0,0 | 0,1 | 0,2±0,0 | 0,3 | 0,4±0,0 | 0,2±0,0 |
| 16:0 | 18,8±0,5 | 17,7±0,1 | 16,6±0,3 | 17,8±1,8 | 20,4±2,5 | 22,5±0,7 | 18,5±0,2 | 19,2±0,3 | 19,6±0,4 | 19,3±0,7 | 21,1±0,5 | 22,0±2,3 | 19,4±1,1 | 23,6±1,3 | 23,0 | 24,3±0,7 | 29,9 | 33,2±1,2 | 22,4±0,6 |
| 18:4 (n-3) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,3±0,4 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 |
| 18:2 (n-6) | 1,1±0,1 | 1,3±0,1 | 1,1±0,1 | 1,2±0,0 | 1,2±0,1 | 1,4±0,1 | 1,3±0,1 | 1,2±0,1 | 1,3±0,0 | 1,1±0,1 | 1,0±0,4 | 1,0±0,1 | 0,3±0,4 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,3±0,5 | 1,3 | 1,3±0,1 | 1,6±0,7 |
| 18:3 (n-3) | 74,6±0,3 | 75,5±0,4 | 76,7±0,3 | 75,8±2,1 | 73,3±1,9 | 69,4±1,0 | 74,8±0,8 | 74,1±0,3 | 73,6±0,7 | 74,3±0,7 | 74,0±2,0 | 71,5±2,0 | 74,9±0,1 | 70,1±1,4 | 70,8 | 69,7±1,5 | 58,2 | 50,6±0,9 | 65,7±2,6 |
| 18:1 (n-7) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 1,6±2,3 | 1,7±2,4 |
| 18:0 | 2,3±0,2 | 2,2±0,0 | 2,2±0,1 | 2,4±0,1 | 2,1±0,3 | 2,8±0,1 | 2,5±0,0 | 2,5±0,1 | 2,3±0,1 | 2,2±0,2 | 1,8±1,2 | 2,4±0,0 | 2,0±0,0 | 2,3±0,2 | 2,6 | 1,5±2,0 | 3,5 | 4,0±0,0 | 3,2±0,2 |
| 20:5 (n-3) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 |
| 20:2 (n-6) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 1,2±1,7 | 0,0±0,0 |
| 20:1 (n-9) | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 |
| 20:0 | 0,7±0,2 | 0,9±0,0 | 0,7±0,2 | 0,7±0,1 | 0,7±0,2 | 0,5±0,4 | 0,4±0,4 | 0,7±0,0 | 0,4±0,4 | 0,6±0,4 | 0,4±0,2 | 0,6±0,0 | 0,3±0,0 | 0,6±0,1 | 0,5 | 0,6±0,3 | 1,4 | 0,9±0,7 | 0,8±0,1 |
| 22:0 | 0,4±0,5 | 0,7±0,6 | 0,8±0,2 | 0,2±0,3 | 0,7±0,1 | 1,0±0,4 | 0,8±0,1 | 0,3±0,4 | 0,9±0,2 | 0,4±0,6 | 0,0±0,0 | 0,5±0,3 | 0,4±0,6 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 1,8±0,0 | 0,0±0,0 |
| Desc. | 1,4±0,2 | 1,1±0,1 | 1,2±0,0 | 1,0±0,0 | 1,0±0,0 | 1,7±0,3 | 1,0±0,1 | 1,2±0,0 | 1,0±0,0 | 1,2±0,0 | 1,4±0,1 | 1,2±0,1 | 1,8±0,2 | 1,4±0,1 | 1,3 | 1,3±0,4 | 2,1 | 1,0±1,0 | 1,1±0,3 |
| Saturados | 22,9±0,6 | 22,0±0,6 | 21,0±0,2 | 21,8±1,7 | 24,5±1,8 | 27,6±0,7 | 22,9±0,8 | 23,5±0,2 | 24,0±0,7 | 23,3±0,8 | 23,5±1,5 | 26,2±2,1 | 23,0±0,2 | 28,5±1,5 | 27,9 | 28,7±1,4 | 38,4 | 44,4±2,5 | 29,9±1,1 |
| Monoins. | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,1±0,1 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,0±0,0 | 0,0 | 1,6±2,2 | 1,7±2,4 |
| PUFA | 75,7±0,4 | 76,9±0,5 | 77,8±0,3 | 77,2±1,7 | 74,5±1,8 | 70,8±1,0 | 76,1±0,7 | 75,3±0,1 | 75,0±0,7 | 75,5±0,8 | 75,1±1,4 | 72,6±2,2 | 75,2±0,4 | 70,1±1,4 | 70,8 | 70,0±1,0 | 59,5 | 53,1±0,8 | 67,2±3,3 |
| Ómega-3 | 74,6±0,3 | 75,5±0,4 | 76,7±0,3 | 76,0±1,7 | 73,3±1,9 | 69,4±1,0 | 74,8±0,8 | 74,1±0,3 | 73,6±0,7 | 74,3±0,7 | 74,0±2,0 | 71,5±2,0 | 74,9±0,0 | 70,1±1,4 | 70,8 | 69,7±1,5 | 58,2 | 50,6±0,9 | 65,7±2,6 |
| Ómega-6 | 1,1±0,1 | 1,3±0,1 | 1,1±0,1 | 1,2±0,0 | 1,2±0,1 | 1,4±0,1 | 1,3±0,1 | 1,2±0,1 | 1,3±0,1 | 1,1±0,1 | 1,0±0,5 | 1,0±0,1 | 0,3±0,4 | 0,0±0,0 | 0,0 | 0,3±0,5 | 1,3 | 2,5±1,6 | 1,6±0,7 |

Tabela 4- Variação semanal da composição em ácidos gordos dos lípidos totais de flores de tomilho (g/100g de ácidos gordos, média ± desvio padrão, n=2)

| | <i>Semanas</i> | | | | | | | | | | |
|------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 14:0 | 0,1 | 0,6 ± 0,3 | 0,3 ± 0,3 | 0,5 ± 0,0 | 0,9 ± 0,0 | 1,2 ± 0,2 | 2,0 ± 0,4 | 1,6 ± 0,2 | 2,5 ± 1,5 | 0,3 ± 0,2 | 0,1 ± 0,1 |
| 15:0 | 0,2 | 0,2 ± 0,1 | 0,2 ± 0,1 | 0,2 ± 0,1 | 0,2 ± 0,3 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,2 ± 0,2 | 0,1 ± 0,0 |
| 16:0 | 19,4 | 19,7 ± 2,2 | 21,3 ± 0,6 | 26,1 ± 4,6 | 30,8 ± 0,2 | 29,1 ± 2,4 | 34,4 ± 0,7 | 34,0 ± 0,4 | 29,4 ± 3,5 | 11,0 ± 2,0 | 10,5 ± 0,9 |
| 18:2 (n-6) | 1,1 | 1,1 ± 1,5 | 2,3 ± 0,4 | 2,4 ± 0,3 | 3,7 ± 0,6 | 4,6 ± 0,8 | 4,5 ± 0,9 | 4,8 ± 0,0 | 4,4 ± 1,0 | 3,9 ± 0,4 | 5,1 ± 0,6 |
| 18:3 (n-3) | 74,0 | 73,9 ± 1,7 | 73,0 ± 1,6 | 63,6 ± 4,9 | 56,3 ± 0,3 | 56,5 ± 1,6 | 50,5 ± 0,4 | 55,5 ± 0,6 | 58,4 ± 0,2 | 75,7 ± 1,7 | 73,8 ± 1,1 |
| 18:1 (n-9) | 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 4,8 ± 0,9 | 6,9 ± 0,5 |
| 18:0 | 2,2 | 2,1 ± 0,1 | 1,3 ± 0,3 | 3,9 ± 0,2 | 4,5 ± 0,5 | 3,5 ± 0,1 | 1,5 ± 1,5 | 0,2 ± 0,3 | 2,4 ± 2,7 | 2,8 ± 0,0 | 2,8 ± 0,1 |
| 20:0 | 1,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,9 ± 0,3 | 0,8 ± 0,4 | 0,5 ± 0,8 | 2,0 ± 1,1 | 0,4 ± 0,5 | 0,0 ± 0,0 | 0,4 ± 0,4 | 0,2 ± 0,1 |
| 22:0 | 0,0 | 0,9 ± 0,8 | 0,0 ± 0,0 | 0,5 ± 0,7 | 0,0 ± 0,0 | 1,1 ± 1,6 | 1,1 ± 1,5 | 0,0 ± 0,0 | 0,7 ± 1,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| Desc. | 1,8 | 1,5 ± 0,0 | 1,8 ± 0,0 | 1,9 ± 0,2 | 2,8 ± 0,4 | 3,3 ± 0,4 | 4,2 ± 0,6 | 3,5 ± 0,2 | 2,1 ± 2,5 | 0,9 ± 0,1 | 0,5 ± 0,1 |
| Saturados | 23,1 | 23,5 ± 3,2 | 23,0 ± 1,3 | 32,1 ± 4,9 | 37,2 ± 0,4 | 35,6 ± 1,9 | 40,8 ± 0,7 | 36,1 ± 0,4 | 35,0 ± 1,3 | 14,6 ± 2,8 | 13,8 ± 1,0 |
| Monoins. | 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 4,8 ± 0,9 | 6,9 ± 0,5 |
| PUFA | 75,1 | 74,9 ± 3,2 | 75,2 ± 1,2 | 66,0 ± 5,2 | 60,0 ± 0,8 | 61,1 ± 2,3 | 55,0 ± 1,3 | 60,4 ± 0,6 | 62,8 ± 1,2 | 79,6 ± 2,1 | 78,9 ± 0,6 |
| Ómega-3 | 74,0 | 73,9 ± 1,7 | 73,0 ± 1,6 | 63,6 ± 4,9 | 56,3 ± 0,3 | 56,5 ± 1,6 | 50,5 ± 0,4 | 55,5 ± 0,6 | 58,4 ± 0,2 | 75,7 ± 1,7 | 73,8 ± 1,1 |
| Ómega-6 | 1,1 | 1,1 ± 1,5 | 2,3 ± 0,4 | 2,4 ± 0,3 | 3,7 ± 0,6 | 4,6 ± 0,8 | 4,5 ± 0,9 | 4,8 ± 0,0 | 4,4 ± 1,0 | 3,9 ± 0,4 | 5,1 ± 0,6 |

Tabela 5- Variação semanal da composição em ácidos gordos dos lípidos totais de folhas de rosmaninho (g/100g de ácidos gordos, média ± desvio padrão, n=2)

| | <i>Semanas</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 14:0 | 1,2 ± 0,2 | 0,7 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 | 0,4 ± 0,1 | 0,2 ± 0,0 | 0,3 ± 0,1 | 0,8 ± 0,3 | 0,4 ± 0,3 | 0,9 ± 0,0 | 0,5 ± 0,6 | 0,6 ± 0,1 | 0,9 ± 0,4 | 1,8 ± 0,2 | 0,1 ± 0,1 | 1,3 ± 1,3 | 0,4 ± 0,1 |
| 15:0 | 0,5 ± 0,1 | 0,4 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 | 0,3 ± 0,1 | 0,2 ± 0,0 | 0,2 ± 0,0 | 0,4 ± 0,0 | 0,3 ± 0,1 | 0,4 ± 0,1 | 0,2 ± 0,1 | 0,4 ± 0,1 | 0,2 ± 0,3 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,2 | 0,0 ± 0,0 | 0,3 ± 0,4 |
| 16:0 | 31,5 ± 0,4 | 25,6 ± 0,4 | 20,8 ± 3,1 | 20,2 ± 4,6 | 16,8 ± 0,0 | 18,4 ± 0,5 | 25,2 ± 1,8 | 18,0 ± 0,8 | 27,0 ± 0,7 | 21,2 ± 7,0 | 25,3 ± 1,6 | 26,9 ± 0,3 | 29,5 ± 0,4 | 27,2 ± 2,3 | 29,9 ± 1,4 | 34,6 ± 3,4 |
| 17:0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,0 | 0,1 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,3 ± 0,1 | 0,1 ± 0,1 |
| 18:2 (n-6) | 1,7 ± 0,3 | 1,8 ± 0,1 | 0,5 ± 0,6 | 0,1 ± 0,2 | 1,7 ± 0,2 | 1,6 ± 0,0 | 2,0 ± 0,6 | 1,2 ± 0,5 | 2,6 ± 0,6 | 1,4 ± 0,2 | 2,3 ± 0,3 | 1,2 ± 1,7 | 0,5 ± 0,7 | 1,1 ± 0,3 | 1,6 ± 0,4 | 1,6 ± 0,4 |
| 18:3 (n-3) | 62,8 ± 1,8 | 67,1 ± 1,2 | 75,1 ± 5,7 | 74,8 ± 4,6 | 76,8 ± 0,2 | 74,8 ± 0,0 | 64,8 ± 3,7 | 75,9 ± 1,6 | 62,8 ± 0,1 | 73,3 ± 6,0 | 63,9 ± 0,8 | 64,8 ± 1,0 | 61,0 ± 2,4 | 63,6 ± 2,6 | 57,7 ± 4,7 | 54,6 ± 2,5 |
| 18:1 (n-9) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,5 ± 0,8 | 0,9 ± 0,0 |
| 18:0 | 2,3 ± 2,4 | 3,5 ± 0,1 | 1,7 ± 2,4 | 3,3 ± 0,5 | 2,9 ± 0,1 | 2,8 ± 0,4 | 3,7 ± 0,2 | 3,3 ± 0,2 | 4,6 ± 0,2 | 1,7 ± 2,2 | 4,4 ± 0,2 | 3,9 ± 0,9 | 3,5 ± 3,2 | 3,6 ± 0,8 | 3,9 ± 0,2 | 4,0 ± 0,8 |
| 20:0 | 0,0 ± 0,0 | 0,2 ± 0,3 | 0,9 ± 0,5 | 0,3 ± 0,5 | 0,6 ± 0,1 | 0,5 ± 0,4 | 1,1 ± 0,5 | 0,3 ± 0,1 | 0,2 ± 0,2 | 0,2 ± 0,3 | 0,7 ± 0,6 | 0,8 ± 0,7 | 0,0 ± 0,0 | 1,8 ± 0,8 | 1,2 ± 1,3 | 0,7 ± 1,0 |
| 22:0 | 0,0 ± 0,0 | 0,6 ± 0,9 | 0,4 ± 0,2 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,2 ± 0,3 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,3 ± 0,4 | 0,0 ± 0,0 | 0,7 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| Desc. | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,5 ± 0,8 | 0,8 ± 0,0 | 1,3 ± 0,2 | 2,0 ± 0,3 | 0,5 ± 0,8 | 1,2 ± 0,2 | 1,5 ± 1,0 | 1,5 ± 0,4 | 1,3 ± 1,9 | 3,7 ± 0,8 | 2,4 ± 0,9 | 3,5 ± 1,1 | 2,8 ± 0,2 |
| Saturados | 35,5 ± 2,1 | 31,1 ± 1,1 | 24,4 ± 6,3 | 24,5 ± 5,6 | 20,7 ± 0,1 | 22,3 ± 0,3 | 31,2 ± 2,8 | 22,3 ± 1,3 | 33,3 ± 0,7 | 23,8 ± 5,2 | 32,3 ± 0,9 | 32,7 ± 1,3 | 34,9 ± 2,6 | 32,9 ± 2,0 | 36,6 ± 3,9 | 40,1 ± 2,7 |
| Monoins. | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,5 ± 0,7 | 0,9 ± 0,0 |
| PUFA | 64,5 ± 2,1 | 68,9 ± 1,1 | 75,6 ± 6,3 | 75,0 ± 4,8 | 78,5 ± 0,1 | 76,4 ± 0,1 | 66,8 ± 3,1 | 77,1 ± 2,1 | 65,4 ± 0,5 | 74,7 ± 6,1 | 66,3 ± 0,5 | 66,0 ± 0,6 | 61,5 ± 1,8 | 64,7 ± 2,9 | 59,3 ± 4,3 | 56,2 ± 2,9 |
| Ómega-3 | 62,8 ± 1,8 | 67,1 ± 1,2 | 75,1 ± 5,7 | 74,8 ± 4,6 | 76,8 ± 0,2 | 74,8 ± 0,0 | 64,8 ± 3,7 | 75,9 ± 1,6 | 62,8 ± 0,1 | 73,3 ± 6,0 | 63,9 ± 0,8 | 64,8 ± 1,0 | 61,0 ± 2,4 | 63,6 ± 2,6 | 57,7 ± 4,7 | 54,6 ± 2,5 |
| Ómega-6 | 1,7 ± 0,3 | 1,8 ± 0,1 | 0,5 ± 0,6 | 0,1 ± 0,2 | 1,7 ± 0,2 | 1,6 ± 0,0 | 2,0 ± 0,6 | 1,2 ± 0,5 | 2,6 ± 0,6 | 1,4 ± 0,2 | 2,3 ± 0,3 | 1,2 ± 1,7 | 0,5 ± 0,7 | 1,1 ± 0,3 | 1,6 ± 0,4 | 1,6 ± 0,4 |

Tabela 6- Variação semanal da composição em ácidos gordos dos lípidos totais de flores de rosmaninho (g/100g de ácidos gordos, média ± desvio padrão, n=2)

| | <i>Semanas</i> | | | | | | | | | | | |
|------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 14:0 | 0,4 ± 0,2 | 0,5 ± 0,0 | 0,6 ± 0,2 | 0,5 ± 0,1 | 3,7 ± 0,2 | 0,7 ± 0,4 | 1,1 ± 0,8 | 0,1 ± 0,1 | 0,9 ± 0,5 | 0,1 ± 0,0 | 0,3 ± 0,0 | 0,1 ± 0,2 |
| 15:0 | 0,2 ± 0,1 | 0,2 ± 0,1 | 0,4 ± 0,1 | 0,3 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,4 ± 0,3 | 0,5 ± 0,2 | 0,3 ± 0,0 | 0,6 ± 0,3 | 0,3 ± 0,0 | 0,2 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 |
| 16:0 | 17,9 ± 0,8 | 18,9 ± 0,7 | 24,1 ± 2,6 | 23,2 ± 4,0 | 28,0 ± 5,4 | 23,8 ± 4,7 | 28,1 ± 1,6 | 23,8 ± 0,5 | 30,6 ± 5,2 | 16,4 ± 0,8 | 13,8 ± 3,1 | 9,9 ± 1,0 |
| 17:0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 18:2 (n-6) | 2,8 ± 0,3 | 2,7 ± 0,2 | 5,5 ± 0,2 | 4,2 ± 1,7 | 4,1 ± 1,1 | 3,5 ± 1,0 | 5,2 ± 0,2 | 3,3 ± 0,1 | 5,8 ± 0,1 | 4,7 ± 0,6 | 3,1 ± 0,6 | 2,8 ± 0,7 |
| 18:3 (n-3) | 75,0 ± 0,0 | 73,9 ± 0,5 | 63,7 ± 0,2 | 65,6 ± 6,5 | 53,6 ± 0,2 | 64,1 ± 7,4 | 54,3 ± 1,9 | 63,9 ± 1,7 | 49,1 ± 9,7 | 71,5 ± 2,8 | 75,4 ± 2,1 | 79,4 ± 1,9 |
| 18:1 (n-9) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,6 ± 0,6 | 1,0 ± 1,0 | 4,8 ± 2,0 | 0,3 ± 0,3 | 1,5 ± 1,5 | 2,7 ± 0,2 |
| 18:0 | 2,3 ± 0,4 | 2,5 ± 0,1 | 3,9 ± 0,0 | 4,9 ± 1,4 | 3,6 ± 0,5 | 5,1 ± 0,5 | 6,6 ± 0,4 | 4,9 ± 0,2 | 6,1 ± 1,1 | 4,5 ± 0,2 | 3,8 ± 1,1 | 3,7 ± 0,3 |
| 20:2 (n-6) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| 20:1 (n-9) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,2 ± 0,3 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,2 ± 0,2 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 |
| 20:0 | 0,4 ± 0,5 | 0,3 ± 0,2 | 0,2 ± 0,3 | 0,7 ± 0,5 | 0,0 ± 0,0 | 0,7 ± 0,1 | 0,6 ± 0,4 | 1,3 ± 0,1 | 0,8 ± 0,2 | 1,2 ± 0,8 | 0,6 ± 0,4 | 0,6 ± 0,2 |
| 22:0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 2,1 ± 2,9 | 0,2 ± 0,3 | 1,0 ± 1,4 | 0,3 ± 0,4 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,2 | 0,4 ± 0,6 | 0,0 ± 0,0 |
| Desc. | 1,1 ± 0,2 | 1,2 ± 0,2 | 0,6 ± 0,8 | 0,4 ± 0,6 | 4,9 ± 1,5 | 1,5 ± 0,9 | 1,9 ± 0,5 | 1,2 ± 0,2 | 1,1 ± 0,3 | 0,8 ± 0,1 | 0,9 ± 0,3 | 0,6 ± 0,1 |
| Saturados | 21,2 ± 0,1 | 22,3 ± 0,4 | 29,4 ± 1,4 | 29,5 ± 3,6 | 37,4 ± 2,0 | 30,9 ± 3,9 | 38,0 ± 0,5 | 30,6 ± 0,3 | 39,0 ± 4,8 | 22,7 ± 1,2 | 19,1 ± 2,7 | 14,4 ± 1,2 |
| Monoins. | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,1 ± 0,1 | 0,2 ± 0,3 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,6 ± 0,9 | 1,0 ± 1,4 | 4,9 ± 3,1 | 0,3 ± 0,4 | 1,5 ± 2,1 | 2,8 ± 0,4 |
| PUFA | 77,7 ± 0,3 | 76,6 ± 0,7 | 70,0 ± 1,1 | 69,9 ± 4,8 | 57,6 ± 1,3 | 67,7 ± 6,4 | 59,5 ± 2,0 | 67,2 ± 1,7 | 54,9 ± 9,6 | 76,1 ± 2,2 | 78,5 ± 1,5 | 82,2 ± 1,2 |
| Ómega-3 | 75,0 ± 0,0 | 73,9 ± 0,5 | 64,4 ± 0,9 | 65,6 ± 6,5 | 53,6 ± 0,2 | 64,1 ± 7,4 | 54,3 ± 1,9 | 63,9 ± 1,7 | 49,1 ± 9,7 | 71,5 ± 2,8 | 75,4 ± 2,1 | 79,4 ± 1,9 |
| Ómega-6 | 2,8 ± 0,3 | 2,7 ± 0,2 | 5,5 ± 0,2 | 4,2 ± 1,7 | 4,1 ± 1,1 | 3,5 ± 1,0 | 5,2 ± 0,2 | 3,3 ± 0,1 | 5,8 ± 0,1 | 4,7 ± 0,6 | 3,1 ± 0,7 | 2,8 ± 0,7 |

ANEXO IV

Tabela 1 - Comprimento (Comp., mm), número de larvas de dourada que apresentam bexiga gasosa (Bex., %) e sua sobrevivência (%) durante os ensaios de alimentação com rotíferos enriquecidos com o óleo de anchovagem (completo e fraccionado) e com uma fórmula comercial (Protein Selco) (média \pm desvio padrão, n=3 tanques)

| Dia | Óleo 1 | | Fracção 1 | | Fracção OS ω 3 | | Protein Selco | | |
|-----------|---------------|-------------------|---------------|-----------------|-----------------------|-----------------|---------------|-----------------|--|
| | Comp. (mm) | Bex (%) | Comp. (mm) | Bex (%) | Comp. (mm) | Bex (%) | Comp. (mm) | Bex (%) | |
| 0 | 2,7 \pm 0,4 | 0,0 \pm 0,0 | 2,7 \pm 0,4 | 0,0 \pm 0,0 | 2,7 \pm 0,4 | 0,0 \pm 0,0 | 2,7 \pm 0,4 | 0,0 \pm 0,0 | |
| 4 | 3,7 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 3,7 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 3,7 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | 3,7 \pm 0,1 | 0,0 \pm 0,0 | |
| 11 | 3,9 \pm 0,1 | 30,0 \pm 0,0 | 3,9 \pm 0,1 | 23,3 \pm 11,6 | 3,9 \pm 0,0 | 41,7 \pm 10,4 | 4,1 \pm 0,2 | 48,3 \pm 5,8 | |
| 15 | 4,3 \pm 0,4 | 45,0 \pm 8,7 | 4,2 \pm 0,0 | 31,7 \pm 15,3 | 4,4 \pm 0,4 | 55,0 \pm 10,0 | 4,7 \pm 0,2 | 78,3 \pm 16,1 | |
| 18 | 5,1 \pm 0,1 | 51,7 \pm 14,4 | 5,1 \pm 0,2 | 43,3 \pm 20,8 | 5,1 \pm 0,2 | 58,3 \pm 7,6 | 5,3 \pm 0,1 | 71,7 \pm 25,2 | |
| 21 | 5,5 \pm 0,1 | 60,0 \pm 8,7 | 5,6 \pm 0,1 | 51,7 \pm 22,6 | 5,4 \pm 0,3 | 56,7 \pm 16,1 | 5,6 \pm 0,1 | 70,0 \pm 31,2 | |
| 1ª Ensaio | | Sobrevivência (%) | | | | | | | |
| | | 6,5 \pm 3,5 | | 5,7 \pm 4,4 | | 8,8 \pm 5,9 | | 10,0 \pm 6,8 | |
| Dia | | | | | | | | | |
| 0 | 2,6 \pm 0,3 | 0,0 \pm 0,0 | 2,6 \pm 0,3 | 0,0 \pm 0,0 | 2,6 \pm 0,3 | 0,0 \pm 0,0 | 2,6 \pm 0,3 | 0,0 \pm 0,0 | |
| 4 | 3,7 \pm 0,3 | 0,0 \pm 0,0 | 3,7 \pm 0,3 | 0,0 \pm 0,0 | 3,7 \pm 0,3 | 0,0 \pm 0,0 | 3,7 \pm 0,3 | 0,0 \pm 0,0 | |
| 8 | 3,5 \pm 0,0 | 40,0 \pm 17,3 | 3,5 \pm 0,1 | 41,7 \pm 24,7 | 3,6 \pm 0,1 | 15,0 \pm 13,2 | 3,5 \pm 0,0 | 38,3 \pm 30,6 | |
| 14 | 4,6 \pm 0,0 | 60,0 \pm 5,0 | 4,6 \pm 0,2 | 78,3 \pm 2,9 | 4,6 \pm 0,1 | 73,3 \pm 11,6 | 4,6 \pm 0,0 | 80,0 \pm 0,0 | |
| 23 | 5,7 \pm 0,1 | 90,0 \pm 5,0 | 5,8 \pm 0,1 | 85,0 \pm 13,2 | 6,1 \pm 0,1 | 88,3 \pm 7,6 | 6,0 \pm 0,1 | 98,3 \pm 2,9 | |
| 2ª Ensaio | | Sobrevivência (%) | | | | | | | |
| | | 2,7 \pm 0,6 | | 10,3 \pm 1,1 | | 4,3 \pm 1,2 | | 3,8 \pm 2,9 | |

