

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

EFEITO DA SAZONALIDADE SOBRE O
VALOR QUÍMICO DE PEIXES MARINHOS
DO LITORAL CATARINENSE: SARDINHA (*Sardinella
brasilienses*), ATUM (*Katsuwonus pelanis*), CORVINA
(*Micropogonias furnieri*) E PESCADA (*Cynoscion steindacheri*)

Dissertação apresentada ao programa
de Pós-Graduação em Ciência dos
Alimentos da Universidade Federal de
Santa Catarina, como requisito final
para obtenção do Título de Mestre em
Ciência dos Alimentos.

Orientadora: Dra. Evanilda Teixeira

SORAYA KOBARG OLIVEIRA

Florianópolis, 2003

Efeito da Sazonalidade Sobre o Valor Químico de Peixes
Marinhos do Litoral Catarinense: Sardinha (*Sardinella brasilienses*),
Atum (*Katsuwonus pelamis*), Corvina (*Micropogonias furnieri*) e
Pescada (*Cynoscion steindacheri*)

Por

Soraya Kobarg Oliveira

Dissertação aprovada como requisito final para a obtenção do título de Mestre em
Ciências no Curso de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, pela Comissão
formada por:

Presidente:

Prof. Dra. Evanilda Teixeira

Membro:

Prof. Dra. Vera Tramonte

Membro:

Prof. Dra. Jane Mara Block

Membro:

Prof. Dr. Marcelo Maraschim

Coordenador:

Prof. Dr. Ernani Sebastião Sant'Anna

Florianópolis, 18 de dezembro de 2003

Aos meus pais que sempre me apoiaram e estiveram presentes quando precisei.

Agradecimentos

ü À Deus, “Louvemos à Deus sobre todas as coisas...”, por ter me dado a vida, muito obrigada!

ü À UFSC, em especial ao Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

ü À Prof Dra Evanilda Teixeira pela orientação e dedicação.

ü À UNIVALi, em especial ao Departamento de Nutrição e coordenadora do curso Márcia Reis Felipe.

ü À capes, pela ajuda financeira.

ü Aos professores: Luis Henrique Beirão, Jane Mara Block, Vera Tramonte e Marcelo Maraschim.

ü Em geral à todos os professores e funcionários do Departamento, especialmente Luciano, Patrícia, Sérgio, Carlão e Bento.

ü À minha avó Maurina. Aos avós Rosalina e Adolfo que me fazem sentir muita saudade.

ü À todos meus familiares; tios, primos, afilhados, meus agradecimentos.

ü À minha grande amiga e “anjo” Carol.

ü Às minhas amigas e “irmãs adotivas” Vânia Passero, Roberta da Luz, Priscila Possik, Rudinéia Deon, Denise Lemos Luz e sua “picurrucha” Ana Luíza.

ü À tantas outras amigas e amigos :Gí, Dani, Juli, Tati, Dan, Noel, em especial à todos do “bananal”.

ü Aos meus pais, que tanto amo, meu enorme reconhecimento.

ü Ao meu grande amor e amigo Sandro por acreditar em mim.

RESUMO

Oliveira, Soraya k. Composição química, de ácidos graxos e valor calórico de quatro espécies de peixes marinhos: sardinha (*Sardinella brasilienses*), atum (*Katsuwonus pelanis*), corvina (*Micropogonias furnieri*) e pescada (*Cynoscion steindacheri*); provenientes do litoral de Santa Catarina, ao longo dos diferentes períodos sazonais. **Dissertação (mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, UFSC, Florianópolis.**

Palavras chaves: peixes marinhos, filés, composição química, ácidos graxos polinsaturados, ômega três (ω -3), ômega seis (ω -6), variação sazonal.

Foi estudada a influência da variação sazonal na composição química e valor calórico de 4 espécies de peixes comumente capturadas no litoral de Santa Catarina: atum (*Katsuwonus pelanis*), corvina (*Micropogonias furnieri*), pescada (*Cynoscion steindacheri*) e sardinha (*Sardinella brasilienses*). As amostras foram constituídas de 2 Kg de filés sem a pele por espécie em cada estação do ano, provenientes da mesma área de captura. Foi comprovada uma variação nos teores de nutrientes das espécies durante os diferentes períodos sazonais. Do ponto de vista nutricional, alimentos provenientes de pescados, são relatados na literatura por possuir propriedades nutracêuticas, contribuindo para a redução de doenças cardiovasculares, auto-imunes, tipos de câncer dentre outras. O efeito benéfico à saúde pode ser representado pela boa quantidade de ferro, onde a sardinha apresentou o maior número de 2,60 mg/100g para o verão, bem como a corvina ofereceu o menor valor com 0,38 mg/100g no período da primavera. Em geral ao longo do ano, a atum foi o peixe mais rico em ferro seguido da sardinha, corvina e pescada. O valor mais elevado de cálcio foi encontrado para a sardinha (164 mg/100g) no outono e foi o atum no inverno que apresentou o menor valor (0,38 mg/100g). Quanto ao conteúdo de sódio, 460 mg/100g para a sardinha no inverno. Em nenhuma amostra analisada foi encontrada a presença de carboidratos e fibra bruta, obedecendo a literatura. Quanto à umidade a maior percentagem foi para filés de pescada capturados na primavera.; valor maior de cinzas foi achado para a sardinha do inverno. Foi o atum do inverno, o peixe que ofereceu maior teor de proteínas (25,90 mg/g) e a mesma espécie no outono apresentou o maior conteúdo de lipídios (6,19). Em relação aos ácidos graxos, foi observada uma variação entre C 12:0 a C 22:6 em todas as espécies, porém os mais representativos foram o C16:0, C 16:1, C18:0, C 18:1, C 20:4, C 20:5, C 22:5 e C 22:6. Para cada espécie estudada foram detectadas variações nas porcentagens dos ácidos graxos nos distintos períodos sazonais, entretanto não foi observada uma constância da variação. Nas quatro espécies foi encontrada a presença de EPA e DHA. O peixe atum no inverno apresentou os melhores teores de EPA e DHA seguido da sardinha na primavera.

ABSTRACT

Oliveira, Soraya K. Chemical composition of fatty acids and caloric value of four marine fish species: *Sardinella brasilienses*, *Katsuwonus pelanis*, *Micropogonias furnieri* and *Cynoscion steindacheri* from Santa Catarina coast caught in different seasons of year. **Dissertação (mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, UFSC, Florianópolis.**

Key words: marine fishes, fillets, chemical composition, polyunsaturated fatty acids, n-3 fatty acid, n-6 fatty acid, seasonal variation.

It was studied the seasonal variation influence in the chemical composition and calorie value of four marine fish species usually caught in Santa Catarina coast, as: *Katsuwonus pelanis*, *Micropogonias furnieri*, *Cynoscion steindacheri* and *Sardinella brasilienses*. The fish samples of each specie weighing 2Kg of fillets, without the skin, were caught in each season of the year coming from the same fishing area. It was proved a nutritional grade variation of the fish species during the different seasonal periods. Concerning the nutritional point of view, derived fish foods, by products have nutraceutical attributes that help in the cardiovascular diseases reduction, self-immunity, some kinds of cancer and other diseases as reported by the literature. The beneficial effects to the health can be represented by the good iron quantity found in the fish species, and the *Sardinella brasilienses* presented the highest number of 2.60 mg/100g during the summer time, as the *Micropogonias furnieri* presented the lowest value of 0.38 mg/100g during the spring time. Generally, during the year the *Katsuwonus pelanis* presented the highest iron content followed by the *Sardinella brasilienses*, *Micropogonias furnieri* and *Cynoscion steindacheri*. The *Sardinella brasilienses* had the highest calcium content (164 mg/100g) in the autumn and the *Katsuwonus pelanis* presented the lowest value (0.38mg/100g) in the winter. About the sodium content, the *Sardinella brasilienses* presented 460 mg/100g in the winter. In none of the analyzed samples were detected carbohydrate and crude fibre as confirmed by the literature reported. Concerning the moisture content the *Cynoscion steindacheri* caught in spring presented the highest percentage and the *Sardinella brasilienses* had the highest ash value in the winter. The *Katsuwonus pelanis*, caught in the winter showed the greatest protein contents (25.90 g/100g) and the same fish specie presented the highest lipids contents (6.19 g/100g). About fatty acids, it was observed a variation between C12:0 and C22:6 in all the studied marine fish species, the most representative were C16:0, C16:1, C18:0, C18:1, C20:4, C20:5 and C22:6. For each kind of studied fish specie was detected a percentage variation of fatty acids in the different seasonal periods, however it was not observed a standard constancy. EPA and DHA presence was found in the four studied fishes. The *Katsuwonus pelanis* presented the best EPA and DHA values during the winter followed by the *Sardinella brasilienses* in the spring.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUÇÃO.....	01
Capítulo 1- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	03
1.1 O Setor pesqueiro e sua importância para o estado catarinense.....	03
1.2 Valor nutricional do pescado.....	04
1.3 Óleos e gorduras.....	06
1.3.1 Ácidos graxos.....	07
1.3.2 Ácidos graxos essenciais.....	08
1.3.3 Ácidos graxos ω -3 e ω -6.....	09
1.4 Efeitos medicinais e nutricionais dos Pufas.....	13
1.5 Alimentos enriquecidos com ω -3.....	18
1.6 Ingestão diária recomendada (IDR) de lipídios.....	20
1.7 Referências.....	23
Capítulo 2 - EFEITOS NUTRICIONAIS E MEDICINAIS DE ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS ÔMEGA TRÊS (ω -3) E ÔMEGA SEIS (ω -6) PROVENIENTES DE PEIXES E DERIVADOS.....	29
Resumo.....	29
1 Introdução.....	30
1.1 O setor pesqueiro e sua importância para o Estado Catarinense.....	30
1.2 Valor nutricional dos pescados.....	31
1.3 Ácidos graxos essenciais.....	33
1.4 Metabolismo dos ácidos graxos ω -3 e ω -6.....	33
1.5 Efeitos medicinais e nutricionais dos Pufas.....	37
1.6 Necessidade dos ácidos graxos na dieta.....	42

1.7 Referências.....	46
Capítulo 3 – EFEITO DA SAZONALIDADE SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SARDINHA (<i>Sardinella brasilienses</i>), ATUM (<i>Katsuwonus pelanis</i>), CORVINA (<i>Micropogonias furnieri</i>) E PESCADA (<i>Cynoscion steidacheri</i>) CAPTURADOS NO LITORAL DE SANTA CATARINA, BRASIL.....	
Resumo.....	51
1. Introdução.....	53
2. Material e métodos.....	57
2.1 Matéria-prima.....	57
2.2 Amostragem.....	57
2.3 Preparação da amostra.....	58
2.4 Determinação da composição química e valor calórico.....	58
2.5 Determinação dos ácidos graxos.....	59
2.6 Análise estatística.....	60
3. Resultados e Discussão.....	61
4. Conclusões.....	91
5. Referências.....	94

LISTA DE TABELAS

Revisão bibliográfica

Tabela 1 Relação entre os diferentes ácidos graxos da dieta e o efeito sobre os níveis de colesterol sanguíneo.....	17
Tabela 2 Composição de ácidos graxos polinsaturados em peixes selvagens e de cultivo.....	21
Tabela 3 Conteúdo de ácidos graxos ω -3 em diferentes espécies marinhas.....	21

Capítulo 2

Tabela 1 Relação entre os diferentes ácidos graxos da dieta e o efeito sobre os níveis de colesterol sanguíneo.....	44
---	----

Capítulo 3

Tabela 1 Composição química e valor calórico de filés de sardinha (<i>Sardinella brasilienses</i>), atum (<i>Katsuwonus pelamis</i>), corvina (<i>micropogonias furnieri</i>) e pescada (<i>cynoscion steidacheri</i>) capturados no litoral catarinense, 2002	62
Tabela 2 Porcentagem de ácidos graxos em filés de de sardinha (<i>Sardinella brasilienses</i>), atum (<i>Katsuwonus pelamis</i>), corvina (<i>micropogonias furnieri</i>) e pescada (<i>cynoscion steidacheri</i>) capturados na costa catrinense nos diferentes períodos sazonais.....	78
Tabela 3 Coeficiente de correlação entre os parâmetros físico-químicos de atum, corvina, pescada e sardinha, capturados no período do verão.....	83
Tabela 4 Coeficiente de correlação entre os parâmetros físico-químicos de atum, corvina, pescada e sardinha, capturados no período do outono.....	85
Tabela 5 Coeficiente de correlação entre os parâmetros físico-químicos de atum, corvina, pescada e sardinha, capturados no período do inverno.....	87
Tabela 6 Coeficiente de correlação entre os parâmetros físico-químicos de atum, corvina, pescada e sardinha, capturados no período da primavera.....	90

LISTA DE FIGURAS

Revisão bibliográfica

Figura 1 Estrutura química dos ácidos graxos polinsaturados EPA eDHA.....	09
Figura 2 Biossíntese de ácidos graxos ω -3 e formação de eicosanóides.....	10
Figura 3 Representação do metabolismo dos ácidos graxos.....	13

Capítulo 2

Figura 1 Biossíntese de ácidos graxos ω -3 e formação de eicosanóides.....	34
Figura 2 Conversão de ácidos graxos ω -6 e ω -3 para ácidos graxos de cadeia longa.....	36

Capítulo 3

Figura 1 Derivatização dos ácidos graxos.....	59
Figura 2 Efeito da sazonalidade sobre o conteúdo de umidade.....	63
Figura 3 Efeito da sazonalidade sobre o conteúdo de proteínas	64
Figura 4 Efeito da sazonalidade sobre o conteúdo de lipídios.....	66
Figura 5 Efeito da sazonalidade sobre o conteúdo de cinzas.....	68
Figura 6 Efeito da sazonalidade sobre o conteúdo de Kcal.....	69
Figura 7 Efeito da sazonalidade sobre o conteúdo de sódio.....	71
Figura 8 Efeito da sazonalidade sobre o conteúdo de cálcio.....	72
Figura 9 Efeito da sazonalidade sobre o conteúdo de colesterol.....	74
Figura 10 Efeito da sazonalidade sobre o conteúdo de ferro.....	75
Figura 11 Plano fatorial ACP dos parâmetros físico-químicos de quatro espécies de peixe no verão e respectivas correlações.....	82
Figura 12 Plano fatorial ACP dos parâmetros físico-químicos de quatro espécies de peixe no outono e respectivas correlações.....	84

Figura 13 Plano fatorial ACP dos parâmetros físico-químicos de quatro espécies de peixe no inverno e respectivas correlações..... 86

Figura 14 Plano fatorial ACP dos parâmetros físico-químicos de quatro espécies de peixe na primavera e respectivas correlações..... 88

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem havido por parte da população uma maior conscientização e atitudes em buscar, através dos alimentos, melhor qualidade de vida e longevidade.

Com uma alimentação adequada já é possível prevenir e/ou tratar vários tipos de doenças, aumentando desta forma a expectativa média de vida dos indivíduos. O alimento não assume apenas um papel na manutenção da saúde, podendo apresentar também, a função de curar. Assim, os alimentos denominados de funcionais ou nutracêuticos são capazes de proporcionar benefícios à saúde, especialmente na prevenção e/ou tratamento de doenças.

Os alimentos à base de peixes são conhecidos por apresentarem características próprias, com sabor diferenciado, fácil digestão e importante ação fisiológica relacionada aos ácidos graxos essenciais ω -3 e ω -6 (FAO/WHO, 1992; PLAHAR, NERQUAYE-TETTEH, ANNAN, 1999; MASYOSHI e EVERALDO, 1999; NJINKOUÉ, 2001; TEPASKE, 2001).

Além de conter quantidade significativa de proteínas, minerais e vitaminas antioxidantes, peixes são excelentes fontes de *ácidos graxos essenciais polinsaturados* (PUFAs), ômega (ω) três (3) e seis (6). Estes componentes são conhecidos por seu poder hipocolesterolêmico, antiinflamatório e neuroregulatório, portanto, com capacidade de prevenir doenças cardiovasculares, autoimunes, do

período neonatal, e outras. (MAES et al., 2000; SIMOPOULOS, 2002; NESTEL et al., 2002; CUNNIGHAM-RUNDLES et al., 2003).

Considerando a grande disponibilidade de peixes no estado de Santa Catarina e enfatizando a importância de seu consumo, este trabalho teve como objetivo, identificar e caracterizar os componentes nutricionais das espécies de peixes mais comumente capturadas na costa catarinense, durante os diferentes períodos sazonais, para que se possa dar início a um mapeamento das espécies existentes, bem como elaborar uma Tabela Nutricional Regional, uma vez que grande parte das tabelas existentes, não levam em consideração fatores como a sazonalidade ou locais de captura na determinação dos nutrientes.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 O Setor Pesqueiro e sua Importância para o Estado Catarinense

A produção pesqueira, juntamente com o comércio e indústria de derivados, são uma das principais atividades econômicas do estado de Santa Catarina. Os portos de Itajaí e Navegantes são responsáveis por cerca de 91 % da produção, abastecendo também, quase que integralmente, todo o Estado. Devido aos costumes e cultura tradicional da região, constata-se que mais da metade da população de Santa Catarina, consomem regularmente produtos à base de peixes. Tais dados destacam a importância de se ter, além de produtos com garantida qualidade, informações sobre seu conteúdo nutricional (BOLETIM ESTATÍSTICO DA PESCA INDUSTRIAL DE SANTA CATARINA, 2002).

O grupo de pesquisa do CTTMar (Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar) da Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI, (2002), através do boletim de pesca industrial de Santa Catarina, demonstram que além de um incremento de 56 % do total de capturas, dos 110.619 Kg de pesca desembarcada no ano de 2001, alguns peixes mais comumente capturados e consumidos na costa catarinense, tiveram seu lugar de destaque sendo: 72.590 Kg de atum (- 86 % menor que no ano 2000), 11.301.937 Kg de corvina (+ 9 % maior que no ano 2000), 3.307.111 Kg de pescada maria-mole (+132 % maior que no ano 2000) e 24.856 Kg foram oriundos da pesca da sardinha (+ 284 % maior do que no ano 2000).

1.2 Valor Nutricional do Pescado

A carne de pescado, rica em *proteínas* de elevado valor biológico apresenta um balanceamento em aminoácidos essenciais, comparáveis à proteína padrão da FAO (1972). Possui alto teor de lisina, um aminoácido limitante em cereais como arroz, milho e farinha de trigo (GORGA, 1990; MASYOSHI e EVERALDO, 1999).

Pescados e derivados também contêm *minerais* fisiologicamente importantes como: Mg, Mn, Zn, Cu, Na, K, Ca, P, Cl, S, Fe, com conteúdos relativamente elevados dependendo da espécie de peixes, moluscos ou crustáceos. Outros elementos como I, Zn e Se também estão presentes em níveis variados (HUSS, 1992; NJINKOUÉ et al., 2001).

Macronutrientes como Na, K, Ca e Cl, estão presentes na carne de pescados na forma inorgânica, ao contrário do que se verifica com os elementos P, S, I, Fe e Cu que na sua maioria estão no estado orgânico, ligados às proteínas, açúcares e outros compostos. Alguns minerais variam sua localização, o Ca, por exemplo, está mais presente no sangue do que no músculo, contido especialmente no líquido extracelular (HUSS, 1992; MOTOHIRO et al., 1992; FERRIER et al., 2002; WATKINS et al., 2003).

O Fe e o Cu desempenham papel de destaque por serem componentes de pigmentos protéicos respiratórios, a exemplo da hemoglobina, mioglobina, hemocianina, etc. Os peixes de carne vermelha e escura (atum, sardinha, bonito,

cavalinha e outros), contêm mais Fe e Cu do que os de carne branca. Comparado com a carne bovina, os peixes apresentam conteúdos mais elevados destes nutrientes (HUSS, 1992).

Os pescados também são excelentes fontes de *vitaminas* do complexo B, destacando-se como majoritárias, as lipossolúveis A e D (NETTLETON, 1985).

Segundo Burt (1988), os componentes mais expressivos em peixes marinhos são minerais e lipídios, e sofrem mais influências com relação a espécie, qualidade da água ambiente e alimentação, do que pela idade e sexo.

Em geral, a composição nutricional de pescados pode variar conforme a espécie, idade, sexo e especialmente por fatores externos de sobrevivência como: condições e tipo de alimentação; características do habitat natural, temperatura e grau de poluição da água; microorganismos presentes e alterações pós-morte, dos recursos pesqueiros desde da captura até sua comercialização (PIGGOT e TUCKER, 1990; BELL e SARGENT, 2002; ROBIN e VINCENT, 2003).

As algas marinhas, principal fonte de alimentos de espécies marinhas são fornecedoras de minerais, particularmente o iodo (OKADA et al., 1972). A dieta japonesa, rica em algas marinhas, parece ser a principal responsável pela ausência de bócio (hipertrofia da glândula tireóide) nesta população. Além disso, as algas contêm polissacarídeos de alto peso molecular que podem prevenir doenças do aparelho digestório e circulatório (OKADA et al., 1972; PIGGOT e TUCKER, 1990; TANIKAWA, 1985; BELL e SARGENT, 2002; ROBIN e VINCENT, 2003).

Entretanto, diferentes trabalhos na literatura têm demonstrado que o maior benefício das algas marinhas sobre a qualidade da carne pescado está no aporte de grande quantidade de ácidos graxos essenciais polinsaturados, especialmente ácidos eicosapentaenóico - EPA e docosahexaenóico – DHA (TONON et al., 2003; ROBIN e VICENT, 2003). Bell e Sargent (2002), descrevem que o ácido araquidônico (20:4n-6), presente no fitoplâncton alimentar, é essencial para a formação do EPA e DHA nos pescados.

1.3 Lipídios

Há muito tempo, o papel dos óleos e gorduras na dieta e nutrição humana têm sido motivo de grandes estudos e investigações. Principalmente, no que se diz respeito à área da nutrição humana. (NELSON, citado em VIEIRA, 1991; DREWNOWSKI, et al., 1997).

Lipídios são macromoléculas de importância biológica que podem ser sintetizados no organismo, com exceção dos ácidos graxos essenciais e exercem as seguintes funções: energéticas, fornecendo 9 Kcal por grama quando metabolizados; estruturais, fazendo parte de membranas, organelas celulares e hormonais (GRUNDY, 1996).

Diferem entre si pelas suas estruturas químicas e propriedades físicas. São solúveis em solventes orgânicos como o éter e clorofórmio e, insolúveis em água (PIKE, 1984).

De acordo com Pike (1984) na alimentação, os óleos e gorduras são fundamentais para :

- ◆ fornecer a maior quantidade de calorias por grama;
- ◆ transportar as vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K);
- ◆ melhorar a palatabilidade dos alimentos;
- ◆ diminuir o volume da alimentação;
- ◆ aumentar o tempo de digestão;
- ◆ fornecer ácidos graxos essenciais.

A FAO (1994), para organizar e concluir as recomendações ideais, em relação aos teores de lipídios dietéticos levou em conta alguns aspectos como: composição da gordura e dos óleos comestíveis; valores energéticos; tipo de isomeria da estrutura; condições de digestibilidade; associações com doenças como obesidade, cardiovasculares, lipoprotéicas, câncer, imuno deficiências, hipertensão e outras complicações.

1.3.1 Ácidos graxos

Ácidos graxos são compostos alifáticos que possuem uma cadeia hidrocarbonada e um grupamento carboxila terminal. São componentes de óleos e gorduras e segundo o tipo e número de duplas ligações podem ser: saturados insaturados e polinsaturados (GOMEZ, citado em Vieira, 1991).

Os saturados são encontrados principalmente em gorduras animais, sendo o mais comum o esteárico e o palmítico (GRUNDY, 1996). Os insaturados são os que possuem uma ou mais, duplas ligações e conferem a molécula, dependendo do plano, condições de isomeria *cis* ou *trans*. Os ácidos graxos *trans* são encontrados em produtos industrializados e aumentam concentrações plasmáticas das lipoproteínas de baixa densidade (LDL colesterol), oferecendo riscos à saúde possibilitando a formação de placas de ateromas e conseqüentemente o surgimento de doenças cardiovasculares (GRUNDY, 1996; HARRIS, 1997; MCGILL, 1997).

Quando o ácido graxo contém apenas uma dupla ligação, é denominado de monoinsaturado; se possuir duas ou mais ligações duplas, de polinsaturado. Os ácidos graxos insaturados possuem ponto de fusão mais baixo do que os saturados de mesmo número de átomos de carbono (GRUNDY, 1996).

O fígado, é o órgão que capta e metaboliza os ácidos graxos circulantes no sangue e o músculo é capaz de utilizá-los para produzir energia, e/ou armazená-los como triglicerídios (GRUNDY, 1996).

1.3.2 Ácidos graxos essenciais

Os ácidos graxos essenciais polinsaturados têm que ser inseridos na alimentação pois os mamíferos não podem a partir de acetil-coenzima A (CoA), sintetizar estes nutrientes. O organismo humano não apresenta enzimas capazes de inserir duplas ligações nas posições ômega (ω) 6 e ômega (ω) 3, respectivamente, das cadeias hidrocarbonadas dos ácidos graxos. (NELSON, 1991).

1.3.3 Ácidos graxos ω -3 e ω -6

Os ácidos graxos polinsaturados (PUFAs) são ácidos essenciais e consistem de duas famílias: n-3 e n-6, ou ω -3 e ω -6. A denominação ômega (ω) se dá em relação à posição da primeira dupla ligação, contando-se a partir do grupo metílico terminal da molécula de ácido graxo. Os ácidos graxos ω -3 apresentam sua primeira dupla ligação entre o terceiro e o quarto átomo de carbono, enquanto o ω -6 têm sua primeira dupla ligação entre o sexto e o sétimo átomo de carbono, conforme demonstra a figura 1 (MORAES, et al., 1998).

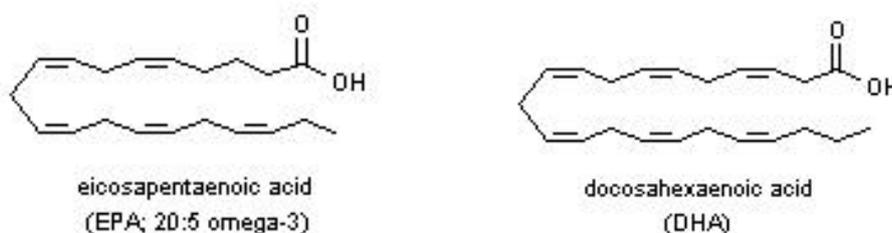


Figura 1: Estrutura química dos ácidos graxos polinsaturados EPA e DHA.

Fonte: Wanmacher e Dias, 1994.

Os ácidos graxos ω -3, α -linolênico (18:3) e o ácido ω -6, linoléico (18:2), possuem funções como: armazenamento de energia e tal como pode ser observado na figura 2, são responsáveis pela conformação de membranas celulares e são precursores de substâncias hormonais como: prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos (WARD, 1995; SUSH et al., 2000; De-URQUIZA et al., 2000; XIAO et al., 2000).

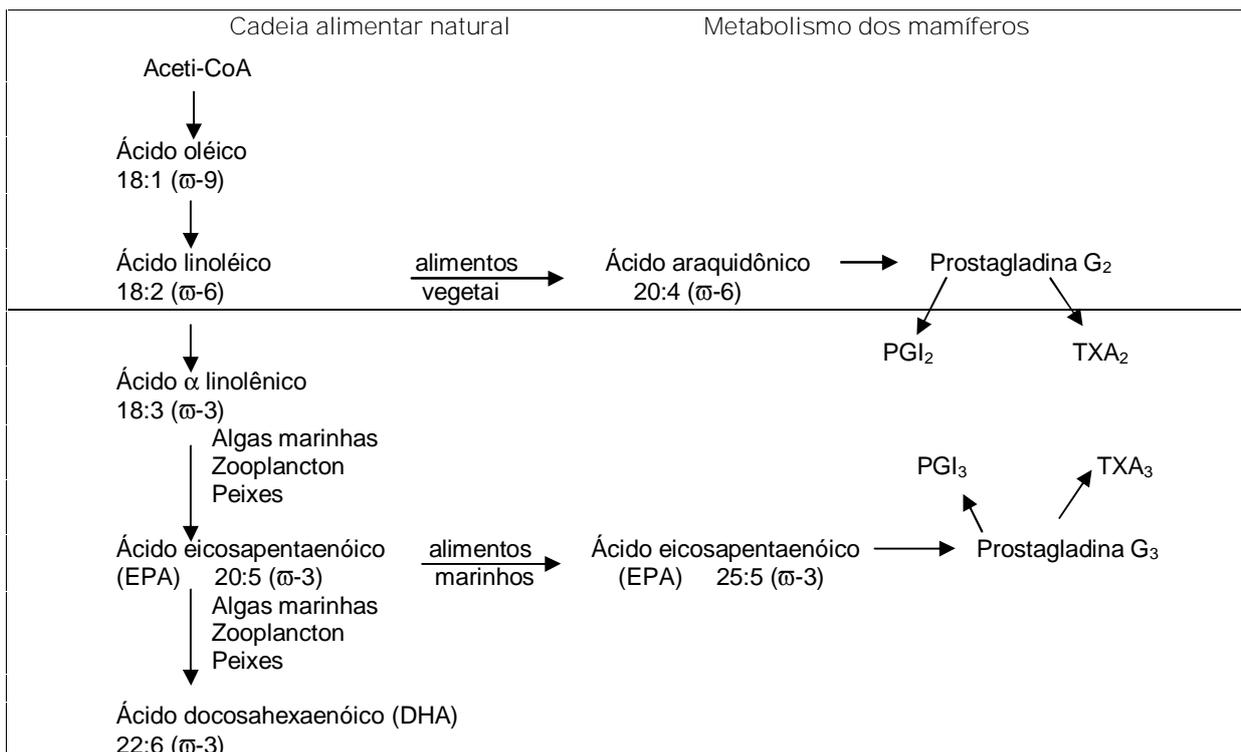


Figura 2: Biossíntese de ácidos graxos ω -3 e formação de eicosanóides.

Fonte: Ward, 1995.

São as duplas ligações presentes nos PUFAs, que determinam sua estrutura, propriedades químicas e físicas. Os ácidos ω -3 e ω -6 apresentam funções fisiológicas distintas e atuam em combinação para regular vários processos fisiológicos humanos (KATAN, 1995).

Os ácidos, linoléico e alfa-linolênico são responsáveis pela formação das duas séries de ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa (LcPUFAs), ω -6 e ω -3, resultando nos LcPUFAs araquidônico e docosahexaenóico. Normalmente, o ácido linoléico (18:2 ω -6) se transforma em ácido γ -linolênico (18:3 ω -6) que por sua vez se converte em ácido araquidônico (20:4 ω -6). A síntese do ácido araquidônico é mediada pelas enzimas delta 6-dessaturase e elongase. A ativação dessas enzimas alonga a cadeia de carbono, passando de 18 para 20 ou 22 átomos e inserindo de 3

a 6 duplas ligações, tornando-os assim, mais insaturados. Excesso do próprio ácido e de outros ácidos polinsaturados de cadeia longa, como o ácido eicosapentaenóico ou docosahexaenóico, íons de cálcio e alguns hormônios, podem inibir a ação da enzima 6-dessaturase, tendo como consequência o bloqueio da síntese do ácido araquidônico e formação do ácido oléico (ω -9) (CLANDININ, et al.,1980, DEMMELMAIR et al., 1995; INNIS, 1992).

Os autores citados acima destacam para a importância desse bloqueio, referindo-se ao fato de que o ácido araquidônico é precursor de mediadores bioquímicos como os eicosanóides, principalmente as prostaglandinas (série 2) e os leucotrienos (série 4). Além disso, esses compostos agem em uma grande variedade de processos fisiológicos evolutivos como:

- § fechamento do ducto arterial;
- § diminuição da translocação bacteriana;
- § interação plaquetária;
- § integridade da função renal.

Por outra via metabólica, o ácido α -linolênico (18:3, ω -3) se transforma em ácido eicosapentaenóico e docosahexaenóico, que também são precursores das prostaglandinas (série 3) e leucotrienos (série 5). Estas conversões também são mediadas pela enzima 6-dessaturase (CLANDINI et al., 1980; INNIS, 1992).

Estudos mostram, que tanto o recém-nascido de termo quanto o pré-termo são capazes de sintetizar os LcPUFAs araquidônico e docosahexaenóico pela enlogação e dessaturação dos ácidos graxos essenciais. Entretanto, essa habilidade no processo de síntese depende de (DOSENKO, 1995):

- § oferta adequada de ácidos graxos essenciais;
- § oferta energética proporcional, ou seja, relação adequada entre carboidratos e lipídios;
- § presença da atividade enzimática, principalmente da enzima dessaturase.

A figura 3 representa a conversão do ácido ω -3 para ácido EPA e DHA. Porém esta taxa de conversão é baixa, especialmente na presença de altas quantidades de ácido linoléico, pois os dois substratos competem pelo mesmo sistema enzimático, evidenciando então, que as fontes de ω -3 nos alimentos são muito importantes (INNIS, 1922).

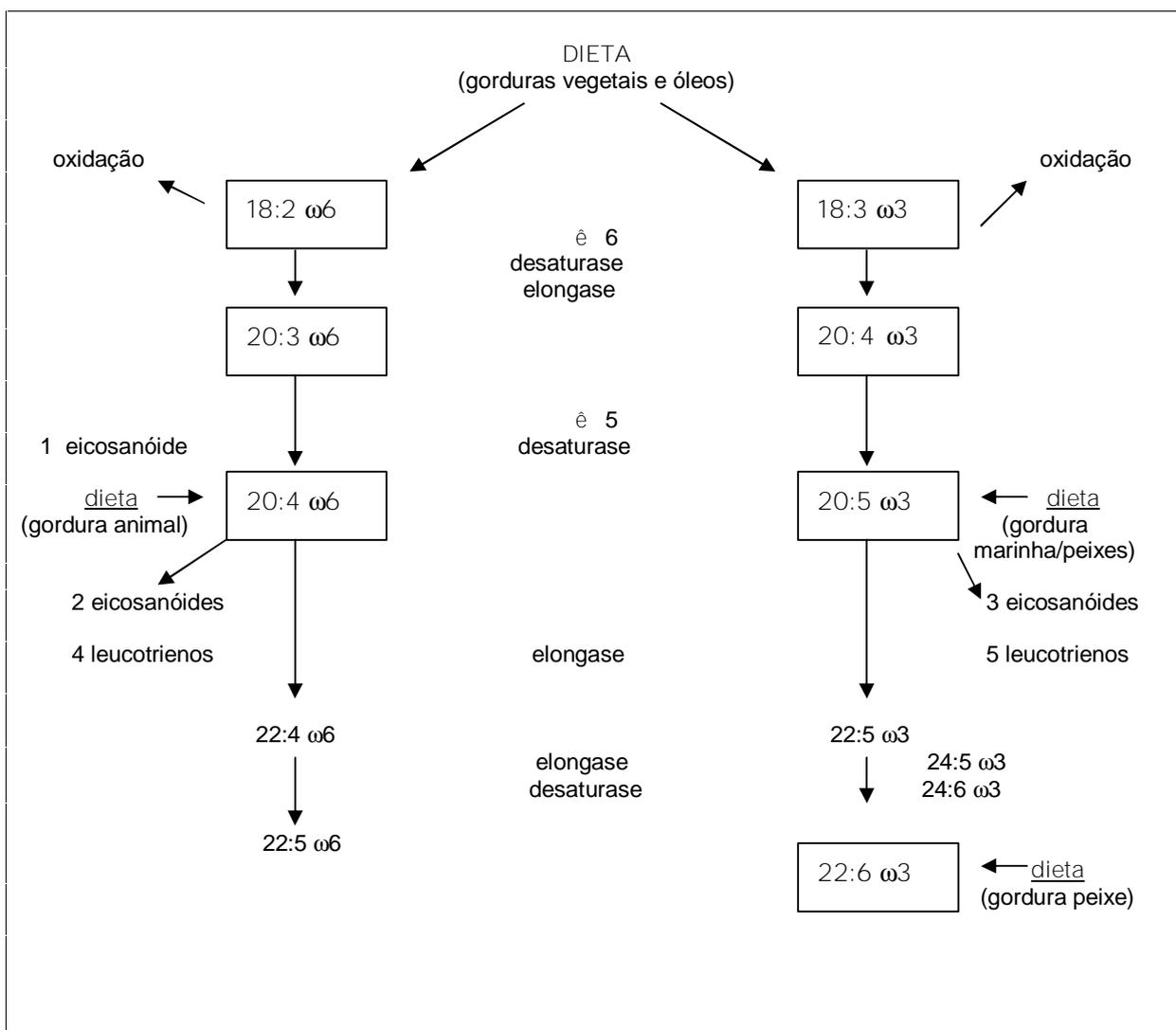


Figura 3: Representação do metabolismo dos ácidos graxos.

Fonte: INNIS, 1992.

1.4 Efeitos medicinais e nutricionais dos PUFAs

As principais doenças, que podem ser prevenidas ou minimizadas, com efeito, dos ácidos graxos essenciais, ω -3 e ω -6 são (WARD,1995; LIMA et al, 2000; HU, 2001; KITAJKA et al., 2002):

- cardiovasculares;
- desenvolvimento da retina e cérebro;

- desordens auto-imunes (ex: lupus, nefropatias);
- doença de Crohn;
- câncer de mama, cólon e próstata;
- hipertensão arterial;
- artitre reumatóide, e outras.

Na nutrição humana, os ácidos graxos ω -3 desempenham papel de fundamental importância, pois são componentes estruturais de fosfolipídios que fazem parte de membranas (fosfatidiletanolamina, fosfatidilserina ou lecitina, fosfatidilinositol, fosfatidilserina, cerebrosídeos e esfingomielina) e estão especialmente presentes na retina, cérebro e espermatozóides, onde neste último o DHA constitui 36% do total de ácidos graxos (CARLSON, et al., 1993; CONNOR, 1992).

Uma ingestão adequada de lipídios parece ser necessariamente importante e aumentada durante a gestação, lactação e nutrição materno infantil. A introdução dos LcPUFAs, na dieta da gestante, contribui para o desenvolvimento normal da placenta e do feto (CARLSON, et al., 1993; NEURINGER, 1993). O DHA está presente, em níveis consideráveis no leite materno e, em menor quantidade no leite de vaca (IAN e HOFFMAN, 1996).

Dados clínicos, sugerem a correlação entre os PUFAs, principalmente o DHA, e desenvolvimento dos olhos e cérebro em fetos normais. As altas concentrações de DHA encontrados na retina e córtex cerebral dos fetos e neonatos refletem sua necessidade integral no desenvolvimento das funções neurais e visuais

(NEURINGER, citado em DODDING, 1993; CONNOR et al., 1992; FARQUHARSON, 1994; WANG, 2003).

Trabalhos de Mackrides et al., 1993 e Carlson et al., 1993, citados em Ian e Hoffaman, 1996, têm demonstrado que, níveis adequados de DHA no sangue de crianças, provenientes de dietas ricas neste nutriente, oferecem condições ótimas de desenvolvimento para o sistema visual e desenvolvimento cognoscitivo (LANTING et al., 1994; AGOSTINI et al., 1995 in NEWTON, 1996; FARQUHARSON, 1994).

Um estudo comparativo, realizado com meninos entre os 6 e 12 anos de idade, diagnosticou que àqueles que se submetiam a uma dieta rica em teores de ácidos graxos ω -3 e ω -6, apresentaram desenvolvimento mais acelerado, enquanto os que ingeriam uma dieta pobre em relação a estes nutrientes, ficaram prejudicados, com dificuldade para o aprendizado, maior ansiedade, insônia e diminuição na concentração e respostas a estímulos nervosos (STEVENS, et al., 1995).

Holman e colaboradores (1982), analisaram uma criança de 6 anos de idade, que após retirar 30 cm do seu intestino, foi monitorada por 5 meses, com nutrição parenteral, prescrita com altos níveis de ácido linoléico e pobre em ácido linolênico. A paciente apresentou episódios de fraqueza, alucinações nervosas, dificuldade para caminhar, dores nas pernas e distúrbios de visão. Após adequação da dieta, contendo o ácido linolênico, os sinais e sintomas neurológicos desapareceram. Neste requerimento, a estimativa de ácido linolênico, foi de aproximadamente 0,54 % do total de calorias.

Quando, por algum motivo, a dieta não é adequada durante a gravidez e infância, recomenda-se empregar à dieta, produtos especiais enriquecidos com o ácido graxo ω -3. Diversas Organizações têm auxiliado no desenvolvimento de formulações similares às encontradas no leite materno (FAO/WHO, 1994; CARLSON, et al.,1993).

Relatos apresentados por Beisel (1982) e Calder (1998), comprovam que os PUFAs da dieta, são substratos para a síntese de duas famílias de importantes mediadores do sistema imune: os eicosanóides através da via da ciclooxigenase e os leucotrienos e lipoxinas através da via das lipoxigenases. Estes compostos afetam diversas funções fisiológicas, incluindo processos inflamatórios e a imunidade em variados graus.

Ácidos graxos afetam a função imune não apenas pela quantidade total de ácidos graxos, mas também pela proporção entre os tipos de PUFAs ω -6 e ω -3. Alta ingestão de 18:2 ω -6 associada a baixa ingestão de 18:3 ω -3, acompanhado de relativa baixa ingestão de outros óleos (óleo de peixe, por exemplo), pode resultar em uma pressão competitiva contra ω -3 (JANEWAY, 1999).

Em países mais industrializados, há evidência de que o consumo reduzido de ácidos graxos essenciais, por parte da população, está relacionado a principal causa de mortalidade: as doenças cardiovasculares. Os PUFAs, atuam no organismo, reduzindo as lipoproteínas de baixa densidade (VLDL e LDL), que são as maiores responsáveis pela formação das placas de ateroma que se fixam no interior das

artérias, ocasionando a aterosclerose, seguindo para infarto do miocárdio e outros problemas relacionados (KROMHOUT et al., 1985, KINSELLA et al., 1990).

Segundo Simopoulos (1990), nos últimos anos, têm-se alertado à população, principalmente de países industrializados, para uma dieta equilibrada em relação à ingestão de gorduras, ou seja, menos gorduras saturadas e mais PUFAs. Keys et al. (1987) e Hegsted et al. (1995), afirmam que um alto consumo de gorduras saturadas, contribui para concentrações elevadas de colesterol sanguíneo.

Os efeitos estimados sobre os níveis de colesterol, oferecidos por diferentes dietas em relação ao conteúdo de ácidos graxos de cadeia longa, podem ser vistos na tabela 1.

Tabela 1. Relação entre os diferentes ácidos graxos da dieta e o efeito sobre os níveis de colesterol sanguíneo.

Ácidos graxos	Efeitos sobre o colesterol sanguíneo
<u>Saturados</u>	
Caprílico (8:0)	± 0
Capríco (10:0)	± 0
Laúrico (12:0)	↑
Mirístico (14:0)	↑↑
Palmítico (16:0)	↑
Esteárico (18:0)	± 0
<u>Monoinsaturados</u>	
Oléico (18:1 ω-9 cis)	↓
Eláídico (18:1 ω-9 trans)	↑
<u>Polinsaturados</u>	
Linoléico (18:2 ω-6)	↓
α-linolênico (18:3 ω-3)	↓

Fonte: Meydani (1999).

Estudos clínicos e epidemiológicos demonstram efeitos anti-trombogênicos quando ingeridas dietas ricas em PUFAs ω-3 (WEBER et al., 1991).

Para Weber et al. (1991), evitar um estado de deficiência, significa adequar a relação entre ω -6 e ω -3, e também entre o ácido araquidônico, visto que há um alto consumo humano, de óleos vegetais ricos em ácido linoléico (ω -6) e reduzida ingestão de alimentos ricos em ω -3.

1.5 Alimentos enriquecidos com ω -3

A maioria dos povos ocidentais, não consomem níveis corretos de ácidos graxos ω -3, através de fontes dietéticas naturais. Nos Estados Unidos, é notável o aumento no consumo de gorduras por parte da população que introduziu ao cardápio diário margarinas, pastas e temperos para saladas (IAN e HOFFMAN, 1996).

Devido ao baixo consumo de ácidos graxos ω -3, por parte da população mundial e a fim de balancear e adequar os níveis alimentares, as indústrias de alimentos propuseram como alternativa fabricar produtos enriquecidos com este nutriente. Esta intenção permite que a população, não necessariamente tenha que ingerir altas quantidades de peixes e produtos derivados, o que pode ser inaceitável tanto em termos de paladar, quanto economicamente (GARCIA, 1998; MOLYNEUX e LEE, 1998).

Newton (1996), Bailey (1997) e a Comissão Européia em 1997 relataram que na Espanha e no Japão, a incidência de produtos oriundos de peixe à mesa, garante à estes povos um bom estado nutricional. Entretanto, em outros países, cresce

notavelmente os métodos de incorporação de PUFA's, através de óleos de peixes, em alimentos, como: bebidas lácteas, iogurtes e principalmente sorvetes. Todavia, os autores afirmam que a incorporação de ácidos graxos ω -3 em alimentos, não é, de forma tão simples. Notoriamente, esses tipos de lipídios, por suas características individuais, principalmente pela quantidade de duplas ligações, são moléculas altamente suscetíveis à oxidação e conseqüente degradação. Outra desvantagem é o forte odor a peixe que conferem aos produtos enriquecidos. Assim, as indústrias de alimentos têm procurado buscar técnicas para minimizar ou anular os efeitos sensoriais e estruturais desagradáveis.

Na Europa, a prática de formulações enriquecidas com óleos de peixes e aplicadas em pães e margarinas já se torna comum. A produção de ovos, com altos teores de ácidos graxos ω -3 DHA, é possível através da alimentação de galinhas com rações especialmente enriquecidas com microalgas. A incorporação de ácidos graxos ω -3 em pães, pode ser visto como um procedimento ideal, pois o dióxido de carbono gerado durante o cozimento, age como um antioxidante, prevenindo o processo de degradação (MENEGALDO, 1999; *EUROPEAN COMISSION*, 1997).

Com a necessidade das indústrias de alimentos, em se utilizar novas técnicas de refinamento para a produção de óleos de peixes, sem contudo, alterar o perfil de qualidade e sabor dos produtos desenvolvidos, estão sendo utilizados óleos de peixes liofilizados ou microencapsulados. Estas formas de óleos, podem ser incorporados em diversos alimentos: pães, leites em pó; podendo ser dissolvidos em água fria, apresentam sensorialmente um gosto neutro e, bastante estáveis.

Outras formulações enriquecidas são produtos lácteos, temperos para saladas e suco de laranja (IAN e HOFFMAN, 1996).

1.6 Ingestão diária recomendada (IDR) de lipídios

As ações conjuntas, oriundas dos lipídios dietéticos, e não simplesmente um efeito isolado, é que influem no tipo e no estágio da doença. A recomendação de lipídios à dieta diária, deve ser diferenciada a cada indivíduo, obedecendo aos parâmetros, como idade, sexo, condições metabólicas e, principalmente estado fisiológico e de doenças (GOMEZ, citado em VIEIRA, 1991).

Em geral, para indivíduos saudáveis, recomenda-se de 15 –25 % de lipídios, do total de energia consumida na dieta. Porém, alguns países chegam a recomendar de 30 – 40 % do total da dieta (INNIS, 1996).

A *American Heart Association* (AHA) (1984), recomenda para os EUA uma ingestão de no máximo 30 % de gordura do total calórico/energético e uma proporção de 1:2:1,5 para SFAs, MUFAs e PUFAs, respectivamente.

Segundo Vannuchi et al. (1990), o limite máximo de gordura na dieta deve ficar em torno dos 20 – 30 %, sugerindo uma proporção para SFAs, MUFAs e PUFAs similar à recomendada pela AHA, ou seja, 1:2:1,5.

A *Recommended Dietary Allowance* (RDA) de 1989 estima que no futuro, os ácidos graxos essenciais ω -6 e ω -3 deverão ser considerados e recomendados

separadamente devido as suas funções de diminuir triglicerídeos plasmáticos e frações do colesterol (GALLI et al., 1994). Alguns países adotam uma recomendação distinta destes ácidos: o Canadá adota uma proporção de 4:1, EUA recomendam a proporção de 10:1, Suécia 5:1, Japão 4:1, em relação respectiva de ácidos graxos ômega 6 e ômega 3 (MEYDANI, 1999; GALLI et al., 1994). As tabelas 2 e 3 demonstram quantidades de ômega 6 e ômega 3 em alguns peixes.

Tabela 2*. Composição de ácidos graxos polinsaturados em peixes selvagens e de cultivo.

Peixes	Total gordura % em peso	Ácidos graxos %		P:S	ω -6 : ω -3
		ω -6	ω -3		
Sweet fish					
- Selvagem	5.5	4.6	25.5	0.84	0.18
- Cultivo	10.4	9.2	13.0	0.58	0.71
Yellow tail					
- Selvagem	17.6	3.0	27.0	0.85	0.11
- Cultivo	16.1	4.0	32.1	1.14	0.12
Sea bream					
- selvagem	3.4	3.5	21.6	0.78	0.16
- cultivo	14.8	5.1	30.1	1.27	0.17
Tiger prawn					
- selvagem	0.7	5.8	40.4	1.71	0.14
- cultivo	0.7	12.1	34.1	1.63	0.34

Fonte: Sugano *et al.*, 2000.

Tabela 3*. Conteúdo de ácidos graxos ω -3 em diferentes espécies marinhas.

ESPÉCIE	ÁCIDO GRAXO ω -3 % POR PESO
Scomber scombrus	1.8 – 5.3
Clupea arengus (arenque)	1.2 – 3.1
Salmo salar (salmão)	1.0 – 1.4
Thunnus albacares (atum)	0.5 – 1.6
Salmo trutta (truta)	0.5 – 1.6
Halabote hippoglossus h.	0.4 – 0.9
Shrimp (camarão)	0.2 – 0.5
Gadus morhua (bacalhau)	0.2 – 0.3
Paralichtis dentatus (linguado)	0.2

*Fonte: Sugano *et al.*, 2000.

Outra recomendação de fundamental importância, para indivíduos que consomem os PUFAs, é o aumento da quantidade de antioxidantes na dieta, prevenindo ou minimizando os efeitos oxidativos da hidrólise deste tipo de gordura. Os antioxidantes são bloqueadores naturais do efeito ocasionado pela oxidação e formação dos radicais livres (ADEGOKE et al., 1998).

Os ácidos graxos polinsaturados presentes nos peixes, sobretudo na forma de óleo, por apresentarem na sua estrutura, grande número de insaturações são bastante vulneráveis à oxidação lipídica e formação deletéria dos radicais livres (ADEGOKE et al., 1998).

Seres humanos apresentam no próprio metabolismo sistemas antioxidantes, papel responsável de algumas enzimas, porém, dependendo da quantidade de lipídios, este sistema não é suficiente. Deste modo, a introdução na dieta de vitaminas: C, tocoferóis (E), carotenóides e alguns minerais, como selênio, cobre e magnésio, são necessários por apresentar características antioxidantes. Outros antioxidantes sintéticos podem estar presentes nos alimentos atenuando o processo de auto-oxidação, como o butil-hidroxi-tolueno (BHT), butil-hidroxi-anisol (BHA), ascorbato, citrato, etc. (HALLIWEL, 1994; KORK, 2000).

1.7 Referências

ADEGOKE, G.O. *et al.*, Antioxidants and Lipid Oxidation in Foods – A Critical Appraisal. *Journal of Food Science*. Tech.v.35, n.4, p.283-298, 1998.

AGOSTINI, C., S. TROJANS, R. BELLU, and M. GIOVANNI. Neurodevelopment quotient of healthy term infants at 4 month and feeding practice: the role of long-chain polyunsaturated fatty acid. *Ped. Ver.* V.38, p.262-266, 1992.

AMERICAN HEART ASSOCIATION. Special Report Recommendations for the treatment of hyperlipidemia in adults. A joint statement of the Nutrition Committee and Council on Atherosclerosis of the American Heart Association. *Atherosclerosis*, Dallas, v.4, p.445^A-467^A, 1984.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTIC CHEMISTS - A.O.A.C. Official methods of analysis of the association analytical chemists. 16. Ed. V. 1. *Washington: AOAC. International method*, 1999.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTIC CHEMISTS - A.O.A.C. Official methods of analysis of the association analytical chemists. 16. Ed. V. 1. *Washington: AOAC. International method*, 1984

BAILEY, R. The status of foods for specified health use (FOSHU) in Japan. *Presented at Nutracon*, Las Vegas, July, p.17-18, 1997.

BEISEL, W., R. Single nutrients and immunity. *American Journal of Clinical Nutrition*, p.415-468, 1982.

BELL, J.G. e SARGENT, J.R. Arachidonic acid in aquaculture feeds: current status and future opportunities. *Aquaculture*, v.218, p.491-499, 2003.

BOLETIM ESTATÍSTICO DA PESCA INDUSTRIAL DE SANTA CATARINA – ANO 2001. Ações Prioritárias ao Desenvolvimento da Pesca e Aquicultura no Sul do Brasil. Itajaí, UNIVALI, 2002.

BURT, J. R., Fish smoking and drying. The effect of smoking and drying on the nutritional properties of fish. Elsevier Applied Science, London, 1988.

CALDER, P.C. Dietary fatty acids and immune system. *Nutrition Reviews*, v.56, p.70-83, 1998.

CALNDININ, M.T., J.E. CHAPPEL, S. LEONG, T.HEIN, P.P. SAYER, and G.W. Change, intrauterine fatty Acid accretions for fatty acid requirements. *Earl. Hum. Dev.*, v.4, p.121, 1980.

CARLSON, S.E. *et al.*, Visual-acuity development in healthy preterm infants: effect of marine-oil supplementation. *Am J of Clin Nutr*, v.58, p.35-42, 1993.

CONNOR, W.E., *et al.*, Essential fatty acids: the importance of n-3 fatty acids the retina and brain. *Nutrition Review*, v.50, n.4, p.21-29, 1992.

CUNNINGHAM-RUNDLES S. Is the fatty acid composition of immune cells the key to normal variations in human immune response? *Am. J. of Clin. Nutr.*, v.77, p.1096-7, 2003.

DEMMELMAIR H., *et al.*, Estimulation of arachidonic acid synthesis in full term neonates, using natural variation of C content. *J Pediatr Nutr*, v.21, p.31-36, 1995.

DOSENKO I.L. Do polyunsaturated acids protect against oxidation-induced lung damage? *Journal Nutrition*, v.124, p.1652-1656, 1995.

DREWNOWSKI, A. and POPKIN, B.M. The nutrition transition: new trends in the global diet. *Nutri Reviews*, v.55, p.31-43, 1997.

EUROPEAN COMMISSION. Regulation (EC). No. 258/97 of the European Parliament and of the council concerning novel foods and novel food ingredients. *Office J of Euro Communities*, n.L43, 1997.

FAO/WHO. Nutrition and development: A Global assessment. *FAO*. Rome, 1992.

FAO/WHO. Lipids in early Development in fats and Oils in Human Nutrition, v.57, p.49-55, 1994.

FARQUHARSON, J. Infant cerebral cortex and dietary fatty acids. *European J of Clin Nutr*, v.48, p.24-26, 1994.

FERRIER, G.R; REDONDO, I.; ZHU, J.; MURPHY, M.G. Differential effects of docosahexaenoic acid on contractions and L-type Ca current in adult cardiac myocytes. *Cardiovascular research*, v.54, p.601-610, 2002.

GALLI, C. Effects of fatty acids and lipids health and disease. *World Review of Nutrition and Dietetics Basel*, v.76, 1994.

GARCIA, D.J. Omega-3 long-chain PUFA nutraceuticals. *Food Technology*, v.52, n.6, p.44-49, 1998.

GOMEZ, M.V. Metabolismo de lipídios, In: *Vieira, E.c., Gazzinelli, G., Mareas-Guia, M.* eds. *Bioquímica Celular e Biologia Molecular*. Atheneu, Rio de Janeiro, p.213-233, 1991.

GORGA, C. & RONSIVALLI, L. J. Quality Assurance of Seafood. *Van Nostrand Reinhold*, New York, 1990.

GRUNDY, S.M. Dietary fat. In ZIEGLER, E.E. and FILER Jr., L.J. *Present Knowledge in Nutrition*. 7thed., IISI Press, Washington, DC, p.44-57, 1996.

GRUNDY, S.M. *et al.*, Work shop on the impact dietary cholesterol on plasma lipoproteins and atherogenesis. *Atherosclerosis*, v.8, p.95-101, 1996.

HARRIS, E.D. Lipoprotein [a]: a predictor of atherosclerotic disease. *Nutrition Reviews*, v.55, p.61-64, 1997.

HEGSTED, D.M., R. B. MCGANDY, M.L. MYERS and F.J. STARE. *Am J of Clin Nutr*, v.17, p.281, 1995.

HU, F.B. The balance between ω -6 and ω -3 fatty acids and the risk of coronary heart disease. *Dep. Of nutr. Havard School of Public Health*, v.17, p.741-742, 2001.

HUSS, *et al.*, Quality Assurance in the Fish Industry. *Elsevier Science Publishers*, Amsterdam, 1992.

INNIS S. M. Essential dietary lipids. In: ZIEGLER, E.E. and FILER Jr, L.J. *Present Knowledge in Nutrition*. 7thed. Ilsi Press, Washington, DC, p.58-66, 1996.

IAN, S., HOFFMAN-LA, N. Food enrichment with long-chain n-3 PUFA. *Food Technology inform*, v.7, n.2, febr, p.169-177, 1996.

INNIS, S. M. Essential fatty acid requirements in human nutrition. *Canadian Journal Phisiology Pharmacology*, v.71, 1992.

JANEWAY, C.A. e col. Immunobiology. *Garland*, 1999.

KATAN, M.B. Fish and heart disease. What is the real story? *Nutrition Reviews*, n.53, p.228-230, 1995.

KEYS, A., J.T. ANDERSON and F. GRANDE. *Metabolism*, v.14, p.776, 1987.

KINSELLA, J.E., Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible Mechanisms. *American Journal of Clinical Nutrition*, p.521-28, 1990.

KITAJKA, K.; PUSKAS, L.G.; ZVARA, A.; HARCKLER Jr.L.; BARCELO-COBLIJN, G.; YEO, Y.K., et al. The role of n-3 polyunsaturated fatty acids in brain: modulation of rat brain gene expression by dietary n-3 fatty acids. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, v.99, p.2619-2624, 2002.

KROMHOUT, D.E.B. BOSSCHIETER, and C. COULANDER. The inverse relation between fish consumption and 20-year mortality from coronary heart disease. *The New England Journal of Medicine*, v.12, p.1205-1209, 1985.

LANTING, C.I., V.FILDER, M. HUISMAN, B.C.L. TOUWENT, and E.R. BOERSMA. Neurological differences between 9-years-old children fed breast-milk or formula milk as babies. *Lancet*, v.344, p.1319-1322, 1994.

LIMA, F. E. L.; MENEZES, T N.; TAVARES, M.P.; SZARFARC, S.C; FISBERG, R.M. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. *Ver. Nutr.*, Campinas, n.13(2), p.73-80, 2000.

MAES, M.; CHISTOPHE, A.; BOSMANS, E.; LIN, A. and NEELS, H. In humans serum polyunsaturated fatty acid levels predict the response of proinflammatory cytokines to psychologic stress. *Biol. Psychiatry*, n.47, p.910-920, 2000.

MAKRIDES, M., K. SIMMER, M. GOGGING, and R.A.GILSON. Erythrocyte docosahexanoic acids correlates with visual response of healthy term infants. *Ped. Ver*, v.33, p.425-427, 1993.

MASAYOSHI, O. & EVERALDO, L. M. Manual de Pesca – ciência e tecnologia do Pescado. Ed. Varela, v.1, 1999.

McGILL, H. Childhood nutrition and adult cardiovascular disease. *Nutrition Reviews*, v.55, p.2-9, 1997.

MEYDANI, MOHSEN. Omega-3 fatty acids alter soluble markers of endothelial function in coronary heart Disease patients. *Nutrition Reviews*., v.58, n.2, p.56-59, 1999.

MOLYNEAUX, M. & LEE, C.M. The U.S. Market for marine nutraceutical products. *Food Technology*, v.52, n.6, 1998.

MORAES E SANTOS, T. e SANTOS, J.E. Lipídios In: *Dutra de Oliveira. J. E., Santos, A.C. e Wilson, e.D. Nutrição Básica*. Savier, São Paulo, p.15-28, 1998.

MOTOHIRO, *et al.*, Science of Processing Marine Food Products. *Japan International Cooperation Agency*, v.11, Tókyo, 1992.

NELSON, D.L. Lipídios. In: *Vieira, E.C.; GAZZINELLI, G., MAREAS-GUIA, M.*, eds. *Bioquímica Celular Biologia Celular*. Atheneu, Rio de Janeiro, p.23-43, 1991.

NESTEL, P.; SHIGE H.; POMEROY S.; CEHUM M.; ABBEY M.; RAEDERSTORFF D. The n-3 fatty acids eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid increase systemic arterial compliance in humans. *Am. J. of Clin. Nutr.*, v.76, p.326-30, 2002.

NETTLETON, J.A. Seafood Nutrition. Facts, Issues and Marketing of Nutrition in Fish and Shellfish. *Van Nostrand Reinhold*, New York, 1985.

NEURINGER, M. The relationship of fatty acid composition to function in the retina and visual system. In: Dobbing J. ed. *Lipids, learning and the brain, 103rd ross conference*. Columbus, OH: Ross Laboratories, 1993.

NEWTON, I. and SNYDER, D. Nutrition aspects of long-chain ω -3 fatty acids and their use in bread enrichment. *Cereal Food World*, v.42, p.126-131, 1997.

OKADA, M., *eta l.*, Utilization of Marine Products. *Overseas technical Cooperation Agency*, Tokyo, 1972.

PIKE, R.L and BROWN, M.L. Nutrition. *Na Integrated Approach*. 3rded., New York, John Wiley & Sons, 1984.

PIGOTT, G., Seafood, Effects technology on Nutrition. New York, Marcel Dekker, Inc., p.258-280, 1990.

SIMOPOULOS, A.P. Omega-3 fatty acid in health and disease. *Nutrition and Aging*. P.129-156, 1990.

PLAHAR, W.A.; NERQUAYE-TETTEH, G.A.; ANNAN, N.T. Development of an integrated quality assurance system for the traditional Sardinella sp. And anchovy fish smoking industry in Ghana. *Food Control*, v.10, p.15-25, 1999.

ROBIN, J.H. e VINCENT, B. Microparticulate diets as first food for gilthead sea bream larva (*Sparus aurata*): study of fatty acid incorporation. *Aquaculture*, p.463-474, 2003.

STEVENS. L.J.*et al.*, Omega-3 fatty acids boys with behavior, learning, and health problems. *Physiology & Behavior*, v.59, p.915-920, 1995.

SUGANO, M. HIRAHARA F. Polysaturated fatty acids in the food chain in Japan\on. *Am. J. Cli. Nutr*, v.7, p.189-196, 2000.

SUH, M.; WIERZBICKI, A.A.; LIEN, E.L.; CLANDININ, M.T. Dietary 20:4n-6 ando 22:6n-3 modulates the prolife of long and very-long-chain fatty acids, rhodopsin content, and Kinetics in developing photoreceptor cells. *Pediatr. Res.*, v.28, p.524-530, 2000.

TANIKAWA, E. Marine Products in Japan, *Koseisha – koseikaku Co. Ltd.*, Tokyo, 1985.

TEPASKE, R.; VELTHUIS, H.; STRAATEN, H. M.; HEISTERKAMP, S.H.; DEVENTER, S.J.H.; INCE, C.; EYSMAN, L.; KESECIOGIU, J. Effects of preoperative oral immune-enhancing nutrironal supplement on patients at high risk of infection after cardiac surgery: a randomised placebo-controlled trial. *Lancet*, v.358, p.696-701, 2001.

TONON, T.; HARVEY, D.; LARSON, T.R.; GRAHAM, I.A. Identification of a very long chain polysaturated fatty acid Δ 4-desaturase from the microalga *Pavlova lutheri*. *FEBS letters*, v.533, p.440-444, 2003.

TURATTI, J.M. Enriquecimento de alimentos com ácidos graxos ω -3. *Engenharia de Alimentos*, v.27, p.2, 1999.

URQUIZA De, A.M.; LIU, S.; SJOBERG, M.; ZETTERSTROM, R.H.; GRIFITHS, W.; SJOVALL, J. Docosahexaenoic acid, a ligand for retinoid x eceptor in mouse brain. *Science*, n.290, p.2140-2144, 2000.

VESBY, BENGET. Implications of long-chain fatty acids studies. *Health Nutrition Inform*, v.5, n.2, february, p.182-185, 1994.

XIAO, Y. E.; WRIGHT, S.N.; WANG, G.K.; MORGAN, J.P.; LEAF, A. Corxpression with beta(1)-subunit modifies the Kinetics and fatty acid block of hH1(alpha) Na (+) chanel. *Am. J. of Physiol.* V.279, p.35-46, 2000.

WANG, Y.; CRAWFORD, M.A.; CHEN, J.; LI, J.; GHEBREMENSKEL, K.; CAMPBELL, T.C.; FAN, W.; PARKER, R.; LEYTON, J. Fish consuption, blood docosahexaenoic acid and chonic diseases in chinese rural populations. *Comp. Biochemistry and Physiol. Part.*, In prees. 2003.

WARD, P. OWSEN. Microbial production of long-chain PUFAs. *Biotechnology inform*, v.6, n.6, jun, p.683- 687, 1995.

WATKINS, B.^a; LI, Y.; LIPPMAN, H.E.; FENG, S. Modulatory effect of Omega-3 polyunsatufated fatty acids on osteoblast function and boné metabolism. *prostaglandins, Leucotrienes and Essential Fatty Acids*, v.68, p.387-398, 2003.

WEBER, P.C. and A. LEAF. World R. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in Europa. *American Journal of Clinical Nutrition*, p.66:218, 1991.

WHO AND JOINT CONSULATION: Fats and oils in human nutrition,. *Nutrition Reviews*, v.53, p.202-205, 1985.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, Diet nutrition and the prevention of chronic diseases: tecnicl reporty series 797. Geneve; WHO, p.55, 1995.

EFEITOS NUTRICIONAIS E MEDICINAIS DE ÁCIDOS GRAXOS
POLINSATURADOS ÔMEGA TRÊS (ω -3) E ÔMEGA SEIS (ω -6) PROVENIENTES
DE PEIXES.

Resumo

Os ácidos graxos polinsaturados (PUFAs) ω -3 e ω -6 obtidos na dieta humana através do consumo de peixes e derivados, são nutrientes benéficos à saúde podendo atuar na prevenção e/ou tratamento de doenças do coração, auto-imunes, alguns tipos de câncer entre outras. Fisiologicamente o ω -3 é convertido para EPA e DHA, precursores de prostaglandinas, leucotrienos, tromboxanos e prostaciclina, elementos responsáveis pela regulação da pressão sanguínea, resposta imune, funções do sistema nervoso central, além da coagulação sanguínea, vasodilatação e lipólise.

O estado de Santa Catarina, produzindo mais de 100.000 toneladas por ano, disponibiliza à sua população, rotineiramente, produtos frescos e nutricionalmente saudáveis, pois grande parte das espécies capturadas são fontes de ácidos essenciais.

Palavras chaves: PUFAs, ácidos graxos essenciais, ômega-3, ômega-6.

Abstract

The polyunsaturated fatty acids n-3 and n-6 obtained in the human diet from eating fish and fish products are health beneficent nutrients with the capacity to prevent and/or treat heart disease, self-immune, and some kinds of cancer, among others.

Physiologically the n-3 is converted to EPA and DHA, precursory of prostaglandins, leukotrienes, thromboxane and prostacyclin, responsables elements for blood pressure regulation, immune response, nervous system function, blood coagulation, vasodilatory effect and lipolise.

Because of its long coastal extension, Santa Catarina State is internationally recognized for it's fishing industry, producing over 100.000 t of seafood in 2001. This is the reason wy local population has the privilege to enjoy fresh and nutritionally healthy sea food all of the time.

Keywords: PUFAs, essential fatty acids, omega-3, omega-6.

1 INTRODUÇÃO

1.1 O Setor Pesqueiro e sua Importância para o Estado Catarinense

A produção pesqueira, juntamente com o comércio e indústria de derivados, é uma das principais atividades econômicas do estado de Santa Catarina. Os portos de Itajaí e Navegantes são responsáveis por cerca de 91 % da produção, abastecendo também, quase que integralmente, todo o Estado. Devido aos costumes e cultura tradicional da região, constata-se que mais da metade da população de Santa Catarina, consome regularmente produtos à base de peixes. Tais dados alertam para a importância de se ter, além de produtos com garantida qualidade, informações sobre seu conteúdo nutricional (BOLETIM ESTATÍSTICO DA PESCA INDUSTRIAL DE SANTA CATARINA, 2002).

O grupo de pesquisa do CTTMar (Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar) da UNIVALI (2002), através do boletim de pesca industrial de Santa Catarina, demonstram que do total de 110.619 Kg (um incremento de 56%) de pesca desembarcada no ano de 2001, alguns peixes mais comumente capturados e consumidos na costa catarinense, têm seu lugar de destaque sendo: 72.590 Kg para o atum (- 86 % menor que no ano 2000), 11.301.937 Kg para a corvina (+ 9 % maior que no ano 2000), 3.307.111 Kg à pescada maria-mole (+132 % maior que no ano 2000) e 24.856 Kg foram oriundos da pesca da sardinha (+ 284 % maior do que no ano 2000).

1.2 Valor Nutricional dos Pescados

Alguns alimentos classificados como *nutracêuticos ou com propriedades funcionais e/ou de saúde*, são capazes de promover inúmeros benefícios ao organismo, prevenindo e/ou tratando patologias e, os alimentos provenientes de peixes são relatados na literatura, como alimentos estruturalmente compostos por vários destes *nutrientes funcionais*, tais como: minerais, dentre os mais importantes o Mg, Zn, Cu e Se; vitaminas antioxidantes hidrossolúveis do complexo B e as lipossolúveis A e D e, especialmente os *ácidos graxos essenciais polinsaturados (PUFAs) ômega (ω) três (3) e seis (6)*. (FAO/WHO, 1992; MASYOSHI e EVERALDO, 1999).

Njinkoué e colaboradores (2001), em um estudo realizado na costa Senegalesa, determinaram o conteúdo de lipídios e a composição de ácidos graxos em duas espécies de sardinha, que ocupavam uma mesma área geográfica (*Sardinella maderensis*, *Sardinella aurita*). No verão o teor de lipídios decresceu consideravelmente, resultando em -2,8 % no músculo da *S. aurita*. Foi constatado também, que no músculo vermelho e no fígado, por haver um maior número de enzimas ativas, a quantidade de ácidos graxos livres encontra-se aumentada em relação ao músculo liso. Nos músculos, vermelhos e brancos, a quantidade de EPA é maior que de DHA. Para a *S. maderensi*, o conteúdo de EPA e DHA no fígado, corresponde respectivamente a 4,7 % e 4,8 % do teor total de lipídios. Para a *S. aurita*, 1,8 % de EPA e 1,4 % de DHA. O conteúdo de EPA na pele/escamas destes peixes é maior do que o teor de DHA.

Em outro estudo, realizado no Uruguay por Méndez e colaboradores (1996), foi detectado que filés de corvina branca (*Micropogonias furnieri*) contêm na sua composição grandes quantidade de EPA e DHA, sendo os dois maiores nutrientes encontrados no óleo deste peixe.

Conteúdos relativamente altos de ω 3 (13,4 %), provenientes da *Sardinella sp*, uma espécie de sardinha popularmente encontrada na costa brasileira, foi relatado por Luzia e colaboradores (2003). Quando teores de EPA e DHA foram comparados segundo a sazonalidade, não foi observados nenhuma diferença significativa entre os meses de verão (13,1%) e inverno (13,2%). Este estudo sugere que a introdução da sardinha à dieta da população, favorece a inúmeros benefícios fisiológicos.

Em Ghana, uma indústria de peixes defumados, realizou um estudo para assegurar a qualidade física, química, microbiológica, sensorial e toxicológica de seus produtos (anchova e sardinha), envolvidos desde o manuseio da matéria-prima até a sua comercialização. Foram identificados como fatores de risco e pontos críticos de controle, contaminações do produto cru, processado e estocado com bactérias patogênicas, microorganismos deteriorantes, aminas biogênicas (especialmente histamina em *Sardinella sp*) e alguns insetos. Com 6 meses de congelamento, a qualidade sensorial da sardinha e da anchova decresceu consideravelmente e o teor de agentes deteriorantes diminuíram com o passar do tempo. O tempo ideal para o armazenamento em freezer não deve ultrapassar a 90 dias (PLAHAR, NERQUAYE-TETTEH, ANNAN, 1999).

1.3 Ácidos graxos essenciais

Os ácidos graxos polinsaturados, componentes de óleos e gorduras, são elementos essenciais que não podem ser sintetizados pelas células dos mamíferos a partir de acetil-coenzima A (CoA), pois o homem não apresenta enzimas capazes de inserir duplas ligações nas posições ômega (ω) 6 e ômega (ω) 3, respectivamente, das cadeias hidrocarbonadas dos ácidos graxos e, portanto, têm que ser ingeridos na alimentação (NELSON, 1991; LIMA et al., 2000).

1.4 Metabolismo dos Ácidos graxos ω -3 e ω -6

Tal como pode ser observado na figura 1, os ácidos graxos ω -3, α -linolênico (18:3) e o ácido ω -6, linoléico (18:2), possuem funções como: armazenamento de energia; conformação de membranas celulares, são componentes estruturais de fosfolipídios (fosfatidiletanolamina, fosfatidilserina ou lecitina, fosfatidilinositol, fosfatidilserina, cerebrosídeos e esfingomielina) e precursores de substâncias hormonais como: prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos (SUSH et al., 2000; De-URQUIZA et al., 2000; XIAO et al., 2000; WARD, 1995).

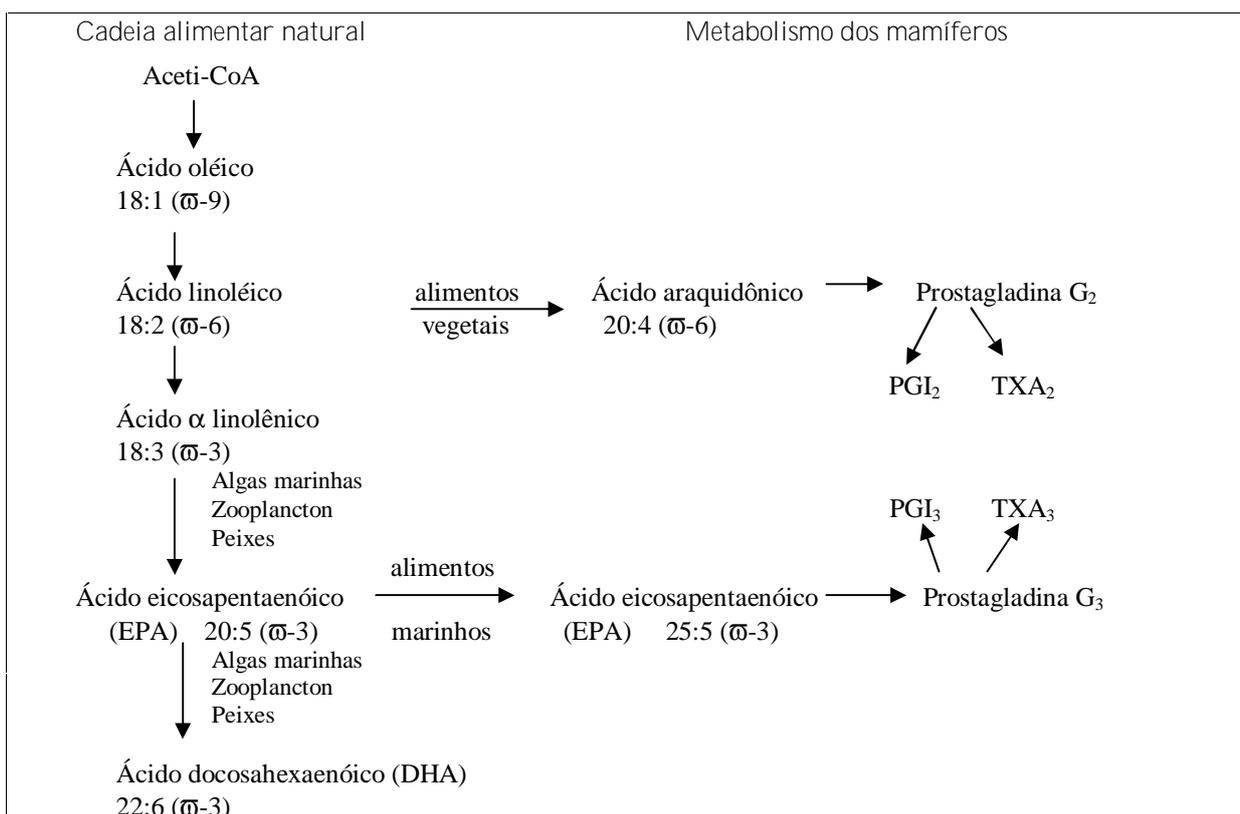


Figura 1: Biossíntese de ácidos graxos ω-3 e formação de eicosanóide

Fonte: Ward, 1995.

São as duplas ligações presentes nos PUFAs, que determinam sua estrutura, propriedades químicas e físicas. Os ácidos ω-3 e ω-6 apresentam funções fisiológicas distintas e atuam em combinação para regular vários processos fisiológicos humanos (KATAN, 1995).

Conforme demonstra a figura 2, quando os ácidos linoléico e á-linolênico, responsáveis pela formação dos LcPUFAs ω-6 e ω-3 são metabolizados, resultam em LcPUFAs araquidônico e docosahexaenóico. Normalmente, o ácido linoléico (18:2 ω-6) se transforma em ácido γ-linolênico (18:3 ω-6) que por sua vez se converte em ácido araquidônico (20:4 ω-6). A síntese do ácido araquidônico é mediada pelas enzimas delta 6-dessaturase e elongase. A ativação dessas enzimas alonga a cadeia de carbono, passando de 18 para 20 ou 22 átomos e inserindo de 3

a 6 duplas ligações, tornando-os assim, mais insaturados. Excesso do próprio ácido e de outros ácidos polinsaturados de cadeia longa, como o ácido eicosapentaenóico ou docosahexaenóico, íons de cálcio e alguns hormônios, podem inibir a ação da enzima 6-dessaturase, tendo como consequência o bloqueio da síntese do ácido araquidônico e formação do ácido oléico (ω -9) (CLANDININ et al., 1980; INNIS, 1992).

Os autores citados acima alertam para a importância desse bloqueio, referindo-se ao fato de que o ácido araquidônico é precursor de mediadores bioquímicos envolvidos nos processos de inflamação, infecção e modulação do sistema imune, pois os eicosanóides, principalmente as prostaglandinas (série 2) e os leucotrienos (série 4) são sintetizados a partir do ácido araquidônico. Além disso, esses compostos agem em uma grande variedade de processos evolutivos e fisiológicos como: fechamento do ducto arterial; diminuição da translocação bacteriana; interação plaquetária; integridade da função renal.

O balanço entre os ácidos graxos ω -6 e ω -3 e o risco de se desenvolver doenças coronarianas, são discutidos no trabalho de HU (2001), onde o autor afirma que como os dois substratos competem pela mesma enzima (6-dessaturase) é necessário que haja um equilíbrio na ingestão destes nutrientes. O ácido linoléico (ω -6) está mais presente em óleo de milho e girassol, enquanto o ácido α -linolênico (ω -3) encontra-se em óleo de canola, soja, vegetais de grãos verdes e óleo de peixes. O excesso de consumo de ω -6, implica em um excesso de metabólicos *trans* interferentes, provenientes da industrialização dos produtos, e que são responsáveis

pela promoção de doenças cardiovasculares. Os ácidos graxos afetam a função imune, não apenas pela quantidade total de ácidos graxos, mas também pela proporção entre os tipos de PUFA ω -6 e ω -3. Elevada ingestão de 18:2 ω -6 associada a baixa ingestão de 18:3 ω -3, acompanhado de relativa baixa ingestão de outros óleos (óleo de peixe), pode resultar em uma pressão competitiva contra ω -3.

A figura 2 destaca ainda que por outra via metabólica, o ácido α -linolênico (18:3, ω -3) se transforma em ácido eicosapentaenóico e docosahexaenóico, que também são precursores da prostaglandinas (série 3) e leucotrienos (série 5). Estas conversões também são mediadas pela enzima 6-dessaturase (CLANDINI et al., 1980; INNIS, 1992).

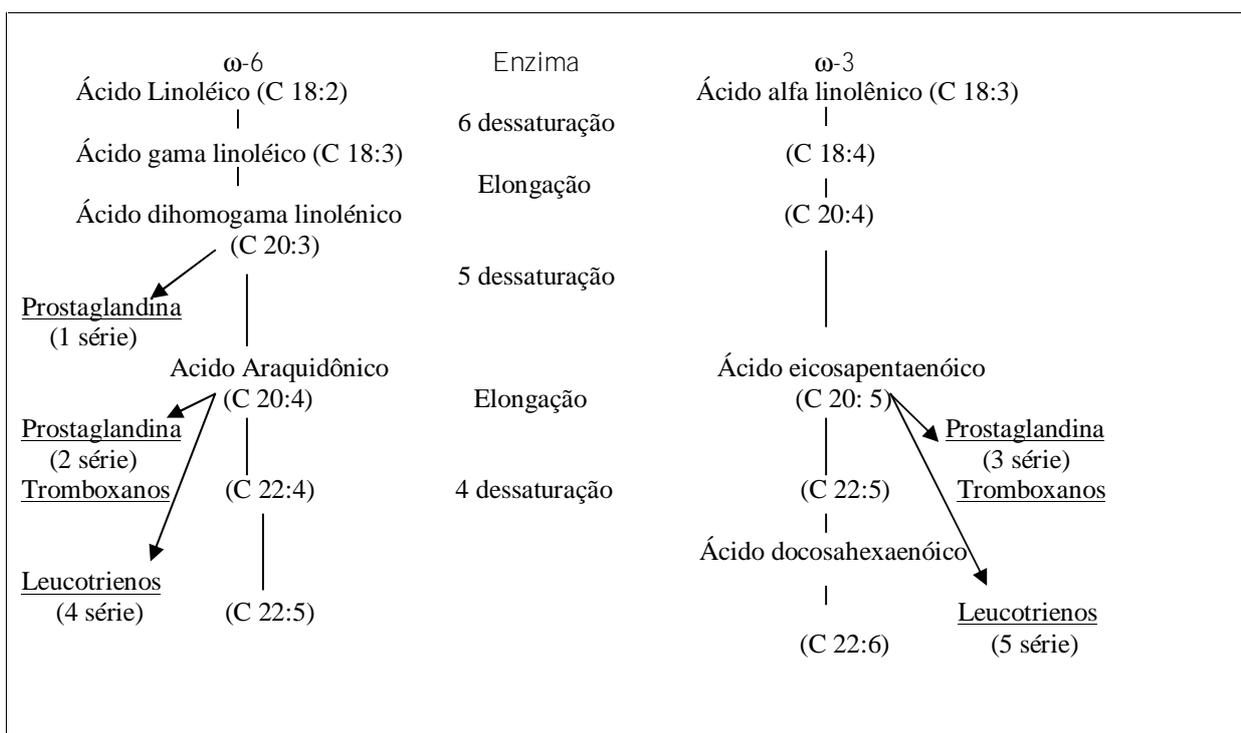


Figura 2: Conversão de ácidos graxos ω -6 e ω -3 para ácidos graxos de cadeia longa.

Fonte: Ward, 1995.

Estudos mostram, que tanto o recém-nascido de termo quanto o pré-termo são capazes de sintetizar os LcPUFAs araquidônico e docosahexaenóico pela enlogação e dessaturação dos ácidos graxos essenciais. Entretanto, essa habilidade no processo de síntese depende da (DOSENKO, 1995): presença adequada de ácidos graxos essenciais; oferta energética proporcional, ou seja, relação adequada entre carboidratos e lipídios e presença da atividade enzimática, principalmente da enzima dessaturase.

Entre os vários alimentos que contêm os lipídios fundamentais, os peixes e seus derivados, especialmente seus óleos, são ricos em ácidos graxos essenciais ω -3 eicosapentaenóico (C 20:5), o EPA e docosahexaenóico (C 22:6), o DHA (KATAN, 1995).

1.5 Efeitos medicinais e nutricionais dos PUFAs.

Simopoulos (1990), Ward (1995), Calder (1998), Connor (2000), Nordoy (1999), Lima et al. (2000), Hu (2001) e Kitajka et al. (2002), constatam que o ácido graxo EPA e DHA tem sido motivo de discussão em vários artigos e conferências, pois, seus efeitos fisiológicos são observados na prevenção e tratamento de várias doenças. As principais doenças, que podem ser prevenidas ou minimizadas, com efeito, dos ácidos graxos essenciais, ω -3 e ω -6 são:

- cardiovasculares: hipertensão, hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia e outras;
- funções visuais e cerebrais: desenvolvimento da retina e cérebro;

- desordens auto-imunes: lupus, nefropatias, artrite reumatóide e outras;
- doença de Crohn;
- alguns tipos de câncer: mama, cólon e próstata e outras.

Em membranas da retina, cérebro e espermatozóides, o DHA constitui 36% do total de ácidos graxos (CARLSON et al., 1993; CONNOR, 1992).

Uma ingestão adequada de lipídios parece ser necessariamente importante e aumentada durante a gestação, lactação e nutrição materno infantil (CARLSON, et al., 1993). DHA está presente, em considerável quantidade no leite materno e em menor quantidade no leite de vaca (IAN e HOFFMAN, 1996).

Dados clínicos, sugerem a correlação entre os PUFAs, principalmente o DHA, e desenvolvimento dos olhos e cérebro em fetos normais. As altas concentrações de DHA encontrados na retina e córtex cerebral dos fetos e neonatos refletem sua necessidade integral no desenvolvimento das funções neurais e visuais (BIRCH et al., 1992; CONNOR et al., 1992; FARQUHARSON, 1994).

Um estudo comparativo, realizado com meninos entre os 6 e 12 anos de idade, diagnosticou que àqueles que se submetiam a uma dieta rica em teores de ácidos graxos ω -3 e ω -6, apresentaram desenvolvimento mais acelerado, enquanto os que ingeriam uma dieta pobre em relação a estes nutrientes, ficaram prejudicados, com dificuldade para o aprendizado, maior ansiedade, insônia e diminuição na concentração e respostas a estímulos nervosos (STEVENS et al., 1995).

Quando, por algum motivo, a alimentação não é adequada durante a gravidez e infância, recomenda-se empregar à dieta, produtos especiais enriquecidos com o ácido graxo ω -3. Diversas Organizações têm auxiliado no desenvolvimento de formulações similares às encontradas no leite materno (FAO/WHO, 1994; CARLSON et al., 1993).

Lu, Windsor e Harris (1999) em um estudo experimental constataram que os efeitos benéficos obtidos através do óleo de peixes têm influência direta na formação ação do VLDL plasmático, diminuindo a produção de partículas de VLDL e conseqüentemente, diminuindo a conversão a LDL.

Um estudo epidemiológico, abrangendo 65 cidades rurais Chinesas, diagnosticou em exames sorológicos, que indivíduos que, comumente se alimentam de peixe frescos (3 - 4 dias na semana) ou em perfeita conservação, possuíam valores ótimos (> que 40 mg) para o HDL (bom colesterol) e adequados (< 130 mg) para o LDL (colesterol ruim), reduzindo as chances do aparecimento de doenças cardiovasculares. Outras relações positivas existem para o consumo de peixes e os valores de glutathione peroxidase, selênio e α e β -tocoferol; importantes antioxidantes celulares. Níveis reduzidos de DHA em células vermelhas sangüíneas apontam para 3 vezes mais o desenvolvimento de doenças crônicas. No caso de diabetes demonstrou-se positiva, porém, sem relação significativa entre DHA e triglicerídeos. Alguns tipos de cânceres parecem ter associação com quantidades diminuídas de DHA, mas, a probabilidade de desenvolvimento da doença parece estar muito mais relacionada com o aparecimento do fungo *Aspergillus flavus* em peixes da região. A

baixa ingestão de produtos industrializados é outro fator contribuidor para a saúde desta população (WANG, 2003).

Um trabalho de Tepaske (2001), com monitoramento de grupo controle, destaca que pacientes que realizaram algum tipo de cirurgia cardíaca, diminuem os riscos de complicações pós-operatórias, como inflamação e problemas circulatórios, quando de dez a quinze dias antes da cirurgia, são submetidos à administração com drogas contendo na formulação α -arginina, vitamina e ω -3.

Há evidências de que uma suplementação dietética com ω -3 durante seis meses reduz em 67 % os riscos de doenças autoimunes e inflamatórias, principalmente câncer de cólon e esôfago. Isto é possível, pois os ácidos graxos essenciais, especialmente o C20:5 ω -3 (EPA), é capaz de diminuir ou inibir os estímulos para produção de citocinas (IL-1, IL-6, TNF- α e IFN- γ), elementos bioquímicos produzidos nos estados inflamatórios e envolvidos no processo de stress fisiológico. Indivíduos que realizaram transplante de coração, também tiveram uma melhor recuperação, diminuindo a produção de TNF- α (MAES et al., 2000; SIMOPOULOS, 2002).

Pacientes com cirrose do tipo alcoólica ou não, foram controlados em um estudo de Watanabe e colaboradores em 1999. Encontraram-se quantidades diminuídas de DHA em relação àqueles que não têm cirrose. Doze cápsulas diárias, contendo 408 mg de DHA, foram responsáveis por minimizar os efeitos da encefalopatia hepática,

que acometeu estes pacientes, por reduzir a atividade das enzimas dessaturase e alongase.

Recentemente, um estudo randômico com 38 sujeitos dislipidêmicos, analisou os efeitos dietéticos da suplementação diária contendo 3 g de EPA e 3 g de DHA. Foi constatado que, a adição destes nutrientes na alimentação, teve pouco efeito positivo nos valores de triacilglicerol. Em contrapartida, houve uma maior concordância para a sistêmica arterial, reduzindo a pressão do pulso e aumentando a resistência vascular, por melhorar as propriedades viscoelásticas. Efeitos estes, que podem reduzir os riscos de eventos cardiovasculares (NESTEL et al; 2002).

Outra contribuição benéfica destes ácidos se dá no controle e prevenção da aterosclerose. A formação e aderência de placas de gorduras nas artérias são mediadas por ativação de células imunes e interação entre lipídios dietéticos e produção de citocinas, ao qual são fatores de necrose tumoral. Ácidos graxos PUFAs, especialmente ω -3 provenientes de óleo de peixes, são responsáveis por promover uma melhor elasticidade das artérias, propiciando a passagem do fluxo sanguíneo, ajudando no combate as placas de ateromas e diminuindo a produção de citocinas (CUNNINGHAM-RUNDLES et al; 2003). Ringseis e Eder (2003), verificaram que, ratos alimentados com óleo de peixe, diminuem a biossíntese endógena de 7β -hidroxicolesterol, envolvido na progressão da aterosclerose, exercendo efeito citotóxico em células vasculares. Quando outro grupo foi alimentado com óleo de peixe mais colesterol, o resultado foi similar.

Um trabalho experimental, utilizando ratos da raça Wistar, referencia que a deficiência de ω -3 têm relação direta com desordens psiquiátricas. Este fato é justificado, pois este nutriente está envolvido nas funções do sistema nervoso central, responsável pelos níveis ideais de neurotransmissores dopamínicos, tanto mesocortical quanto mesolímbicos (ZIMMER et al., 2002). Horrobin e colaboradores em 1994 comprovam que doenças neurológicas como a esquizofrenia, acomete principalmente indivíduos que se alimentam de dieta pobre em ácidos graxos PUFAS.

Maes e colaboradores (1999), associaram casos de depressão com dieta insuficiente quanto aos níveis de ω -3 e ω -6. Também relacionaram a desordem psicológica com a redução orgânica do bom colesterol (HDL) e a diminuição dos valores de zinco. Quando por algum motivo, a prolongação do ω -3 a EPA e DHA é deficiente, pode ocorrer uma constituição irregular das membranas fosfolipídicas levando-os à depressão.

1.6 Necessidade dos ácidos graxos na dieta

Holman e colaboradores (1982), analisaram uma menina de 6 anos de idade, que após retirar 30 cm do seu intestino foi monitorada por 5 meses, com nutrição parenteral, prescrita com altos níveis de ácido linoléico e pobre em ácido linolênico. A paciente apresentou episódios de fraqueza, alucinações nervosas, dificuldade para caminhar, dores nas pernas e distúrbios de visão. Após adequação da dieta, contendo o ácido linolênico, os sinais e sintomas neurológicos desapareceram.

Neste experimento, a estimativa de ácido linolênico, foi de aproximadamente 0,54 % do total de calorias.

Principalmente em países mais industrializados, há evidência de que o consumo reduzido de ácidos graxos essenciais dietéticos, por parte da população, está relacionado a principal causa de mortalidade: as doenças cardiovasculares (CVD). Os PUFAs, atuam no organismo, reduzindo o colesterol sanguíneo de baixa densidade (LDL), o maior responsável pela formação das placas de ateroma que se fixam no interior das artérias, causam o entupimento e ocasionam a aterosclerose, seguindo para infarto do miocárdio e outros problemas cardiovasculares relacionados (KROMHOUT et al., 1985; KINSELLA et al., 1990).

O excesso no consumo de óleos e gorduras industrializadas oferece riscos à saúde, pois durante o processo de hidrogenação, os ácidos linoléico e α -linolênico, tanto no rumem de bovinos, quanto na industrialização de óleos, são transformados em isômeros *trans* de ácidos oléicos (VESBY, 1994). Estudos feitos por Katan e colaboradores (1995), mencionam que estes ácidos graxos *trans* com 18 carbonos e uma dupla ligação (ácido elaídico), possivelmente apresentam propriedades similares aos dos ácidos graxos saturados, do que aos correspondentes ácidos graxos de 18 carbonos e uma dupla ligação em configuração *cis* (ácido oléico).

Os efeitos estimados sobre os níveis de colesterol, oferecidos por diferentes dietas em relação ao conteúdo de ácidos graxos de cadeia longa, podem ser vistos na tabela 1.

Tabela 1. Relação entre os diferentes ácidos graxos da dieta e o efeito sobre os níveis de colesterol sangüíneo.

Ácidos graxos	Efeitos sobre o colesterol sangüíneo
<u>Saturados</u>	
Caprílico (8:0)	± 0
Cáprico (10:0)	± 0
Láurico (12:0)	↑
Mirístico (14:0)	↑↑
Palmítico (16:0)	↑
Esteárico (18:0)	± 0
<u>Monoinsaturados</u>	
Oléico (18:1 ω-9 cis)	↓
Elaídico(18:1 ω-9 trans)	↑
<u>Poliinsaturados</u>	
Linoléico (18:2 ω-6)	↓
α- linolênico (18:3 ω-3)	↓

Fonte: Meydani (1999).

Keys (1987) e Hegsted et al. (1995), afirmam que um alto consumo de gorduras saturadas, contribui para concentrações elevadas de colesterol sangüíneo.

Na Espanha, a ingestão de leite enriquecido com ω-3 (133 mg de EPA e 200 mg de DHA, mais ácido oléico, vitaminas E, B6 e ácido fólico, preveniu nos jovens o aparecimento de doenças cardiovasculares, por manter adequadamente normais, as taxas de homocisteína sangüínea (BARÔ et al., 2003).

Meydani (1999) e Weber et al., (1991), concordam em estudos clínicos e epidemiológicos que os efeitos protetores do consumo ideal de peixes ou óleo de peixes, atribuídos à formação dos ácidos ω -3, principalmente EPA e DHA, tem demonstrado efeitos anti-trombogênicos.

Para Sanchez–Muniz (1987) e Weber et al. (1991), evitar um estado de deficiência, significa adequar a relação entre ω -6 e ω -3, e também entre o ácido araquidônico, visto que há um alto consumo humano, de óleos vegetais ricos em ácido linoléico (ω -6) e reduzida ingestão de alimentos ricos em ω -3.

1.7 Referências

BARÔ L.; FONOLLÁ J.; PENA J.L.; MARTINEZ-FERÉZ A.; LUCENA A.; JIMENEZ J.; BOZA J.J. n-3 fatty acids plus oleic acid and vitamin supplemented milk consumption reduces total and LDL cholesterol, homocysteine and levels of endothelial adhesion molecules in healthy humans. *Clin. nutrition*, n. 22(2), p.175-182, 2003.

BIRCH, E.E.; BIRCH, D.G.; HOFMAN, D.R.; UAUY, R. Dietary Essential Fatty Acid Supply and visual acuity Development. *Invest. Ophthalmol.*, v.33, p.3242-3253, 1992.

BOLETIM ESTATÍSTICO DA PESCA INDUSTRIAL DE SANTA CATARINA – ANO 2002. Ações Prioritárias ao Desenvolvimento da Pesca e Aqüicultura no Sul do Brasil. Itajaí, UNIVALI, 2001 e 2002.

CALDER, P.C. Dietary fatty acids and immune system. *Nutr. Review*, n.56, p.70-83, 1998.

CALNDININ, M.T., CHAPPEL, J.E.; LEONG, S.; HEIN, T.; SAYER P.P. Change, intrauterine fatty Acid accretions for fatty acid requirements. *Earl. Hum. Dev.* 4:121, 1980.

CARLSON, S.E.; WERKMAN, S.H.; RHODES, P.G.; TOLLEY, E.A. Visual-acuity development in healthy preterm infants: effect of marine-oil supplementation. *Am. J. of Clin. Nutr.*, v.58, p.35-42, 1993.

CONNOR, W.E.; NEURINGER, M.; and REISBICK, S. Essential fatty acids: the importance of n-3 fatty acids the retina and brain. *Nutr. Review*,v.50, n.4, p.21-29, 1992.

CONNOR, W. E.. Importance of n-3 fatty acids in health ando disease. *Am. J. of Clin. Nutr.* v.71, p.171-5, 2000.

CUNNINGHAM-RUNDLES S. Is the fatty acid composition of immune cells the key to normal variatins in human immune response? *Am. J. of Clin. Nutr.*, v.77, p.1096-7, 2003.

DOSENKO I.L. Do polyunsaturated acids protect agains oxidation-induced lung damage? *J. of Nutrition*, v.124, p.1652-1656, 1995.

FAO/WHO. Nutrition and development: A Global assessment. *FAO*. Rome, 1992.

FAO/WHO. Lipids in early Development in fats and Oils in Human Nutrition. v.57, p.49-55, 1994.

- FARQUHARSON, J. Infant cerebral cortex and dietary fatty acids. *Eur. J. of Clin. Nutrition.*, v.48(suppl), p.S24-S26, 1994.
- HEGSTED, D.M.; McGANDY, R.B.; MYERS, M.L.; STARE, F.J. *Am. J. of Clin Nutr.*, v.17, p.281, 1995.
- HOLLMAN, R.T.; JOHNSON, S.B.; HATCH, T.F. A case of human linolenic acid deficiency involving neurological. *Am. J. of Clin. Nutr.*, v.35, p.617-623, 1982.
- HORROBIN, D.F.; GLEN, A.I.M.; VADDADI, K. The membrane hypothesis of schizophrenia. *Schizophr. Res.*, v.13, p.195-207, 1994.
- HU, F.B. The balance between ω -6 and ω -3 fatty acids and the risk of coronary heart disease. *Dep. Of nutr. Havard School of Public Health*, v.17, p.741-742, 2001.
- IAN, S., HOFFMAN-LA, N. Food enrichment with long-chain n-3 PUFA. *Food Technology inform*, v.7, n.2, febr, p.169-177, 1996.
- INNIS, S. M. Essential fatty acid requirements in human nutrition. *Canadian J. Phisiology Pharmacology*, v.71, n.1, p.699-706, 1992.
- KATAN, M.B. Fish and heart disease. What is the real story? *Nutr. Reviews*, v.53(8), p.228-230, 1995.
- KEYS, A.; ANDERSON, J.T.; GRANDE, F. *Metabolism*, v.14, p.776, 1987.
- KINSELLA, J.E. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible Mechanisms. *Am. J. of Clin. Nutr.*, v.52, p.1-28, 1990.
- KITAJKA, K.; PUSKAS, L.G.; ZVARA, A.; HARCKLER Jr.L.; BARCELO-COBLIJN, G.; YEO, Y.K., et al. The role of n-3 polyunsaturated fatty acids in brain: modulation of rat brain gene expression by dietary n-3 fatty acids. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, USA, v.99, p.2619-2624, 2002.
- KROMHOUT, D.E.B.; BOSSCHIETER, C.; COULANDER, C. The inverse relation between fish consumption and 20-year mortality from coronary heart disease. *The New England J. of Medicine*, v.312, p.1205-1209, 1985.
- LIMA, F. E. L.; MENEZES, T N.; TAVARES, M.P.; SZARFARC, S.C; FISBERG, R.M. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. *Ver. Nutr.*, Campinas, n.13(2), p.73-80, 2000.
- LU, G.; WINDSOR, S.L.; HARRIS, W.S. Omega-3 fatty acids alter lipoprotein subfraction distributions and the in vitro conversion of very low density lipoproteins to low density lipoproteins. *J. Nutri. Biochem.*, v.10, p.151-158, 1999.

LUZIA L. A.; SAMPAIO G.R.; CASTELLUCCI C.M.N.; TORRES E.A.F.S. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. *Food Chemistry*, 2003.

MAES, M.; CHRISTOPHE, A.; DELANGHE, C.A.; NEELS, H.; MELTZER, H.Y. Lowered ω 3 polyunsaturated fatty acids in serum phospholipids and cholesterol esters of depressed patients. *Psychiatry Res.*, v.85, p.275-291, 1999.

MAES, M.; CHRISTOPHE, A.; BOSMANS, E.; LIN, A. and NEELS, H. In humans serum polyunsaturated fatty acid levels predict the response of proinflammatory cytokines to psychologic stress. *Biol. Psychiatry*, n.47, p.910-920, 2000.

MASAYOSHI, O. & EVERALDO, L. M. *Manual de Pesca – ciência e tecnologia do Pescado*. Ed. Varela, v.1, 1999.

MÉNDEZ, E.; GONZÁLEZ, R.M.; INOCENTE, G.; GIUDICE, H. and GROMPONE, M.A. Lipid content and fatty acid composition of Fillets of six fishes from the Rio de la Plata. *J. Food Comp. and Analy.*, v. 9, p. 163-170, 1996.

MEYDANI, MOHSEN. Omega-3 fatty acids alter soluble markers of endothelial function in coronary heart Disease patients. *Nutr. Reviews.*, v.58, n.2, p.56-59, 1999.

NELSON, D.L. *Lipídios*. In: Vieira, E.C.; GAZZINELLI, G., MAREAS-GUIA, M., eds. *Bioquímica Celular e Biologia Celular*. Atheneu, Rio de Janeiro, p.23-43, 1991.

NESTEL, P.; SHIGE H.; POMEROY S.; CEHUM M.; ABBEY M.; RAEDERSTORFF D. The n-3 fatty acids eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid increase systemic arterial compliance in humans. *Am. J. of Clin. Nutr.*, v.76, p.326-30, 2002.

NJINKOUÉ, J-M.; BARNATHAN G.; MIRALLES J.; GAYDOU E-M.; SAMB A. Lipids and fatty acids in muscle, liver and skin of three edible fish from the Senegalese coast: *Sardinella maderensis*, *Sardinella aurita* and *Cephalopholis taeniops*. *Comparative Biochemistry and Physiology.*, v.131, p.395-402, 2001.

NORDOY ARNE. Dietary fatty Acids and Coronary Heart Disease. *Lipids*, v.34, p.s19-s22, 1999.

PLAHAR, W.A.; NERQUAYE-TETTEH, G.A.; ANNAN, N.T. Development of an integrated quality assurance system for the traditional *Sardinella* sp. and anchovy fish smoking industry in Ghana. *Food Control*, v.10, p.15-25, 1999.

RINGSEIS, R. and EDER K. Effects of dietary fish oil and oxidized cholesterol on the concentration of 7β -hydroxycholesterol in liver, plasma, low density lipoproteins

and erythrocytes of rats at various vitamin e supply. *Eur. J. of Lipid Sci. Technol.*, v.105, p.121-129, 2003.

SANCHEZ –MUNIZ, F. J. Prevencion com dieta para una vida longeva. Relevancia del consumo de pescados. *Revista Clínica Española*, v.180, p 43-47, 1987.

SIMOPOULOS, A.P. Omega-3 fatty acid in health and disease. *Nutr. and Aging*, p.129-156, 1990.

_____, Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimune diseases. *J. Am. C. of Nutr.*, vol. 21, n.6, p.495-505, 2002.

STEVENS, L.J.; ZENTAL, S. S.; ABATE, M.L.; KUCZEK, T. and BURGESS, J. R. Omega-3 fatty acids boys with behavior, learning, and health problems. *Physiology & Behavior*, v.59, p.915-920, 1995.

SUH, M.; WIERZBICKI, A.A.; LIEN, E.L.; CLANDININ, M.T. Dietary 20:4n-6 and 22:6n-3 modulates the prolife of long and very-long-chain fatty acids, rhodopsin content, and Kinetics in developing photoreceptor cells. *Pediatr. Res.*, v.28, p.524-530, 2000.

TEPASKE, R.; VELTHUIS, H.; STRAATEN, H. M.; HEISTERKAMP, S.H.; DEVENTER, S.J.H.; INCE, C.; EYSMAN, L.; KESECIOGIU, J. Effects of preoperative oral immune-enhancing nutritional supplement on patients at high risk of infection after cardiac surgery: a randomised placebo-controlled trial. *Lancet*, v.358, p.696-701, 2001.

URQUIZA De, A.M.; LIU, S.; SJOBERG, M.; ZETTERSTROM, R.H.; GRIFITHS, W.; SJOVALL, J. Docosahexaenoic acid, a ligand for retinoid x eceptor in mouse brain. *Science*, n.290, p.2140-2144, 2000.

VESBY, B. Implications of long-chain fatty acids studies. *Health Nutr. Inform.*, v.5, n.2, p.182-185, febr, 1994.

XIAO, Y. E.; WRIGHT, S.N.; WANG, G.K.; MORGAN, J.P.; LEAF, A. Corxpression with beta(1)-subunit modifies the Kinetics and fatty acid block of hH1(alpha) Na (+) chanel. *Am. J. of Physiol.* V.279, p.35-46, 2000.

WANG, Y.; CRAWFORD, M.A.; CHEN, J.; LI, J.; GHEBREMENSKEL, K.; CAMPBELL, T.C.; FAN, W.; PARKER, R.; LEYTON, J. Fish consuption, blood docosahexaenoic acid and chonic diseases in chinese rural populations. *Comp. Biochemistry and Physiol. Part.*, In prees. 2003.

WARD, P.O. Microbial production of long-chain PUFAs. *Biotechnology Inform*, v.6, n.6, p.683- 687, jun. 1995.

WATANABE, A.; SAITO, S.; TSUCHIDA, T.; HIGUCHI, K.; OKITA, M. Low plasma levels of docosahexaenoic acid in patients with liver cirrhosis and its correction with a polyunsaturated fatty acid-entriched doft oil capsule. *Nutrition*, v.15, p.284-288, 1999.

WEBER, P.C. and A. LEAF. World R. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in Europa. *Am. J. of Clin. Nutr.*, v.71, p.218, 1991.

ZIIMMER, L.; VANCASSEL, S.; CANTAGREL, S.; BRETON, P.; DELAMANCHE, S.; GUILLOTEAU, D.; DURAND, G.; CHALON, S. The dopamine mesocorticolimbic pathway is affected by deficiency in n-3 polyunsaturated fatty acids. *Am. J. of Clin. Nutr.*, v.75, p.662-7, 2002.

Efeito da sazonalidade sobre a composição química de Sardinha (*Sardinella brasilienses*), Atum (*Katsuwonus pelanis*), Corvina (*Micropogonias furnieri*) e Pescada (*Cynoscion steindacheri*) capturados no litoral de Santa Catarina, Brasil.

Resumo

Foi estudada a influência da variação sazonal na composição química e valor calórico de 4 espécies de peixes mais comumente capturadas no litoral de Santa Catarina como: atum (*Katsuwonus pelanis*), corvina (*Micropogonias furnieri*), pescada (*Cynoscion steindacheri*) e sardinha (*Sardinella brasilienses*). As amostras foram constituídas de 2 Kg de filés sem a pele por espécie em cada estação do ano, provenientes da mesma área de captura. Foi comprovado uma variação nos teores de nutrientes das espécies durante os diferentes períodos sazonais. Do ponto de vista nutricional, alimentos provenientes de peixes são relatados na literatura por possuir propriedades nutracêuticas, contribuindo para a redução de doenças cardiovasculares, auto-imunes, tipos de câncer dentre outras. O efeito benéfico à saúde pode ser representado pela boa quantidade de ferro, onde a sardinha apresentou o maior número de 2,60 mg/100g para o verão, bem como a corvina ofereceu o menor valor com 0,38 mg/100g no período da primavera. Em geral ao longo do ano, a atum foi o peixe mais rico em ferro seguido da sardinha, corvina e pescada. O valor mais elevado de cálcio foi encontrado para a sardinha (164 mg/100g) no outono e foi o atum no inverno que apresentou o menor valor (0,38 mg/100g). Quanto o conteúdo de sódio, 460 mg/100g para a sardinha no inverno. Em nenhuma amostra analisada foi encontrada a presença de carboidratos e fibra bruta, obedecendo a literatura. Quanto à umidade a maior percentagem foi para filés de pescada capturados na primavera.; valor maior de cinzas foi achado para a sardinha do inverno. Foi o atum do inverno, o peixe que ofereceu maior teor de proteínas (25,90 g/100g) e a mesma espécie no outono apresentou o maior conteúdo de lipídios (6,19 g/100g). Em relação aos ácidos graxos, foi observada uma variação entre C 12:0 a C 22:6 em todas as espécies, porém os mais representativos foram o C16:0, C 16:1, C18:0, C 18:1, C 20:4, C 20:5, C 22:5 e C 22:6. Para cada espécie estudada foram detectadas variações nas porcentagens dos ácidos graxos nos distintos períodos sazonais, entretanto não foi observada uma constância da variação. Nas quatro espécies foi encontrada a presença de EPA e DHA. O peixe atum no inverno apresentou os melhores teores de EPA e DHA seguido da sardinha na primavera.

Palavras chaves: peixes marinhos, filés, composição química, ácidos graxos polinsaturados, ômega três (ω -3), ômega seis (ω -6), variação sazonal.

Abstract

It was studied the seasonal variation influence in the chemical composition and calorie value of four marine fish species usually caught in Santa Catarina coast, as: *Katsuwonus pelanis*, *Micropogonias furnieri*, *Cynoscion steindacheri* and *Sardinella brasilienses*. The fish samples of each specie weighing 2Kg of fillets, without the skin, were caught in each season of the year coming from the same fishing area. It was proved a nutritional grade variation of the fish species during the different seasonal periods. Concerning the nutritional point of view, derived fish foods, by products have nutraceutical attributes that help in the cardiovascular diseases reduction, self-immunity, some kinds of cancer and other diseases as reported by the literature. The beneficial effects to the health can be represented by the good iron quantity found in the fish species, and the *Sardinella brasilienses* presented the highest number of 2.60 mg/100g during the summer time, as the *Micropogonias furnieri* presented the lowest value of 0.38 mg/100g during the spring time. Generally, during the year the *Katsuwonus pelanis* presented the highest iron content followed by the *Sardinella brasilienses*, *Micropogonias furnieri* and *Cynoscion steindacheri*. The *Sardinella brasilienses* had the highest calcium content (164 mg/100g) in the autumn and the *Katsuwonus pelanis* presented the lowest value (0.38mg/100g) in the winter. About the sodium content, the *Sardinella brasilienses* presented 460 mg/100g in the winter. In none of the analyzed samples were detected carbohydrate and crude fibre as confirmed by the literature reported. Concerning the moisture content the *Cynoscion steindacheri* caught in spring presented the highest percentage and the *Sardinella brasilienses* had the highest ash value in the winter. The *Katsuwonus pelanis*, caught in the winter showed the greatest protein contents (25.90 g/100g) and the same fish specie presented the highest lipids contents (6.19 g/100g). About fatty acids, it was observed a variation between C12:0 and C22:6 in all the studied marine fish species, the most representative were C16:0, C16:1, C18:0, C18:1, C20:4, C20:5 and C22:6. For each kind of studied fish specie was detected a percentage variation of fatty acids in the different seasonal periods, however it was not observed a standard constancy. EPA and DHA presence was found in the four studied fishes. The *Katsuwonus pelanis* presented the best EPA and DHA values during the winter followed by the *Sardinella brasilienses* in the spring.

Key words: marine fishes, fillets, chemical composition, polyunsaturated fatty acids, n-3 fatty acid, n-6 fatty acid, seasonal variation.

1 INTRODUÇÃO

Peixes são alimentos nutricionalmente indispensáveis à dieta humana, por apresentarem na sua composição, teores importantes de nutrientes como: minerais, principalmente Mg, Zn, Cu e Se; vitaminas antioxidantes hidrossolúveis do complexo B e lipossolúveis A e D ,e, especialmente os *ácidos graxos essenciais polinsaturados* (PUFAs) da série ômega (ω) seis (6) e três (3), particularmente o EPA (ácido eicosapentaenóico) e DHA (ácido docosahexaenóico). (FAO/WHO, 1992; MASYOSHI e EVERALDO, 1999).

Diferentes trabalhos citados na literatura (STEVENS et al., 1995; NORDAY, 1999; CONNOR, 2000; MAES et al., 2000; MEYDANI, 2001; NESTE et al., 2002; SIMOPOULOS, 2002; BARÓ et al., 2003; CUNNIGHAM-RUNDLES, 2003) confirmam que uma intervenção dietética ao menos adequada de ácidos graxos essenciais ω -3, e ω -6 apresentam efeitos fisiologicamente benéficos ao organismo humano, inibindo o aparecimento e/ou agravamento de inúmeras doenças. As principais doenças que podem ser prevenidas e/ou tratadas pelos efeitos endógenos destes nutrientes são:

- doenças cardiovasculares; hipertensão, hipercolesterolemia, aterosclerose e outras.
- auto-imunes; lupus, nefropatias, asma, artrite reumatóide e outras.
- Câncer; esôfago, cólon e outros.

Uma ingestão adequada de PUFAs parece ser, necessariamente importante durante a gestação e lactação, pois quando quantidades consideráveis de DHA

são encontradas no leite materno e nutrição materno infantil contribuem para o desenvolvimento normal do sistema neural e visual da criança. Pacientes cirróticos, bem como indivíduos com tendência às desordens psicológicas, também reduzem sinais e sintomas quando alimentados com teores consideráveis destes nutrientes (BIRCH , 1992; CONNOR, 1992; CARLSON, 1993; FARQUHARSON, 1994; WATANABE et al., 1998; ZIMMER et al., 2002).

Entretanto, parece ser que o melhor envolvimento dos PUFAs, especialmente EPA e DHA estão relacionados à sua atuação na biossíntese do colesterol plasmático, diminuindo a produção do VLDL e LDL (colesterol ruim) e aumentando o HDL (bom colesterol) (HARRIS, 1997; CONNOR, 2000; LIMA et al., 2000; BARÓ et al., 2003).

Uma dieta rica em alimentos à base de pescados, pode suprir as quantidades nutricionais de ácidos graxos essenciais recomendadas pela RDA de 1989, e uma dieta à base destes nutrientes especiais, pode ser a forma mais simples e eficaz de promover saúde e longevidade à população (GALLI et al., 1994; MEYDANI, 1999).

Estudos comprovam que peixes oriundos de diversas regiões do mundo apresentam em sua composição, quantidades extremamente importantes de EPA e DHA. No Brasil a carne da *Sardinella sp.* é rica em EPA e DHA. No Uruguai, a corvina branca (*Micropogonias furnieri*) oferece valor significativo destes PUFAs. Na costa Senegalesa a *Sardinella maderensis*, e a *Sardinella aurita*, contribuem

como fontes especiais de EPA e DHA (BADOLATO E, 1994; NJINKOUÉ et al., 2001; LUZIA, 2003).

Em Santa Catarina, a pesca é uma das principais atividades econômicas do estado, obtendo também, um valor significativo no cenário pesqueiro nacional e internacional. Mais de 500 embarcações de pesca industrial utilizaram nossos portos para a descarga de pescado no ano de 2002 e, o volume obtido foi da ordem de 110.619 toneladas. Os municípios de Itajaí e Navegantes são os pioneiros e correspondem por cerca de 91 % da produção, seguido em terceiro lugar por Laguna (BOLETIM ESTATÍSTICO DA PESCA INDUSTRIAL, 2002).

Wang et al. (2003), num estudo epidemiológico e Sugano (2000) destacaram que o costume em ingerir peixes ou derivados nas refeições, garante respectivamente aos Chineses e Japoneses, usufruir de perfeita saúde e melhor expectativa média de vida. Também, Kris-Etherton et al. (2000) já alertaram a população americana sobre os perigos de uma alimentação deficiente em ácidos graxos polinsaturados e excedente em gorduras saturadas.

Existe, contudo, uma variação nos valores da composição da parte comestível, especialmente em lipídios, dos diferentes tipos de peixes. Diversos fatores influenciam estas diferenças nutricionais, tais como: espécie, maturidade sexual, tamanho, local de captura, sexo, temperatura da água, estação do ano e especialmente o hábito alimentar de cada pescado (ARMSTRONG et al., 1991; STANSBY, 1969 e 1973).

A causa de maior preponderância para as modificações quanto à constituição química dos pescados, principalmente nos níveis de ácidos graxos é representado pela qualidade e quantidade do fitoplâncton disponível no habitat. Esses alimentos são a maior fonte de ácidos graxos, em especial os da série ômega-3 (BADOLATO et al., 1994; STANSBY, 1969; HERBRETEAU, et al., 1997; BELL e SARGENT, 2003; LUZIA, et al., 2003; ROBIN e VICENT, 2003; TONON et al., 2003).

A sazonalidade é outro fator que pode interferir nos níveis dos lipídios dos peixes. Ácidos graxos polinsaturados, bem como o colesterol apresenta valores distintos quando comparados nos períodos de verão, outono, inverno e primavera (BADOLATO et al., 1994; SLOTTE, 1999; LUZIA et al., 2002; HAMRE et al., 2003).

Desta forma, este estudo teve como finalidade analisar a influência dos diferentes períodos sazonais (verão, outono, inverno e primavera), na composição química, valor calórico e quantitativo de ácidos graxos ômega 3 e 6, das quatro espécies mais comumente consumidas e capturadas no estado de Santa Catarina, sul do Brasil (atum, corvina, pescada e sardinha), Este trabalho contribuirá para o início de um mapeamento, que futuramente terá como resultado, a elaboração de uma Tabela Nutricional Regional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

No presente estudo, foram utilizadas as seguintes espécies de peixes: Sardinha (*Sardinella brasilienses*), Atum (*Katsuwonus pelamis*), Corvina (*Micropogonias furnieri*) e Pescada (*Cynoscion steindacheri*). Todos os peixes provenientes de capturas da costa catarinense, foram coletados no mercado público da cidade de Itajaí – SC, sempre nos primeiros 15 dias das quatro estações do ano. As amostras foram mantidas em gelo, desde o manuseio a bordo até o processamento.

2.2 Amostragem

Na amostragem realizada sazonalmente, não foi levado em consideração o sexo das espécies, fatores fisiológicos ou diferenças anatômicas. Foram, porém escolhidos peixes adultos e procedentes da mesma área de captura. Os peixes foram eviscerados, limpos, filetados manualmente no mercado público de Itajaí e 2 Kg de cada espécie por período sazonal, foram transportados em caixas térmicas com gelo para o Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC e congelados a -18°C para posterior análise.

2.3 Preparação das amostras

Os filés congelados foram enviados ao Laboratório de Físico-Química onde foram triturados em moinho de facas e então descongelados a temperatura ambiente. Por quartilhamento, foram retiradas frações de 50g de amostra por espécie para posterior análise.

2.4 Determinação da composição química e valor calórico.

Nas amostras de filés, obtidas a partir de amostragem por espécie e estação do ano, as análises com exceção do sódio foram determinadas em triplicata. Os teores de substâncias voláteis a 105C (umidade), proteína bruta, extrato etéreo (lipídios totais), resíduo mineral fixo (cinzas) e sódio foram determinados segundo os métodos números 32.1.02, 991.20, 13.033, 920.153 e 969.23 da *Association of Official Analytical Chemistry – AOAC* (2000), respectivamente. Cálcio segundo o método descrito em Pearson's (1991, p.32/33), Colesterol e ferro foram determinados segundo os métodos descritos nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985, p 57-58 e p.39, respectivamente). O valor calórico total foi calculado pelos fatores de Atwater, ou seja, proteínas e carboidratos por 4,0 e lipídios por 9,0 .

2.5 Determinação dos ácidos graxos

No laboratório de Físico química da UFSC, os lipídios determinados pelo método (AOAC. N° 13.033, 2000), foram metilados e esterificados segundo Maia e Rodriguez-Amaya (1993), pelo método de Metcalf et al (1966), conforme demonstra o procedimento na figura 1. A seguir, os éteres metílicos foram acondicionados em tubos de ensaio, com atmosfera de nitrogênio, congelados a -18°C e, imediatamente enviados ao Laboratório de Óleos e Gorduras da Universidade de Campinas – UNICAMP para posterior identificação da fração de ácidos graxos.

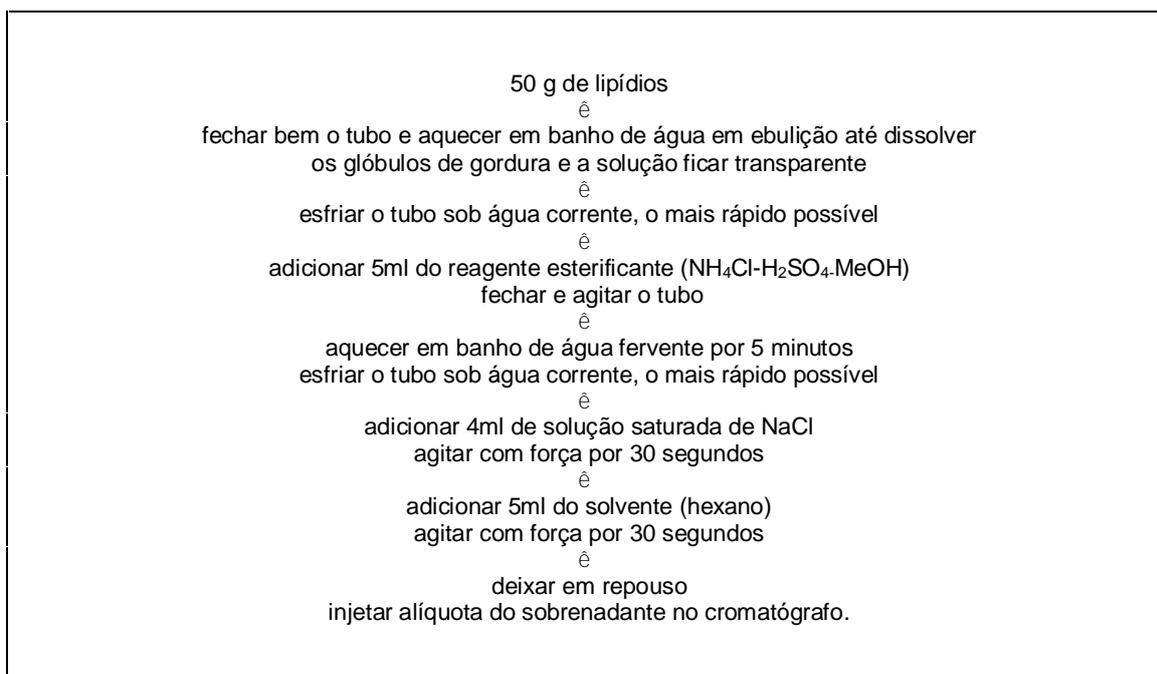


FIGURA 1 - Derivatização dos ácidos graxos.

Fonte: Maia e Rodriguez-Amaya, 1993.

A identificação dos ácidos graxos foi realizada em comparação aos tempos de retenção de um padrão (n° 87 da Nuchek) , com as mesmas condições das amostras.

O equipamento utilizado foi um Cromatógrafo Gasoso Capilar CGC, Agilent 6850 Series GC System. Coluna capilar DB-23 AGILENT(50% cyanopropyl)-methylpoysiloxane com dimensões de 60 m, f it:0,25 mm, 0,25 mm filme. As condições de operação do cromatógrafo foram: temperatura do forno a 195 °C durante 20 minutos; 195 °C a 215 °C com um gradiente de temperatura de 5 °C por minuto; 215 °C por 16 minutos. Temperatura do detector a 280 °C; temperatura do injetor a 250 °C. Gás de arraste hélio; *Split*: 1:50, detector FID. Sistema de integração através do Software HPChem da Agilent.

2.6 Análise estatística

Os resultados experimentais foram expressos pela média com seu respectivo erro padrão médio (\pm SEM – *Standard Error Medium*). As comparações entre as espécies foram realizadas através da análise da variância (ANOVA) de uma via ou duas vias, seguidas pelo pós-teste de “Tuckey”. As diferenças encontradas foram consideradas estatisticamente significativas para um $p \leq 0,05$. A análise de componentes principais (ACP) foi utilizada para identificar as possíveis correlações entre as variáveis (parâmetros físico-químicos) das quatro espécies de peixes, para cada época do ano.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os valores obtidos por estação do ano, para composição química e valor calórico dos filés das espécies de peixes estudadas. Tal como o especificado representado na figura 2, o conteúdo de umidade dos filés, apresentou variações estatisticamente significativas em relação à estação do ano em que os diferentes peixes foram capturados. Para todas as espécies, os valores encontrados estiveram dentro da faixa estipulada para peixes marinhos que segundo Hart e Fisher (1971), está entre 64 e 90 %.

O atum obteve o valor mais elevado de umidade (73,54 %) no inverno e o mais reduzido no outono (69,49 %), o outono também foi a estação que apresentou variação significativa, em relação ao inverno, primavera e verão. Na corvina, os valores de umidade foram semelhantes aos encontrados no trabalho de Zamboni, 1961 em espécies brasileiras e Badolato (1994) com peixes da região de São Paulo.

Neste estudo, a corvina apresentou o maior teor de umidade na primavera (81,60 %). Entretanto, para todas as espécies as variações entre as estações foram pouco significativas, sendo o outono em relação à primavera e ao verão as diferenças mais representativas. Em comparação ao determinado por Zamboni (1961), o conteúdo de umidade da corvina no presente estudo foi superior, ou seja maior que 78 %.

TABELA 1 – Composição química e valor calórico de filés de sardinha (*Sardinella brasiliensis*), (*Katsuwonus pelamis*), corvina (*Micropogonias furnieri*) e pescada (*Cynoscion steindachneri*) capturados litoral catarinense, 2002.

Período Sazonal		COMPOSIÇÃO QUÍMICA								
		Umidade g/100g ±SEM	Prot. bruta g/100g ±SEM	Lipídios g/100g ±SEM	Cinzas g/100g ±SEM	CHO totais g/100g	Fibra bruta g/100g	Kcal 100g	Na mg/100g	Ca mg/100g ±SEM
Atum	V	72,38 ± 0,01	25,43 ± 0,04	2,28 ± 0,01	0,12 ± 0,01	< 0,01	< 0,010,12 ± 0,01	116,52	160	15,24 ± 0,40
	O	69,49 ± 0,02	23,86 ± 0,02	6,19 ± 0,15	1,22 ± 0,04	< 0,01	< 0,01	148,39	230	34,09 ± 4,50
	I	73,54 ± 0,14	25,28 ± 0,14	0,56 ± 0,02	1,24 ± 0,01	< 0,01	< 0,01	103,76	240	0,80 ± 0,00
	P	71,70 ± 0,12	25,89 ± 0,03	0,56 ± 0,02	1,41 ± 0,09	< 0,01	< 0,01	108,64	230	18,50 ± 5,20
Corvina	V	81,04 ± 0,01	18,44 ± 0,20	0,82 ± 0,10	1,08 ± 0,03	< 0,01	< 0,01	75,62	320	43,80 ± 4,90
	O	79,80 ± 0,07	17,95 ± 0,21	1,76 ± 0,03	1,08 ± 0,01	< 0,01	< 0,01	83,12	280	34,51 ± 5,90
	I	80,30 ± 0,10	17,56 ± 0,13	2,26 ± 0,04	1,03 ± 0,003	< 0,01	< 0,01	90,58	240	4,15 ± 0,30
	P	81,60 ± 0,07	16,75 ± 0,28	1,13 ± 0,01	0,73 ± 0,02	< 0,01	< 0,01	68,01	190	31,00 ± 0,60
Pescada	V	77,12 ± 0,10	19,21 ± 0,14	3,97 ± 0,08	0,92 ± 0,01	< 0,01	< 0,01	107,61	180	27,30 ± 1,20
	O	81,39 ± 0,03	16,39 ± 0,16	1,38 ± 0,02	0,89 ± 0,02	< 0,01	< 0,01	80,00	210	30,40 ± 3,10
	I	82,50 ± 0,14	16,68 ± 0,06	1,34 ± 0,02	0,75 ± 0,03	< 0,01	< 0,01	73,50	190	27,00 ± 2,70
	P	84,36 ± 0,04	14,91 ± 0,05	1,07 ± 0,07	0,34 ± 0,00	< 0,01	< 0,01	66,47	90	29,80 ± 0,30
Sardinha	V	77,91 ± 0,06	20,68 ± 0,13	1,46 ± 0,04	1,47 ± 0,02	< 0,01	< 0,01	89,78	200	131,90 ± 8,60
	O	77,28 ± 0,09	19,49 ± 0,12	2,03 ± 0,00	1,30 ± 0,01	< 0,01	< 0,01	95,78	200	164,80 ± 12,10
	I	75,66 ± 0,05	19,52 ± 0,60	2,81 ± 0,03	1,74 ± 0,00	< 0,01	< 0,01	104,50	460	124,10 ± 11,00
	P	75,05 ± 0,08	15,03 ± 0,03	2,07 ± 0,15	1,52 ± 0,00	< 0,01	< 0,01	99,55	290	146,50 ± 7,80

V = verão O = outono I = inverno P = primavera

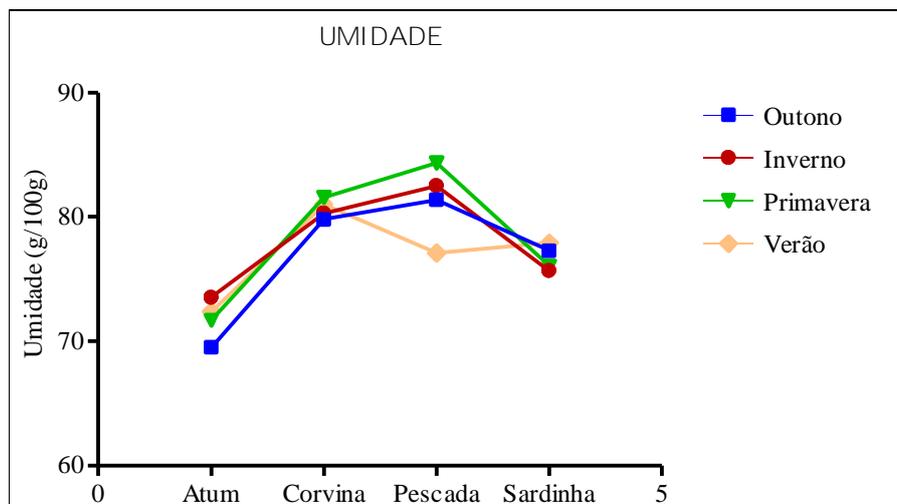


Figura 2 – Efeito da sazonalidade sobre o conteúdo de umidade.

Para a pescada, foi a primavera que contribuiu com o maior teor de umidade (84,37 %) e todos os grupos (outono em relação à primavera, inverno e verão; inverno em relação à primavera e verão; e primavera em relação ao verão) apresentaram variações significativas ao nível de $p < 0,001$ em todas as estações do ano. Quanto à sardinha-verdadeira, quatro trabalhos puderam ser utilizados para comparação (BADOLATO et al., 1994; LUZIA, et al., 2003; ITÔ e SILVA, 1969; NINKOUË et al., 2001), porém, em nenhum deles foram utilizadas espécies da mesma área de captura. Os dois primeiros autores, anteriormente citados, utilizaram pescados capturados na costa de Santos, estado de São Paulo. Os teores de umidade determinados no presente estudo foram ligeiramente superiores aos encontrados por Badolato, (1994) e as diferenças mais significativas foram verificadas para o outono em relação ao inverno e primavera, e para o inverno e primavera em relação ao verão.

Ao comparar a quantidade de umidade das quatro espécies estudadas observa-se a pescada na primavera apresentou o maior teor (84,37 %), seguido da pescada do inverno (82,55 %) e corvina na primavera (81,68 %). O atum foi o peixe com menor conteúdo em todas as estações do ano. A sazonalidade afetou pouco os teores de umidades dos filés das espécies estudadas, igualmente à achados em outro trabalhos (HART e FISHER, 1971; MUSTAFA e MEDEIROS, 1885).

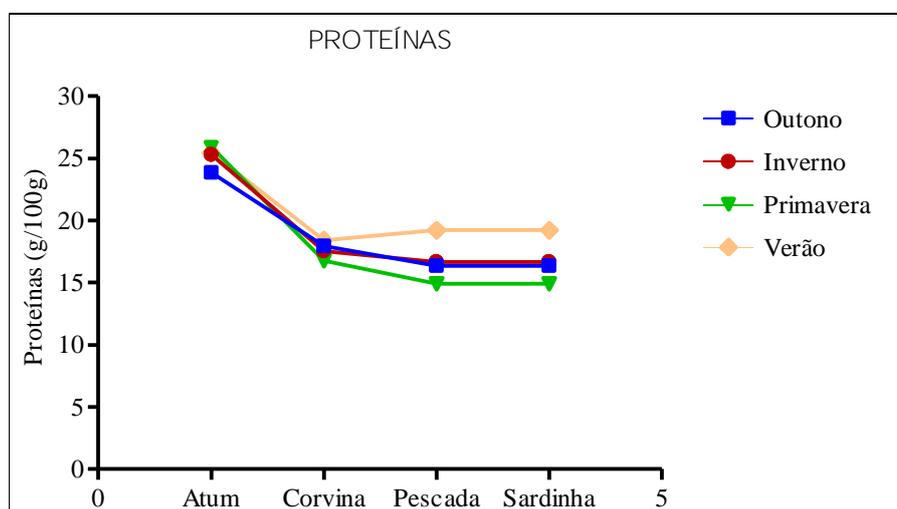


Figura 3 – Efeito da sazonalidade sobre o conteúdo de proteína.

Segundo os dados apresentados na tabela 1 e representados na figura 3, o conteúdo de proteína bruta dos filés, apresentou variações estatisticamente significativas em relação à estação do ano em que os diferentes peixes foram capturados. No atum o teor protéico foi mais elevado na primavera (25,89 %), sendo que o outono em relação às outras estações (inverno, verão e primavera) foi à estação que apresentou maior nível de representatividade ($p < 0,01$) e um

$p < 0,05$ foram apresentados no inverno em relação à primavera e primavera em relação ao verão.

Na corvina o teor mais elevado de proteína foi no verão (18,44 %) valor semelhante ao encontrado por Badolato (1994) que apresentou para a mesma espécie e igual período, um valor de 18,9 %. Já na estação do outono um valor superior ao aqui determinado (20,7 % contra 17,95 %). A única variação sazonal, pouco significativa para esta espécie, foi observada no outono (17,95%) em relação ao inverno (17,56 %).

O conteúdo protéico da pescada foi maior no verão (19,21 %) em relação aos demais períodos do ano 16,39 %, 16,68 %, 14,91 % , outono, inverno e primavera, respectivamente.

Para a sardinha, o trabalho de Badolato (1994) apresentou valores em média um pouco elevado do que o obtido neste estudo (21,4 % à 18,7 %), o mesmo aconteceu quando em comparação ao trabalho de Ito e Silva, 1969 (22, 0 %) O maior conteúdo de proteína na sardinha para este trabalho, foi determinado no período do verão (20,68 %).

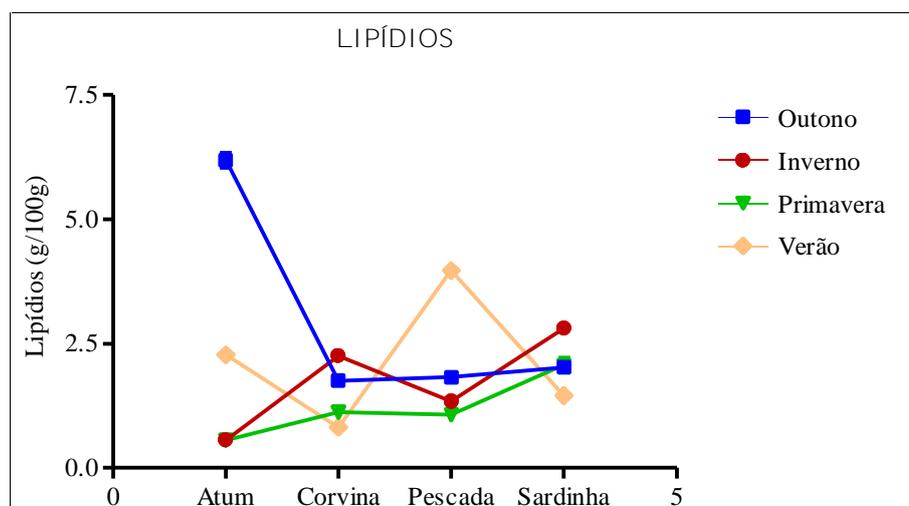


Figura 4– Efeito da sazonalidade sobre o conteúdo de lipídios.

De acordo com o exposto na tabela 1 e representado na figura 4, o conteúdo de lipídios dos filés, apresentou variações estatisticamente significativas em relação à estação do ano em que os diferentes peixes foram capturados. No atum, as estações do ano interferiram significativamente na composição de lipídios. Com exceção do inverno em relação à primavera que não apresentou nenhum grau de significância, todos os outros grupos outono (6,19 %) em relação ao inverno (0,56 %), primavera (0,56 %) e verão (2,28 %); inverno em relação ao verão e primavera em relação ao verão) apresentaram valores diferenciados, estatisticamente significativos entre si. A diferença entre o conteúdo lipídico do outono para as demais estações foi significativa em nível de $p < 0,001$.

A corvina no inverno apresentou o maior valor de lipídios, 2,26 % e, as diferenças entre os demais períodos também foram significativas, 0,82 %, 1,76 %, 1,13 %, verão, outono e primavera, respectivamente. Estes resultados concordam, em parte com os de Luzia, (2003) onde a corvina no inverno apresentou um teor 2

vezes maior de lipídios em relação ao verão. Neste estudo, a diferença mais significativa foi verificada entre os períodos de inverno e verão ($p < 0,01$).

O conteúdo lipídico da pescada em relação a sazonalidade apresentou variações significativas em relação ao verão (3,97 %) com as demais estações, respectivamente 1,38 %, 1,34 % 1,07 % para outono, inverno e verão.

Na sardinha o teor de lipídios foi menor no verão (1,47 %) e aproximadamente o dobro no inverno (2,81 %) ficando nas demais estações em níveis muito próximos 2,03 % no outono e 2,07 % na primavera.

O teor de lipídios determinado nos filés das espécies estudado concorda com outros trabalhos citados na literatura onde, na fração comestível dos peixes os valores comumente encontrados estão na faixa de 0,5 a 6,19 % (STANBY, 1969 e 1973). Em média, foi o atum que apresentou maior teor de lipídios, seguido da sardinha, pescada e corvina. Com exceção do atum proveniente do outono, que apresentou um conteúdo lipídico superior a 6 %, todas as demais espécies podem ser qualificadas como alimentos de baixo teor lipídico, ou seja, menos de 5 % (STANBY, 1973).

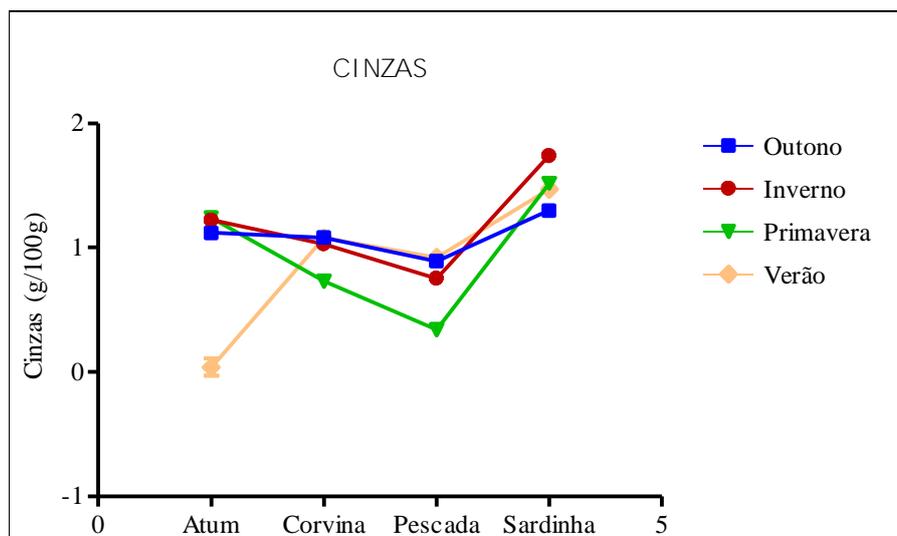


Figura 5 – Efeito da sazonalidade sobre o conteúdo de cinzas.

Observando a tabela 1 e figura 5, o conteúdo de cinzas dos filés, apresentaram variações estatisticamente significativas em relação à estação do ano em que os diferentes peixes foram capturados. O atum apresentou o maior valor de cinzas, na primavera (1,41 %) e o menor no verão (0,12 %), ao qual foi o período que apresentou, em relação as outras estações, a maior variação significativa.

No que concerne à corvina, só houve diferenças significativas referentes aos teores de cinzas entre a primavera (0,73 %) e as demais estações, respectivamente, 1,08 %, 1,08 % e 1,07 %, verão, outono e inverno. Para Zamboni (1961), o valor médio de cinzas determinado na corvina foi de 1,07 %, enquanto que neste estudo, a média de todas as estações foi ligeiramente menor (0,98 %).

Com respeito ao teor de cinzas na pescada, o menor conteúdo foi observado na primavera (0,34 %) e o maior no verão (0,92 %). Também houve diferenças significativas entre as estações, com exceção do outono em relação ao verão.

A quantidade de cinzas encontrada na sardinha foi semelhante às encontradas na literatura, ou seja, entre 1 e 2 % (MORAIS e CARVALHO, 1992). O maior conteúdo foi no inverno (1,74 %) contra 1,30 % no outono, 1,47 % no verão e 1,52 % na primavera. No trabalho de Badolato (1994) a sardinha apresentou maior quantidade de cinzas na sua composição no período da primavera e, no presente estudo foi no inverno. O atum no período de verão foi a espécie que apresentou o menor valor de cinzas em relação à todas as espécies estudadas.

Em nenhuma amostra foi encontrada a presença de carboidratos e fibra bruta confirmando o relato de outros trabalhos da literatura (BADOLATO et al., 1994)

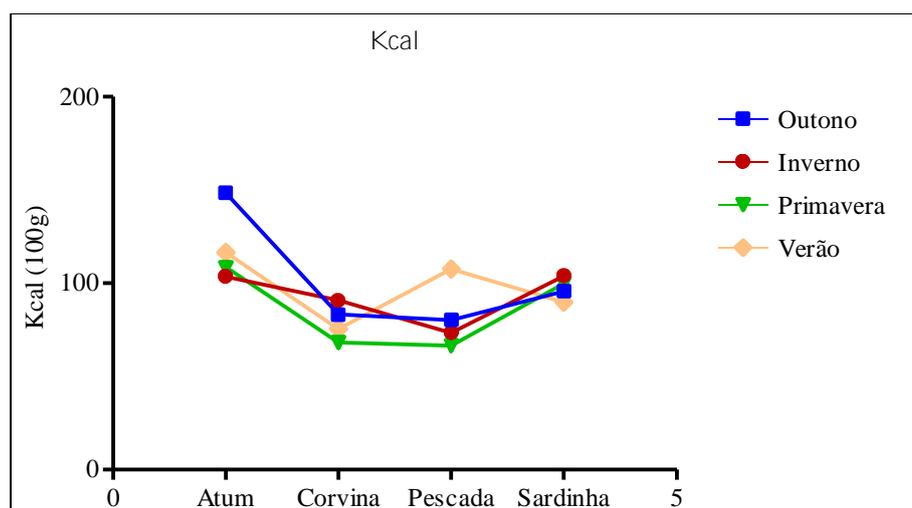


Figura 6 – Efeito da sazonalidade sobre o valor calórico total.

Conforme o especificado na tabela 1 e representado na figura 6, o conteúdo calórico dos filés, apresentou variações estatisticamente significativas em relação à estação do ano em que os diferentes peixes foram capturados. O atum foi mais calórico no outono, certamente influenciado pela grande quantidade de lipídios totais nesta estação.

Para a corvina o valor calórico variou pouco representativamente ao longo dos diferentes períodos sazonais, com valores respectivos para verão, outono, inverno e primavera igual a 75,62 %, 83,12 %, 90,58 % e 68,01 %. O mesmo não aconteceu com a pescada que mostrou ser mais calórica no período do verão (107,61 Kcal), referindo-se ao fato de neste período esta espécie apresentou maior conteúdo de lipídios e proteínas que nas demais estações. Para a sardinha, o valor calórico apresentou pouca diferença estatisticamente significativa entre os diferentes períodos sazonais, (89,78 Kcal no verão, 95,78 Kcal no outono, 104,50 Kcal no inverno e 99,55 Kcal na primavera).

Das espécies estudadas, a sardinha foi a que apresentou o segundo maior valor calórico médio, influenciado pela quantidade apreciada de proteínas seguido de lipídios.

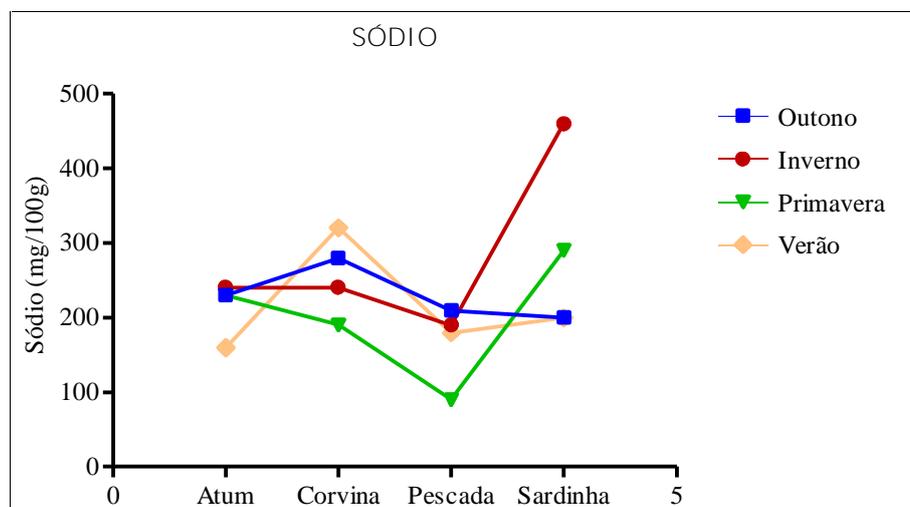


Figura 7 – Efeito da sazonalidade sobre o conteúdo de sódio.

Conforme o apresentado na tabela 1 e representado na figura 7, o conteúdo de sódio dos filés, apresentou variações estatisticamente significativas em relação à estação do ano em que os diferentes peixes foram capturados.

O valor de sódio para o atum foi maior no inverno (240 mg/100g) e menor no verão (160 mg/100g), apresentando variações não significativas entre as demais estações. Para a corvina valores bastante diferentes foram observados em todas as estações, demonstrando haver diferenças estatisticamente significativas em nível de $p < 0,001$ nos períodos de verão com 190 mg/100 g e 320 mg/100 g na primavera.

O valor mais discrepante de sódio foi apresentado para a pescada onde, na primavera obteve-se um valor de 90 mg/100 contra 210 mg/100 g no outono.

A sardinha no inverno apresentou o maior conteúdo de sódio (460 mg/100 g) tanto em relação aos outros períodos sazonais, quanto em relação ao conteúdo determinado nas outras espécies estudadas. Também foram observadas diferenças significativas entre outono, inverno e primavera, respectivamente, 200 mg/100 g, 460 mg/100g e 290 mg/100 g. Não houve significância entre os períodos de verão e outono. A sardinha no inverno foi o peixe com o maior conteúdo de sódio e, a pescada na primavera, o menor.

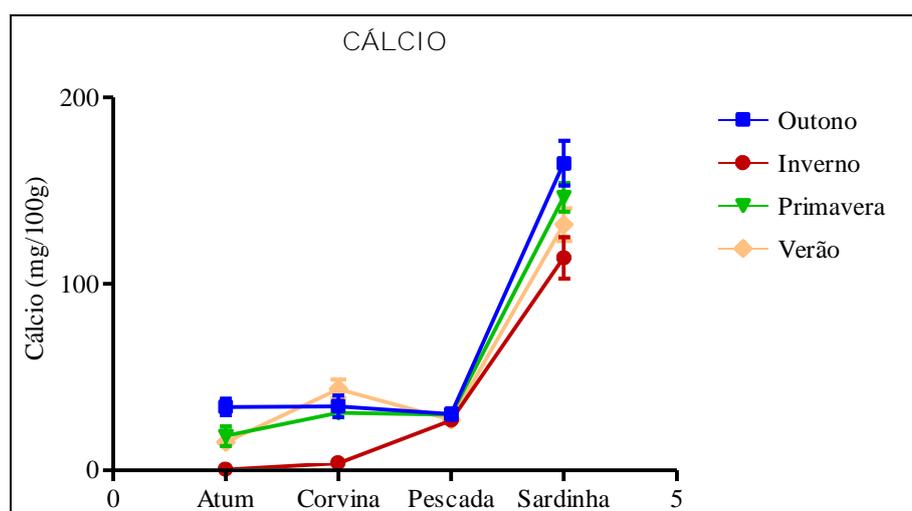


Figura 8– Efeito da sazonalidade sobre o conteúdo de cálcio.

Os dados da tabela 1, representados na figura 8, mostram o conteúdo de cálcio dos filés, apresentando variações estatisticamente significativas em relação às estações do ano em que os diferentes peixes foram capturados.

No atum, os valores de cálcio foram altamente discrepantes 34,09 mg/100 g no outono, 18,54 mg/100 g no inverno e 15,24 mg/100 g no verão. As maiores variações foram observadas entre outono e inverno com um nível de significância de $p < 0,01$. A relação entre verão e primavera foi significativa somente em nível de $p < 0,05$.

Na corvina houve diferenças estatisticamente significativas no conteúdo de cálcio entre os diferentes períodos sazonais, sendo que os mais expressivos foram obtidos no verão (43,80 mg/100 g), seguidos do outono e primavera, 34,51 mg/100 g e 31,00 mg/100 g, respectivamente. O menor valor observado foi no inverno (4,14 mg/100 g).

A sardinha não apresentou diferenças significativas ($p > 0,05$) em relação as diferentes estações do ano, porém seu conteúdo é extremamente superior ao encontrado nas demais espécies estudadas. O maior valor foi obtido para este peixe no outono (164,8 mg/100 g). Desta forma, a ingestão de apenas 100 g de filé de sardinha pode suprir cerca de 20 % da IDR de cálcio recomendada que é de 800 mg (MINISTÉRIO DA SAÚDE, PORTARIA n. 33). Não houve diferenças significativas no conteúdo de cálcio entre as estações do inverno e primavera e, o menor valor foi observado no inverno (124,10 mg/100 g).

De modo geral, a sardinha no outono foi o peixe com maior conteúdo de cálcio e o atum no inverno, com o menor.

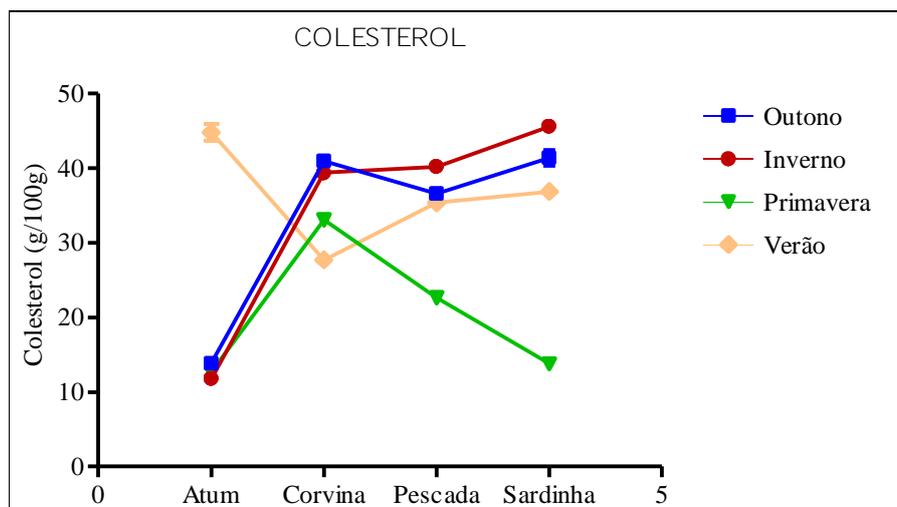


Figura 9 – Efeito da sazonalidade sobre os níveis de colesterol.

Observando os valores expressos na tabela 1, apresentados na figura 9, o conteúdo de colesterol dos filés, apresentou variações estatisticamente significativas em relação às estações do ano em que os diferentes peixes foram capturados. O atum demonstrou conter maior teor de colesterol no verão (44,78 mg/100 g), e esta foi a única estação que variou significativamente em relação às demais.

Para a corvina, o outono foi a estação que apresentou o teor mais elevado de colesterol (40,97 mg/100 g) e o verão o menor (27,71 mg/100 g). As diferenças mais representativas foram do verão em relação à primavera, inverno e outono.

A pescada da primavera demonstrou o menor valor de colesterol, quando comparadas às demais estações (22,64 mg/100 g). Entre outono e verão, não houve variações significativas.

No que concerne à sardinha, o menor valor de colesterol foi detectado na primavera (13,80 mg/100 g) e o maior no outono (45,60 mg/100 g). Todas as estações demonstraram variações significativas entre si.

De modo geral, a sardinha no inverno foi a espécie com maior conteúdo de colesterol e o atum na mesma estação com o menor (45,60 mg/100 g e 11,80 mg/100 g).

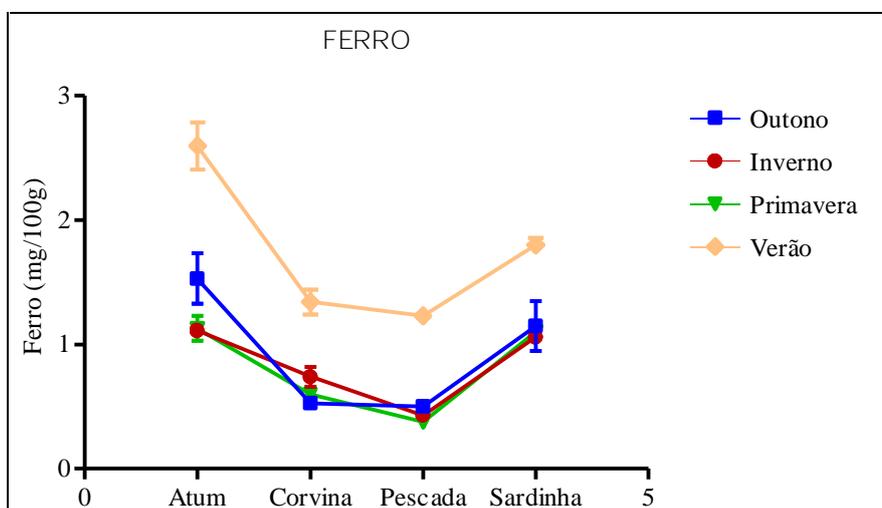


Figura 10 – Efeito da sazonalidade sobre o conteúdo de ferro.

Tal como o especificado na tabela 1 e representado na figura 10, o conteúdo de ferro dos filés, apresentou variações estatisticamente significativas em relação às estações do ano em que os diferentes peixes foram capturados.

No atum, um peixe de carne escura, um teor relativamente alto de ferro foi verificado (2,60 mg/100 g), seguido do outono onde os valores foram significativamente inferiores (1,53 mg/100 g). Praticamente não houve variações entre os períodos de inverno e primavera. A variabilidade encontrada entre o verão e as demais estações foi representativa em nível de $p < 0,001$.

Em relação à corvina, quantidades de ferro foram mais elevadas no verão (1,34 mg/100 g), e uma variação representativa foi observada para este período em relação às demais estações, respectivamente, 0,53 mg/100 g, 0,74 mg/100 g e 0,60 mg/100 g, outono, inverno e primavera.

Similar ao ocorrido com a corvina, na pescada o verão foi o período que apresentou o maior conteúdo de ferro, ou seja, 1,23 mg/100 g. Nas demais estações os valores foram significativamente inferiores, 0,50 mg/100 g no outono, 0,43 mg/100 no inverno e 0,38 mg/100 g na primavera.

Na sardinha, o maior conteúdo foi no verão (1,80 mg/100 g) e o menor no inverno (1,06 mg/100 g). Não houve diferenças significativas entre os períodos de outono, inverno e primavera. Inverno e primavera em relação ao verão, apresentaram teores de ferro com significância somente em nível de $p < 0,05$.

De modo geral, atum e sardinha no verão foram as espécies com maior quantidade de Fe, 2,6 mg/100 g e 1,8 mg/100 g, respectivamente. Estes resultados vêm a concordar com outros trabalhos citados na literatura, que justificam a alta incidência deste micronutriente em peixes de carne escura, especialmente pela quantidade de mioglobina e hemocianina no sangue destas espécies.

À comparação dos resultados, quanto a influência da sazonalidade, ficou prejudicada pelo escasso número de artigos disponíveis sobre o assunto, além das mesmas espécies e área geográfica estudada.

Com base em todos os resultados discutidos anteriormente, pode-se ressaltar que a sazonalidade variou, entretanto, não de forma regular e sistemática sobre a composição química e valor calórico das quatro espécies de peixes analisadas.

A tabela 2 apresenta o perfil de ácidos graxos determinados nos filés da quatro espécies de peixe estudadas ao longo dos diferentes períodos sazonais.

TABELA 2 – Porcentagem de ácidos graxos em filés de sardinha (*Sardinella brasiliensis*), atum (*Katsuwonus pelamis*), corvina (*Micropogonias furnieri*) e pescada (*Cynoscion steidacheri*), capturados na costa catarinense nos diferentes períodos sazonais

Estação do ano	Espécie de peixes															
	Atum				Corvina				Pescada				Sardinha			
	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O
C14:0	0,88	11,45	7,63	4,39	5,42	5,60	3,04	4,33	4,43	5,17	6,26	4,59	7,08	2,12	7,15	10,45
C14:1	-	-	-	0,25	-	0,52	0,38	-	0,26	0,20	0,33	0,32	0,42	-	-	0,66
C.15:0	0,69	2,20	1,32	1,17	1,32	1,25	0,81	1,06	0,56	0,58	0,75	0,80	1,88	-	1,86	2,71
C.16:0	30,41	43,72	39,56	31,78	35,97	40,75	23,97	35,92	25,27	32,40	32,24	38,84	39,57	28,10	40,54	45,16
C.16:1	1,87	9,30	3,66	3,72	14,31	0,40	9,06	14,01	7,56	9,93	8,93	8,34	7,43	3,12	5,99	6,80
C.16:2	-	-	-	-	-	-	1,02	-	0,40	-	-	0,54	-	-	-	-
C.17:0	0,88	0,84	1,53	1,69	1,15	0,98	0,28	0,74	0,36	0,57	0,54	0,81	-	0,88	-	-
C.17:1	0,54	0,46	0,47	0,44	1,34	1,22	0,46	0,78	0,02	0,50	0,54	0,39	-	0,73	-	-
C.18:0	19,39	9,32	12,68	12,43	11,28	12,75	11,26	10,52	6,40	8,58	6,32	9,32	14,58	17,45	14,73	10,63
C.18:1	17,89	13,45	22,77	21,08	18,78	19,94	13,96	19,23	24,63	29,14	26,15	24,69	11,62	24,14	10,80	14,13
C.18:2	-	-	-	0,79	-	0,27	1,37	0,55	1,69	1,07	0,75	0,48	1,68	0,00	1,90	1,03
C.18:3	0,82	0,37	-	-	-	0,28	0,31	-	0,47	0,16	0,17	-	0,45	1,07	1,60	-
C.18:4	-	-	-	-	-	-	0,22	-	0,51	-	0,12	-	-	-	-	-
C.20:0	0,27	0,33	0,51	0,69	1,05	0,48	0,68	1,11	0,38	0,18	0,11	0,44	1,08	0,24	-	1,44
C.20:1	0,40	0,56	0,97	3,34	1,27	0,75	0,82	3,10	0,90	0,47	4,14	0,91	0,65	0,61	0,79	1,38
C.20:2	-	0,74	-	-	-	0,31	0,48	1,34	0,21	1,66	2,44	-	0,49	-	0,57	-
C.20:3	2,88	0,39	-	-	1,35	0,93	-	-	-	0,85	0,88	-	-	0,23	1,57	-
C.20:4	2,46	0,08	2,73	1,04	1,33	0,30	7,04	0,79	2,13	0,35	0,28	0,68	1,38	0,07	-	3,22
C.20:5	2,32	1,68	2,01	1,77	1,46	0,80	6,85	1,90	5,78	1,40	1,27	1,24	1,98	2,31	0,89	0,66
C.22:0	-	0,12	-	0,73	1,39	3,15	0,27	0,76	0,37	0,22	0,64	0,56	-	-	-	-
C.22:1	-	-	-	3,19	-	-	0,64	-	0,53	-	-	0,58	0,22	-	-	-
C.22:2	-	-	0,14	0,66	-	-	0,02	-	0,39	-	-	0,37	0,33	-	-	-
C.22:3	-	-	-	-	-	-	0,17	-	0,31	-	-	0,77	-	-	-	-
C.22:4	0,24	1,75	-	-	1,61	2,40	1,14	1,15	-	1,44	1,00	-	-	0,50	-	-
C.22:5	1,27	0,76	1,17	1,01	-	2,45	5,09	0,87	1,60	0,93	1,45	0,72	0,46	1,23	1,21	-
C.24:0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,87	-	-	-	-	2,77	-	-
C.24:1	-	-	-	2,46	-	-	1,52	-	1,32	-	-	1,47	1,34	-	-	-
C.22:6	16,80	2,46	2,85	7,36	0,96	4,46	9,13	1,84	12,65	4,21	4,80	3,14	7,35	14,43	10,40	1,73

- Não detectados nas condições estudadas.

Foi verificada a presença de uma grande variedade de ácidos graxos de 14 a 22 átomos de carbono em os tipos de peixes. Assim, os principais ácidos graxos saturados foram: palmítico (C16:0) e o esteárico (C18:0), e a soma deles compreendeu, para a maioria das amostras, aproximadamente 50 % do total de ácidos graxos identificados. Dentre as espécies, a sardinha apresentou as maiores porcentagens de C16:0 em todos os períodos (153, 37 %) e a pescada o menor valor (128,75 %). Quando analisada por período sazonal, o valor para C:16 mais elevado ficou por conta da sardinha no outono (45,16 %) e o menor para a corvina do verão (23,97 %). Em relação ao C 18:0, em todas as estações, a sardinha apresentou o maior valor (57,39 %) e a pescada o menor conteúdo (30,62 %), ao qual o atum do inverno demonstrou o conteúdo mais elevado (19,39 %) e a pescada do verão o mais reduzido valor (6,32 %).

Em comparação ao trabalho de Badolato (1994), a corvina do presente estudo apresentou valores mais elevados de ácido palmítico e ácido esteárico. Ao trabalho de Luzia (2003), a corvina do verão demonstrou um valor C 16:0 mais elevado do que o presente estudo e o mesmo acontece em relação à corvina do inverno. Para a sardinha, Luzia (2003) destaca um valor mais elevado no verão e inverno para C 16:0, quando comparado com o trabalho atual.

Para o ácido esteárico, Badolato (1994) demonstra valores menores aos apresentados neste estudo, para a corvina e sardinha em todos os períodos. Para Luzia (2003), a corvina do verão e inverno demonstraram valores mais altos,

porém a sardinha do verão e inverno apresentaram teores mais baixos de C 18:0, quando comparados ao presente trabalho.

Dentre os ácidos graxos monoinsaturados, o oléico (C 18:1, ω -7 + ω -9) foi o mais abundante, seguindo pelo palmitoléico (C 16:1). Quando comparada às outras espécies e aos distintos períodos, a corvina do inverno apresentou o maior valor de palmitoléico (14,31 %) e o mesmo peixe na primavera tiveram 0,48 % deste ácido graxo. Quanto ao ácido oléico, a pescada do outono contribuiu com 24,69 % e a sardinha do verão com 10,80 %.

Badolato (1994) demonstra valores bem próximos aos encontrados para C16:1 tanto para a corvina, quanto para a sardinha. Para Luzia (2003), a sardinha e corvina, do verão e inverno, apresentaram valores muito mais reduzidos quanto ao ácido palmitoléico, aos achados neste trabalho.

Ainda para Luzia (2003), a sardinha do verão apresentou um valor mais alto, e a sardinha do inverno, corvina do verão e inverno mostrou teores mais baixos de ácido oléico do que atual trabalho.

Os ácidos graxos polinsaturados mais importantes encontrados foram o araquidônico (C 20:4, ω -6), o eicosapentaenóico (C 20:5, ω -3) e o docosahexaenóico (C 22:6, ω -3). A somatória dos conteúdos de EPA e DHA foi

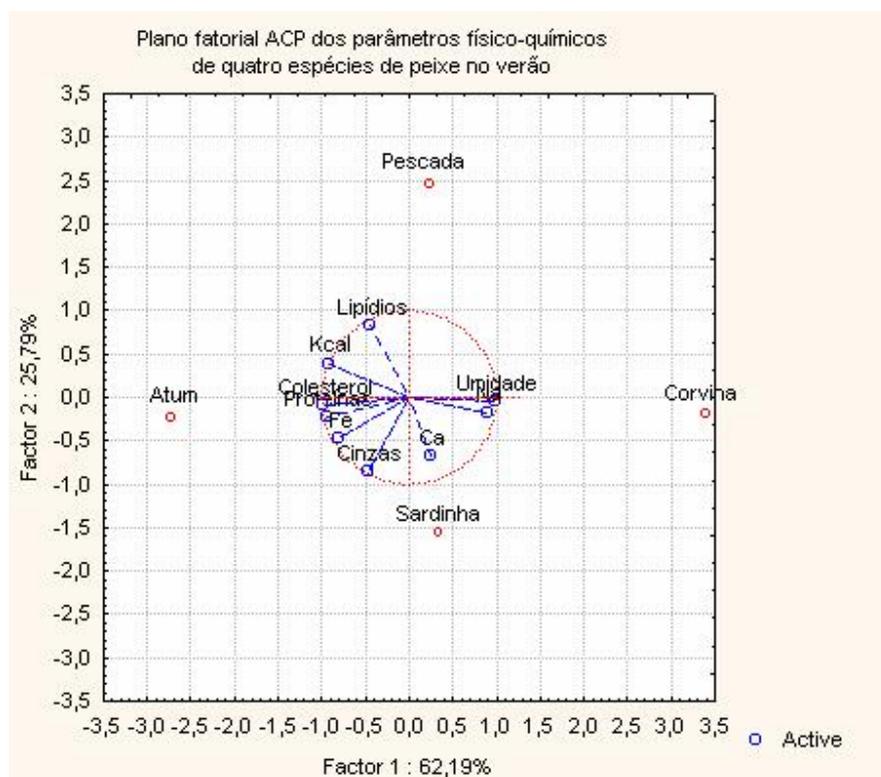
mais representativas à sardinha (39,75 %), seguida do atum (37,28 %), pescada (34,49 %) e corvina (27,4 %).

Os melhores valores de EPA e DHA para o atum, foram referentes ao período do inverno, respectivamente 1,27 % e 16,8 %. Para a mesma espécie, foi verificado um valor de 7,1 % para ω -6 e 42,65 % para ω -3, em relação aos teores totais de ácidos graxos. Para a sardinha, EPA (2,31 %) esteve em maior quantidade na primavera e DHA (14,43 %) também foi mais expressivo durante a primavera. Em geral, a sardinha ofereceu um valor de 79,3 % para ω -6 e 43,8 % para ω -3, em relação aos valores totais de ácidos graxos.

No trabalho de Badolato (1994), a corvina apresentou, para a somatória de EPA e DHA, o maior valor (26,8 %) no verão e menor na primavera (8,9 %). Luzia (2003), obteve para a mesma espécie (12,6 %) no verão e (12,5 %) no inverno para EPA + DHA.

A sardinha apresentou para Badolato (1994), o maior teor de EPA + DHA no verão (33,3 %), no mesmo período para Luzia (2003), este peixe contribuiu com um conteúdo de 13,1 % no verão e 13,2 % no inverno.

As figuras 11, 12, 13 e 14, demonstram as correlações existentes entre a composição química das quatro espécies estudadas nos períodos de verão, outono, inverno e primavera.



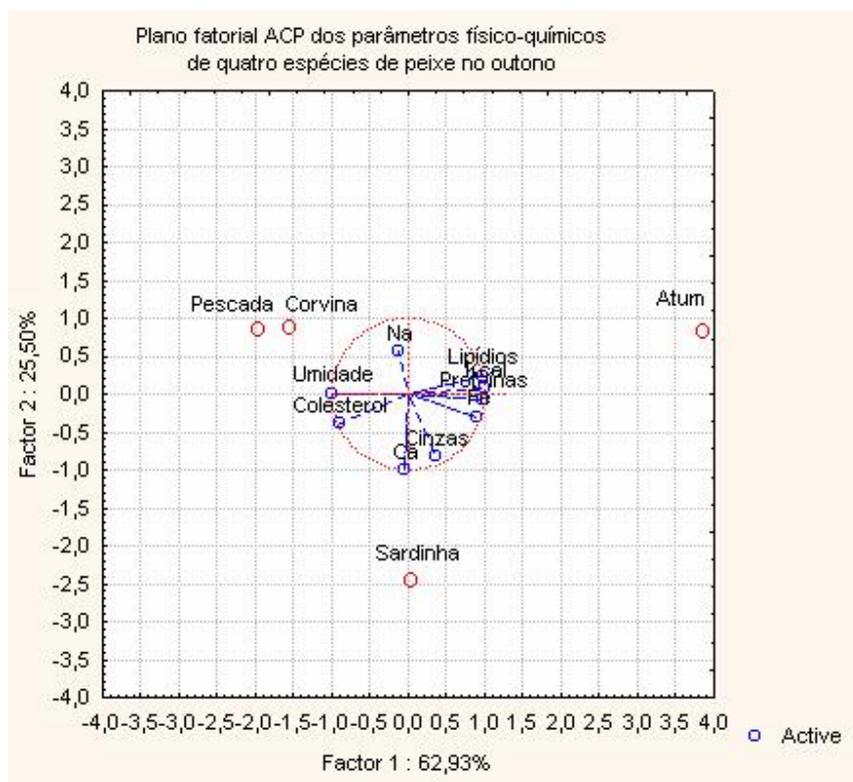
	Umidade	Proteínas	Lipídios	Cinzas	Kcal	Na	Ca	Colesterol	Fe
Umidade	1,000000								
Proteínas	-0,923628	1,000000							
Lipídios	-0,431655	0,180286	1,000000						
Cinzas	-0,417305	0,608643	-0,450125	1,000000					
Kcal	-0,926522	0,759344	0,736514	0,114021	1,000000				
Na	0,854967	-0,734370	-0,673800	-0,313691	-0,908693	1,000000			
Ca	0,346262	-0,184276	-0,432343	0,509147	-0,460283	0,057503	1,000000		
Colesterol	-0,973508	0,926256	0,360891	0,555124	0,874337	-0,887033	-0,151566	1,000000	
Fe	-0,803115	0,910045	-0,152640	0,712856	0,533146	-0,500552	-0,102606	0,802597	1,000000

Figura 11. Plano fatorial ACP dos parâmetros físico-químicos de quatro espécies de peixe no verão e respectiva correlação.

No período do verão, as amostras mais próximas entre si foram a sardinha e o atum. O atum ficou caracterizado pela proteína, conseqüentemente o ferro e colesterol. A umidade ficou melhor representada pela corvina. A pescada foi mais

caracterizada pelos teores de lipídios, enquanto que cinzas e cálcio foram o que melhor caracterizaram a sardinha.

Quando comparadas as quatro espécies simultaneamente, a proximidade indica que as melhores correlações estiveram para o ferro e a proteína, e lipídios, colesterol e proteína com os valores calóricos.

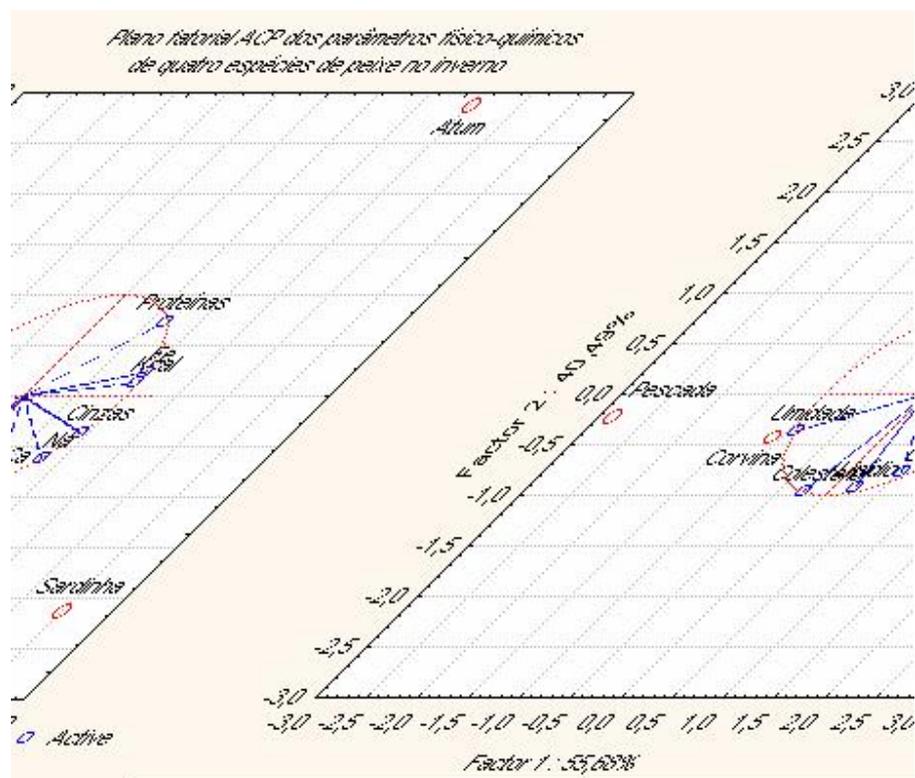


	Umidade	Proteínas	Lipídios	Cinzas	Kcal	Na	Ca	Colesterol	Fe
Umidade	1,000000								
Proteínas	-0,994161	1,000000							
Lipídios	-0,958573	0,931529	1,000000						
Cinzas	-0,401593	0,466762	0,129211	1,000000					
Kcal	-0,992270	0,976872	0,984733	0,290617	1,000000				
Na	0,077615	-0,047109	-0,036855	-0,168617	-0,093523	1,000000			
Ca	0,027351	0,025681	-0,281860	0,812134	-0,120323	-0,533816	1,000000		
Colesterol	0,883387	-0,842523	-0,977231	0,067893	-0,932862	0,034220	0,433745	1,000000	
Fe	-0,877248	0,890125	0,776608	0,527695	0,857145	-0,309745	0,236347	-0,706443	1,000000

Figura 12. Plano fatorial ACP dos parâmetros físico-químicos de quatro espécies de peixe no outono e respectiva correlação.

No outono, as espécies mais similares foram a pescada e a corvina. A sardinha teve maior representatividade pelos conteúdos de Ca. O atum foi melhor caracterizado pelos teores de lipídios e proteínas. A pescada e a corvina foram melhor caracterizadas pelo conteúdo de sódio.

Para as 4 espécies as melhores correlações foram referentes aos lipídios e proteínas com o valor calórico, proteína com ferro e cinzas e cálcio.

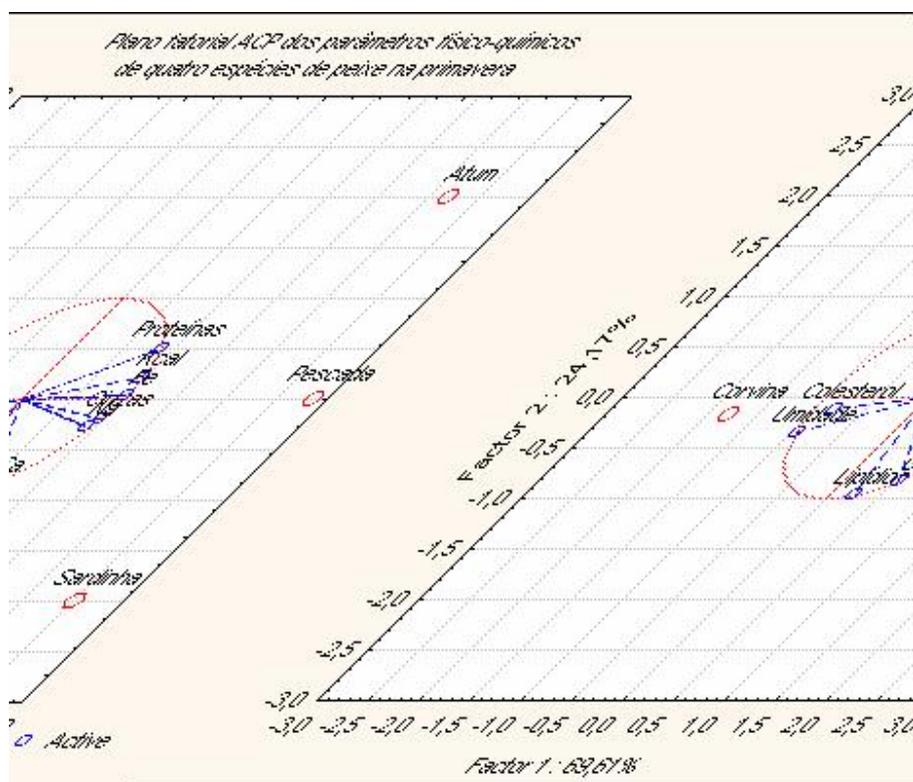


	Umidade	Proteínas	Lipídios	Cinzas	Kcal	Na	Ca	Colesterol	Fe
Umidade	1,000000								
Proteínas	-0,891807	1,000000							
Lipídios	0,168952	-0,568628	1,000000						
Cinzas	-0,727649	0,356495	0,526428	1,000000					
Kcal	-0,935673	0,720541	0,145426	0,855568	1,000000				
Na	-0,496253	0,074351	0,714996	0,950759	0,663280	1,000000			
Ca	-0,223365	-0,187775	0,716191	0,771911	0,345358	0,914492	1,000000		
Colesterol	0,596828	-0,876494	0,855834	0,111163	-0,362985	0,397323	0,590638	1,000000	
Fé	-0,953722	0,780060	0,038877	0,801861	0,983461	0,587245	0,269588	-0,451039	1,000000

Figura 13. Plano fatorial ACP dos parâmetros físico-químicos de quatro espécies de peixe no inverno e respectiva correlação.

Para o inverno a pescada e corvina foram os peixes que mais se aproximaram e o mais discrepante foi o atum. O atum ficou melhor caracterizado pelo conteúdo de proteína. A Corvina e pescada melhor se caracterizaram pelo teor de umidade. A sardinha foi melhor representada pelo valor de cálcio, sódio e lipídio.

Quando as quatro espécies foram avaliadas, os componentes que mais se correlacionaram foram a proteína com o ferro, o lipídio com o colesterol, cinzas com sódio e cálcio.



	Umidade	Proteínas	Lipídios	Cinzas	Kcal	Na	Ca	Colesterol	Fe
Umidade	1,000000								
Proteínas	-0,982650	1,000000							
Lipídios	0,118687	-0,288327	1,000000						
Cinzas	-0,852774	0,743223	0,390936	1,000000					
Kcal	-0,975270	0,939733	0,022082	0,882855	1,000000				
Na	-0,769846	0,648466	0,449708	0,449708	0,775653	1,000000			
Ca	-0,204294	0,032556	0,932915	0,654081	0,351285	0,670368	1,000000		
Colesterol	0,760245	-0,733530	-0,105173	-0,680259	-0,874598	-0,502498	-0,403937	1,000000	
Fé	-0,935172	0,857368	0,190684	0,969170	0,943362	0,909374	0,481688	-0,731960	1,000000

Figura 14. Plano fatorial ACP dos parâmetros físico-químicos de quatro espécies de peixe no primavera e respectiva correlação.

Na primavera os peixes tiveram bem pouca proximidade e bastante variação em sua constituição. O atum ficou mais caracterizado pelo conteúdo de proteínas e calorias. A corvina ficou melhor expressa pelo teor de umidade. A pescada teve

melhor representação quanto ao conteúdo de cinzas. Para a sardinha, o componente que mais a caracterizou foram os valores de lipídios.

Em conjunto, os elementos químicos dos quatro peixes que mais tiveram correlação na primavera foram, a proteína com o caloria e ferro, e o lipídio com o cálcio.

Em geral, todas as correlações entre a proteína e o ferro, ressaltam a verdade. Do mesmo modo, os lipídios e as proteínas são os componentes responsáveis por atribuir valor calórico a estes alimentos.

Conclusão.

De uma maneira geral, a composição centesimal e de ácidos graxos nas quatro espécies analisadas, variaram significativamente, porem sem uma constância, ao longo dos diferentes períodos sazonais.

Vale ressaltar que como não se levou em conta o sexo, idade e maturação sexual dos animais e sim uma amostragem do consumo habitual da população, as correlações da proteína com a umidade não podem ser afirmativas.

O atum foi o peixe com maior quantidade de lipídios totais e também o mais calórico, porém, apresentou baixo teor de colesterol e ótimas quantidades de EPA e DHA . A corvina demonstrou ser a espécie mais rica em colesterol e com conteúdo mais baixo para EPA e DHA. A peçada contem alto conteúdo de colesterol e razoável para EPA e DHA. A sardinha apesar de demonstrar ser rica em colesterol, possui, quando comparada com as demais espécies o maior valor de EPA e DHA.

Dentre todas as espécies analisadas, o atum e a sardinha são os peixes mais indicados para a dietética por apresentarem na sua composição, os maiores níveis de ácidos graxos as série ω -3, em especial EPA e DHA.

Entretanto, os resultados obtidos indicam que de modo geral, todas as quatro espécies podem ser identificadas como peixes com baixo teor de gordura (menos que 5 %) e quantidades consideráveis de Pufas.

5. REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, S.G.; LEACH, D.N. e WYLLIE, S.G. Nutritional evaluation of lipids in fish from temperate Australian waters. *J. Food Sci.*, v.56, p.1111-2, 1991.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. Official methods of analysis of association of official analytical chemistry. Cunniff ed. Gaithersburg: AOAC International, 2000.

BADOLATO, E.S.G; CARVALHO, J.B. de; AMARAL MELLO, M.R.P, do; TAVARES, M.; CAMPOS,N.C; AUED-PIMENTEL, S.; MORAIS, C. de. Composição centesimal, de ácidos graxos e valor calórico de cinco espécies de peixes marinhos nas diferentes estações do ano. *Rev.Inst. Adolfo Lutz*, p.27-35,1994.

BARÔ L.; FONOLLÁ J.; PENA J.L.; MARTINEZ-FERÉZ A.; LUCENA A.; JIMENEZ J.; BOZA J.J. n-3 fatty acids plus oleic acid and vitamin supplemented milk consumption reduces total and LDL cholesterol, homocysteine and levels of endothelial adhesion molecules in healthy humans. *Clin. nutrition*, n. 22(2), p.175-182, 2003.

BELL, J.G. e SARGENT, J.R. Arachidonic acid in aquaculture feeds: current status and future opportunities. *Aquaculture*, v.218, p.491-499, 2003.

BIRCH, E.E.; BIRCH, D.G.; HOFMAN, D.R.; UAUY, R. Dietary Essential Fatty Acid Supply and visual acuity Development. *Invest. Ophthalmol.*, v.33, p.3242-3253, 1992.

BOLETIM ESTATÍSTICO DA PESCA INDUSTRIAL DE SANTA CATAINA – ANO 2001. Ações Prioritárias ao Desenvolvimento da Pesca e Aqüicultura no Sul do Brasil. Itajaí, UNIVALI, 2002.

BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria n.33 de 13 de janeiro de 1998. Ingestão diária recomendada (IDR) para proteínas, vitaminas e minerais. *Diário Oficial [do] República Federativa do Brasil*, Brasília, D.F., 16 ajn. 1988. Seção I-E, página 5.

CARLSON, S.E. Visual-acuity development in healthy preterm infants: effect of marine-oil Supplementation. *American Journal of Clinical Nutrition*. V.58, p.35-42, 1993.

CONNOR, W. E.. Importance of n-3 fatty acids in health ando disease. *Am. J. of Clin. Nutr.* v.71, p.171-5, 2000.

CUNNINGHAM-RUNDLES S. Is the fatty acid composition of immune cells the key to normal variations in human immune response? *Am. J. of Clin. Nutr.*, v.77, p.1096-7, 2003.

DE ANGELIS, R.C. *Fisiologia da nutrição: fundamentos para nutrição e para a desnutrição*. São Paulo, EDRT/Ed. Da Universidade de São paulo, p.44, 1977.

FAO/WHO. *Nutrition and development: A Global assessment*. FAO. Rome, 1992.

FARQUHARSON, J. Infant cerebral cortex and dietary fatty acids. *Eur. J. of Clin. Nutrition.*, v.48(suppl), p.S24-S26, 1994.

GALLI, C. Effects of fatty acids and lipids health and disease. *World Review of Nutrition and Dietetics*, Basel, v.76, 1994.

HANRE, K.; LIE, O.; SANDNES, K. Seasonal development of nutrient composition, lipid oxidation and colour of fillets from Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus* L.). *Food Chemistry*, v.82, p.441-446, 2003.

HARRIS, E.D. Lipoprotein [a]: a predictor of atherosclerotic disease. *Nutrition Reviews*, v.55,p.61-64, 1997.

HART, F.L. e FISHER, H.J. *Análisis moderno de los alimentos*. Saragoza, Acribia, 1971,. Cap.10, p.249.

HERBRETEAU, F.; COIFFARD, L.J.M.; DERRIEN, A.; ROECK-HOLTZHAUER, Y de. The fatty acid composition of five species macroalgae. *Botanica Marina*, v.40, p.25-27, 1997.

ITÔ, Y. : SANCHES, L e SILVA, D.R da. Seasonal variation of the chemical composition of sardine. *Constuções Inst. Oceanogr. Univ. S.P*, p.1-18, 1969. (Série Tecnologia).

KIRK, R.S e SAWYER, R. *Pearson's - Composition and Analysis of Food*. Ed. Longman singapore Publisher, 9 ed., p.32-33, 517, 1991.

KRIS-ETHERTON, P.M.; TAYLOR, D.S.; YU-POTH, S.; HUTH, P.; MORIARTY, K.; FISHELL, V.; HARGROVE, R.L.; ZHAO, G.; ETHERTON, T.D. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. *Am. J. Clin. Nutr*, v.71, p.1795-1878, 2000.

LIMA, F. E. L.; MENEZES, T N.; TAVARES, M.P.; SZARFARC, S.C; FISBERG, R.M. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. *Ver. Nutr.*, Campinas, n.13(2), p.73-80, 2000.

LUZIA L. A.; SAMPAIO G.R.; CASTELLUCCI C.M.N.; TORRES E.A.F.S. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. *Food Chemistry*, 2003.

MAES, M.; CHRISTOPHE, A.; BOSMANS, E.; LIN, A. and NEELS, H. In humans serum polyunsaturated fatty acid levels predict the response of proinflammatory cytokines to psychologic stress. *Biol. Psychiatry*, n.47, p.910-920, 2000.

MAIA, E.L. e RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Avaliação de um método simples e econômico para a metilação de ácidos graxos com lipídios de diversas espécies de peixes. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, v.53, p.27-35, 1993.

MASAYOSHI, O. & EVERALDO, L. M. Manual de Pesca – ciência e tecnologia do Pescado. Ed. Varela, v.1, 1999.

MEYDANI, M. Omega-3 fatty acids alter soluble markers of endothelial function in coronary heart disease patients. *Nutr. Reviews*, v.58, n.2, p.56-59, 1999.

MORAIS, C de; MANTOVANI, D.M.B. e CARVALHO, C.R.L. Rendimento cárneo e composição química da ictiofauna acompanhante na captura do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*, HELLER, 1982). *Colet. ITAL*, v.22, p.62-72, 1992.

MUSTAFA, F.A. e MEDEIROS, D.M. Proximate composition, mineral content and fatty acids of catfish (*Ictalurus punctatus*, Rafinesque) for different seasons and cooking methods. *J. Food Sci.*, v. 50, p.585-8, 1985.

NESTEL, P.; SHIGE H.; POMEROY S.; CEHUM M.; ABBEY M.; RAEDERSTORFF D. The n-3 fatty acids eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid increase systemic arterial compliance in humans. *Am. J. of Clin. Nutr.*, v.76, p.326-30, 2002.

NJINKOUÉ, J-M.; BARNATHAN G.; MIRALLES J.; GAYDOU E-M.; SAMB A. Lipids and fatty acids in muscle, liver and skin of three edible fish from the Senegalese coast: *Sardinella maderensis*, *Sardinella aurita* and *Cephalopholis taeniops*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v.131, p.395-402, 2001.

NORDOY ARNE. Dietary fatty Acids and Coronary Heart Disease. *Lipids*, v.34, p.s19-s22, 1999.

ROBIN, J.H. e VINCENT, B. Microparticulate diets as first food for gilthead sea bream larva (*Sparus aurata*): study of fatty acid incorporation. *Aquaculture*, p.463-474, 2003.

SIMOPOULOS, A.P. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. *J. Am. C. of Nutr.*, vol. 21, n.6, p.495-505, 2002.

SLOTTE, A. Differential utilization of energy during wintering and spawning migration in norwegian spring-spawning herring. *J. Fish Biol.*, v. 54, p.338-355, 1999.

STANSBY, M.E. Nutritional properties of fish oils. *World Rev. Nutri. Diet.*, v.11, p.46-105, 1969.

_____. Polynsaturates and fat in fish flesh. *J. am. Diet Ass.*, v.63, p.625-30, 1973.

STEVENS, L.J.; ZENTAL, S. S.; ABATE, M.L.; KUCZEK, T. and BURGESS, J. R. Omega-3 fatty acids boys with behavior, learning, and health problems. *Physiology & Behavior*, v.59, p.915-920, 1995.

SUGANO, M. HIRAHARA F. Polynsaturated fatty acids in the food chain in Japan. *Am. J. Cli. Nutr.* 71(suppl):189s-196s, 2000.

TONON, T.; HARVEY, D.; LARSON, T.R.; GRAHAM, I.A. Identification of a very long chain polynsaturated fatty acid Δ 4-desaturase from the microalga *Pavlova lutheri*. *FEBS letters*, v.533, p.440-444, 2003

WANG, Y.; CRAWFORD, M.A.; CHEN, J.; LI, J.; GHEBREMENSKE, K.; CAMPBELL, T.C.; FAN, W.; PARKER, R.; LEYTON, J. Fish consumption, blood docosahexaenoic acid and chronic diseases in chinese rural populations. *Comp. Biochemistry and Physiol. Part.*, In press. 2003.

WATANABE, A.; SAITO, S.; TSUCHIDA, T.; HIGUCHI, K.; OKITA, M. Low plasma levels of docosahexaenoic acid in patients with liver cirrhosis and its correction with a polyunsaturated fatty acid-entriched soft oil capsule. *Nutrition*, v.15, p.284-288, 1999.

ZAMBONI, Cde Q. Estudo sobre a composição de 12 espécies de peixes nacionais. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, v.21, p.65-82, 1961.

ZIIMMER, L.; VANCASSEL, S.; CANTAGREL, S.; BRETON, P.; DELAMANCHE, S.; GUILLOTEAU, D.; DURAND, G.; CHALON, S. The dopamine mesocorticolimbic pathway is affected by deficiency in n-3 polyunsaturated fatty acids. *Am. J. of Clin. Nutr.*, v.75, p.662-7, 2002.