

**INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NO VALOR
NUTRICIONAL E PERFIL LIPÍDICO EM CINCO ESPÉCIES
POPULARES DE PESCADO**



LIANIA ALVES LUZIA

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Departamento de Nutrição da Faculdade de
Saúde Pública da Universidade de São Paulo
para obtenção do grau de Mestre.

Área de concentração:

Nutrição

**ORIENTADORA: PROFA. DRA. ELIZABETH
APARECIDA FERRAZ da SILVA TORRES**

São Paulo

2000

"Para ser grande , sê inteiro: nada te
exagera ou exclui, sê tudo em cada
coisa, põe quanto és no mínimo que
fazes:
assim, em cada lago a lua toda brilha
porque alta vive."

Fernando Pessoa

Dedico:

Aos meus pais, **Oswaldo e Luzia**, que foram sempre tão presentes e me ensinaram que a vida é um esforço contínuo para ser melhor.

Ao meu filhinho, **Lucas**, que nasceu em meio a esse trabalho, me cedeu tantas horas e com seu sorriso me fez entender o porquê vale a pena.

AGRADECIMENTOS

A Prof. Dra. ELIZABETH TORRES, pela orientação prestada, amizade, ensinamentos e paciência concedidos durante o desenvolvimento desse trabalho.

A Dra. VERA LUCIA LOBÃO, que me concedeu amadurecimento científico sempre com entusiasmo, incentivo e ajudas infinitas.

A amiga GENI R. SAMPAIO, pelo apoio incondicional na realização desse trabalho, pela amizade em todas as horas e por me fazer crescer como pessoa.

A CLAUDIA M. N. CASTELLUCCI, por sua valiosa ajuda e amizade desde o início.

Aos Técnicos do Laboratório de Bromatologia, JOSÉ PEREIRA e ELIZA TIEKO por compartilharam seus conhecimentos.

Aos professores e Funcionários do Departamento de Nutrição que sempre tiveram uma palavra de apoio.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

A CEAGESP e ao Sr. NELSON AMBROZIVICIUS, pela doação dos peixes, possibilitando a realização desse trabalho.

Ao DEZINHO, que com amor, fez a distância, necessária para essa conquista, parecer menor.

As minhas irmãs, pela grande força de sempre.

A ROSYMAURA BAENA MORENO, que me cedeu um espaço na sua casa e na sua vida; aos amigos com quem convivi e a todos que, As vezes mesmo sem perceber, contribuíram para que eu chegasse ao final dessa etapa.

A Deus.

INDICE

LISTA DE TABELAS	I
LISTA DE FIGURAS.....	III
RESUMO.....	IV
SUMMARY.....	VI
<u>1. INTRODUÇÃO.....</u>	1
<u>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</u>	2
2.1. Composição Química do Pescado.....	2
2.2. Ácidos Graxos.....	4
2.2.1. Ácidos Graxos na Dieta Humana.....	7
2.2.2. Consumo de Pescado na Dieta Humana.....	12
2.2.3. Peroxidação Lipídica.....	22
2.3. Colesterol.....	23
<u>3. OBJETIVOS.....</u>	26
3.1. Geral.....	26
3.2. Específicos.....	26
<u>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</u>	27
4.1. Material.....	27
4.1.1. Amostras.	28
4.2. Métodos.	30
4.2.1. Composição Química.....	30
4.2.2. Valor Calórico.....	30

4.2.3. Determinação de Ácidos Graxos.....	30
4.2.3.1. Peroxidação lipídica (determinação de TBARS).....	32
4.2.4. Determinação de Colesterol.....	32
4.2.5. Análises Estatísticas.....	33
<u>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.</u>	34
5.1. Composição Química.....	34
5.1.1. Considerações entre as Espécies Analisadas em relação à Composição Química.....	49
5.2. Composição de Ácidos Graxos.	50
5.2.1. Ácidos Graxos de Sardinha.....	51
5.2.2. Ácidos Graxos de Corvina.....	54
5.2.3. Ácidos Graxos de Tilápia.....	57
5.2.4. Ácidos Graxos de Curimatá.....	60
5.2.5. Ácidos Graxos de Camarão-Sete-Barbas.....	63
5.2.6. Considerações entre as espécies analisadas em relação à composição de ácidos graxos.....	65
5.2.7. Peroxidação Lipídica (determinação de TBARS).....	70
5.3. Teores de Colesterol.....	75
<u>6. CONCLUSÕES.</u>	83
<u>7. REFERÊNCIAS.</u>	85
<u>ANEXOS</u>	
Anexo 1 – Nomenclatura dos Ácidos Graxos.....	A1
Anexo 2 –Ácidos Graxos Detectados pelo Padrão Utilizado.....	A4

LISTA DE TABELAS

n^{os}	TABELAS	Páginas
1.	Requerimento de ácidos graxos ω 3 e ω 6 na dieta humana.	10
2.	Recomendações de consumo diário de gordura e ácidos graxos saturados.	12
3.	Consumo brasileiro de proteínas animais.	13
4.	Composição percentual de ácidos graxos em leite materno e bovino.	17
5.	Composição de lipídios e ácidos graxos em truta (<i>Salmo gardneri</i>) e salmão (<i>Salmo solar</i>) oriundos de viveiros e da natureza.	20
6.	Comercialização de sardinha, corvina, tilápia, curimatá e camarão-sete-barbas na CEAGESP em 1997.	27
7.	Dados biométricos das espécies analisadas durante o verão e inverno.	29
8.	Composição Química e Valor Calórico em sardinha analisada no verão e inverno.	35
9.	Composição Química e Valor Calórico em corvina analisada no verão e inverno.	37
10.	Composição Química e Valor Calórico em tilápia analisada no verão e inverno.	39
11.	Composição Química e Valor Calórico em curimatá analisado no verão e inverno.	41
12.	Composição Química e Valor Calórico em camarão-sete-barbas analisado no verão e inverno.	43
13.	Resultados obtidos no teste DMS entre as médias de composição Química nas espécies analisadas.	49
14.	Ácidos graxos (%) de sardinha analisada no verão e inverno.	51
15.	Ácidos graxos (%) de corvina analisada no verão e inverno.	54

16. Ácidos graxos (%) de tilápia analisada no verão e inverno.	57
17. Ácidos graxos (%) de curimatá analisado no verão e inverno.	60
18. Ácidos graxos (%) de camarão-sete-barbas analisado no verão e inverno.	63
19. Resultados obtidos no teste DMS entre as médias de ácidos graxos saturados e insaturados nas espécies analisadas.	66
20. Valores de TBA encontrados em sardinha analisada no verão e inverno.	70
21. Valores de TBA encontrados em corvina analisada no verão e inverno.	71
22. Valores de TBA encontrados em tilápia analisada no verão e inverno.	71
23. Valores de TBA encontrados em curimatá analisado no verão e inverno.	72
24. Valores de TBA encontrados em camarão-sete-barbas analisado no verão e inverno.	72
25. Valores de colesterol encontrados em sardinha analisada no verão e inverno.	75
26. Valores de colesterol encontrados em corvina analisada no verão e inverno.	76
27. Valores de colesterol encontrados em tilápia analisada no verão e inverno.	77
28. Valores de colesterol encontrados em curimatá analisado no verão e inverno.	78
29. Valores de colesterol encontrados em camarão-sete-barbas analisado no verão e inverno.	79

LISTA DE FIGURAS

n^{os}	FIGURAS	Páginas
1.	Fluxograma das análises realizadas.	28
2.	Ácidos graxos saturados nas espécies analisadas no verão e inverno.	66
3.	Ácidos graxos insaturados nas espécies analisadas no verão e inverno.	67

RESUMO

Luzia LA. Influência da sazonalidade no valor nutricional e perfil lipídico em cinco espécies populares de pescado. São Paulo; 2000. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da USP].

Objetivos. Os efeitos benéficos do pescado como alimento são amplamente evidenciados. No presente trabalho, objetivou-se avaliar a influência da variação sazonal no valor nutricional e perfil lipídico de cinco espécies populares de pescado: sardinha (*Sardineta spp*), corvina (*Micropogonias furnieri*), tilápia (*Oreochromis spp*), curimatá (*Prochilodus spp*) e camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*). **Métodos.** As amostras foram constituídas de filés e as análises foram realizadas nas estações verão e inverno, em um total de quatro lotes em cada estação, sendo que cada lote foi analisado em triplicata. A composição química foi determinada conforme a ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC, 1995), a análise dos lipídios totais foi feita pelo método de coluna seca, recomendado por MARMER e MAXWELL (1981); os ácidos graxos foram determinados por meio de cromatografia gasosa e o colesterol por colorimetria segundo BOHAC *et al.* (1988). Para as análises estatísticas utilizou-se o programa ESTAT da UNESP. **Resultados.** No referente ao perfil nutricional, constatou-se que os maiores teores lipídicos foram encontrados em sardinha analisada no inverno, seguida de curimatá no verão. Quando analisou-se a umidade no verão, a tilápia, seguida da corvina foram as espécies que apresentaram os maiores teores; já no inverno, o camarão-sete-barbas apresentou teores mais elevados. O curimatá, analisado no verão, foi a espécie com menores teores de umidade. A sardinha, analisada nas duas estações estudadas, foi a espécie com maior teor protéico. Nas análises de ácidos graxos o principal ácido saturado detectado foi o palmítico (C16:0). A maior quantidade de ácidos graxos saturados foi detectado na sardinha. No camarão-sete-barbas detectou-se os maiores teores da somatória EPA

(eicosapentanóico) e DHA (docosahexaenóico). No referente aos ácidos insaturados constatou-se a presença dos ácidos EPA e DHA em todas as espécies analisadas. Os maiores teores de colesterol foram detectados no camarão-sete-barbas no verão e inverno seguido do curimbatá no verão e, os menores teores para esse parâmetro foram detectados na tilápia. Concluiu-se que há influência da sazonalidade apenas para alguns dos parâmetros analisados. Considerou-se a sardinha como a espécie mais indicada para elaboração de dieta à base de pescado, devido aos teores lipídico-protéico e aos teores de EPA e DHA.

Descritores: Perfil Nutricional em Pescado. Perfil Lipídico. Pescado. Ácidos Graxos. Colesterol.

SUMMARY

Luzia LA. Influência da sazonalidade no valor nutricional e perfil lipídico em cinco espécies populares de pescado. [Seasonal variation in the chemical composition and lipid profile of five popular species of fish]. São Paulo (BR); 2000. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - USP].

Objective. The beneficial effect of fish intake has been hardly studied. The purpose of this work was evaluate the influence of seasonal variation upon nutritive value and lipid profile of five popular species of fish: sardine (*Sardinella spp*), “corvina” (*Micropogonias furnieri*), tilapia (*Oreochromis spp*), “curimatá” (*Prochilodus spp*) and marine shrimp (*Xiphopenaeus kroyeri*). **Methods.** Four lots of sample were analyzed on summer and winter. The chemical composition was analyzed according ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC, 1995), total lipids were determined according MARMER e MAXWELL (1981), fatty acid profile was determined by gas chromatography and the cholesterol values determined colorimetrically (BOHAC *et al.*, 1988). All calculations were performed using the ESTAT statistical package (UNESP). **Results.** Sardine analyzed in winter had a higher fat content, followed by summer “curimatá”. Tilapia was the specie that content higher moisture followed by corvina and in the winter marine shrimp had a higher moisture content. A protein value was higher in sardine in both seasons. Palmitic acid was the main saturated fatty acid in all species observed and the sardine had the higher saturated fatty acids content. EPA (eicosapentanoic acid) and DHA (docosahexaenoic acid) content were higher in the marine shrimp, but all species studied contained several fatty acids of the ω 3 and ω 6 polyunsaturated group. Cholesterol content was higher in the marine shrimp in summer and winter followed by

“curimbatá” in summer and the low value was detected in tilapia. In conclusion, the effect of season upon the nutritional and lipid profile was considerable for some variables studied. Among the five species, sardine was considerate the best fish for human diet.

Descriptors: Fish Nutritional Profile. Lipid Profile. Fish. Fatty Acids. Cholesterol.

1. INTRODUÇÃO

A gordura ocupa um lugar de destaque na alimentação humana desde que, há mais de 2 milhões de anos atrás, nossos ancestrais passaram a ingerir gorduras animais. A partir de 1960, pesquisas começaram a evidenciar o fato de pacientes, com elevado nível de colesterol no sangue, tenderem a sofrer de doenças letais, em especial as coronarianas e o câncer. Isso conferiu às gorduras uma péssima reputação. Preocupações médicas, pressões sociais baseadas em grande parte nas atuais tendências de baixo peso corporal e o *marketing* eficaz de produtos com baixo teor de gordura, levaram à crença de que boa saúde e longevidade estão longe de aceitarem a ingestão de gorduras (EWIN 1997).

Existe evidência experimental indicando que dietas, especialmente as ricas em gorduras, estão diretamente relacionadas a doenças crônicas degenerativas (CLANDININ *et. al.* 1997; STAESSEN *et. al.* 1998). Essas doenças afetam um percentual crescente da população, assolam as sociedades ocidentais e um número significativo de diagnósticos mostram a sua associação com a alimentação, incluindo aí a grande ingestão de carne (SPILLER 1995).

Embora muito sujeita à variação, a composição química da carne de pescado, particularmente dos peixes, em alguns parâmetros aproxima-se bastante a dos animais terrestres (GEROMEL e FORSTER 1989).

Atualmente, estudos nutricionais que tiveram como meta as gorduras totais, evidenciando os lipídios como principal fator de risco, têm enfatizado a composição desses compostos com particular referência ao fato de serem saturadas ou insaturadas (STAESSEN *et. al.* 1998).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Composição Química do Pescado

Diversos fatores contribuem para a variação na composição química da parte comestível do pescado, tais como: espécie, sexo, tamanho, local de captura, temperatura da água, alimento e estação do ano (ZAMBONI 1961; STANSBY 1969; BOTTA *et. al.* 1986; COSTA e MACÊDO 1985; CASTRO 1988; ARMSTRONG *et. al.* 1991).

A composição química da carne de pescado tem como maior componente a água, na proporção de 64 a 90 g/100g, seguida pela proteína, 11 a 24 g/100g, e a gordura com valores de 0,5 a 25 g/100g. Entre os constituintes minoritários estão os minerais, cujos teores variam até 2 g/100, seguido dos carboidratos que, no caso dos peixes, não chegam a representar 1 g/100g e das substâncias nitrogenadas não-proteicas, sem importância nutricional, que não atingem 0,5 g/100g (SIKORSKI *et. al.* 1990; BARDOLATTO *et. al.* 1994).

Uma revisão sobre a composição e aspectos bioquímicos de lipídios em peixes de água doce foi apresentada por HENDERSON e TOCHER (1987), abrangeu trabalhos reportando os conteúdos de lipídios totais e suas classes, composição de ácidos graxos, síntese de lipídios, metabolismo de lipídios alimentares, o papel dos ácidos graxos essenciais, catabolismo lipídico, desenvolvimento embrionário e larval e lipídios de peixes, influência da dieta, temperatura e salinidade sobre os lipídios.

Outro levantamento de relevância foi efetuado por SIDWELL (1981), onde foi citada a composição química e nutricional em peixes, baleias,

crustáceos, moluscos e seus produtos. Também foram analisadas mais de 540 espécies de peixes e o valor de proteína ficou entre 18-22 g/100g.

Entretanto, HAARD (1992) sugere que estes estudos devam levar em consideração a origem do pescado, relatando que diferentes níveis de proteína são encontrados em carne branca de peixes provenientes de viveiros de cultivo e os capturados na natureza. Nestes últimos o teor de proteína encontrado é maior, o que certamente deve ser atribuído à diversidade de alimentos consumidos pelos peixes em seu habitat natural.

ZAITSEV *et. al.* (1969) relataram valores entre 71,5 e 79,6 g/100g de umidade para camarões marinhos. Valores superiores foram encontrados para camarão de água doce *Macrobrachium acanthurus* (LOBÃO *et. al.* 1984).

Em relação à gordura, STANSBY (1963) e ZAITSEV *et. al.* (1969) apontaram valores menores que 2 g/100g para pescado denominado magro; já LERDELE (1991) afirma que o valor calórico dos peixes, como alimento, depende do teor de gordura, e classifica como magro, os com menos de 1g/100g, médios os que apresentam de 7 a 8 g/100g e gordos os que possuem teores maiores que 15 g/100g.

O valor calórico em pescado deve ser medido levando-se em consideração a espécie, o tamanho, a estação do ano e a dieta. LOVELL (1991) exemplificou esse fato utilizando filés de *catfish* com variação de peso entre 0,4 e 2,0 Kg., nos quais o valor calórico variou de 6 a 12%. LOVELL e MOHAMMED (1989) analisaram filés de *catfish* alimentados com suplementação diária de 6% de gordura, constatando um valor calórico aumentado em 40%, quando comparado com peixes da mesma espécie alimentados com dieta convencional.

2.2 Ácidos Graxos

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos com cadeia carbônica que terminam em um grupamento carboxila, ligados à uma molécula de glicerol. Os átomos de carbono variam de 4 a 22, no entanto, a maioria ocorre naturalmente como C₁₆ e C₁₈ (MARZZOCO e TORRES 1990). Esses ácidos são compostos de um grupo metil (CH₃), seguidos de uma série de grupamento metílico (CH₂) que termina em um grupo carboxílico (COOH) determinando a sua função ácida (CH₃ – (CH₂)ⁿ – COOH). Denomina-se saturado os ácidos monocarboxílicos com todas as valências de carbono ligadas a átomos de hidrogênio, caso contrário, ou seja quando ocorre cadeia hidrocarbonada com uma ou mais ligações duplas esses ácidos são denominados insaturados e daí sua representação é baseada no número de carbonos, de duplas ligações e da posição que a primeira dupla ligação ocupa na sua estrutura a partir do grupo terminal metila (CH₃). De acordo com a quantidade de insaturações classificam-se como monoinsaturados, diinsaturados ou poliinsaturados (SANTOS e SANTOS 1982).

As duplas ligações fazem com que os dois átomos de hidrogênio ligados aos dois carbonos envolvidos estejam em um mesmo lado do plano ou em lados opostos. Quando os hidrogênios se encontram em lados opostos são chamados de isômeros *trans* e, se do mesmo lado, o isômero é denominado *cis* (MORAES e SANTOS 1998).

Os ácidos graxos *trans* são encontrados em produtos gordurosos industrializados, sendo seu consumo indesejável para a saúde. Contudo, ALLISON *et. al.* (1999), pesquisando a ingestão desses ácidos na população americana, apresentaram resultados mostrando que o consumo diário de ácidos insaturados *trans* era de 5,3 g, o que correspondia a 2,6 % da energia total e 7,4% da gordura ingerida. WILLET *et. al.* (1989) estimaram que o total de ácidos graxos *trans* ingeridos por americanos era

de 4,0 g/pessoa/dia. Por isso há um consenso em estudá-los de forma mais detalhada.

Os ácidos graxos insaturados que têm importância biológica são os isômeros *cis* (MORAES e SANTOS 1998). Dentro desse contexto, enfatizamos os poliinsaturados de cadeia longa (PUFAs), uma vez que fazem parte da composição das membranas dos fosfolípidios, onde são ácidos funcionais e precursores de prostaglandinas.

Conforme mencionado, os ácidos graxos que ocorrem mais extensivamente na natureza são aqueles com 16 e 18 átomos de carbono. O C₁₆ está representado quase que exclusivamente pela forma saturada, já o C₁₈ pode ser encontrado com vários graus de insaturação. Três séries de ácidos graxos insaturados são de grande importância: ω9, ω6 e ω3 (ou n-9, n-6 e n-3) respectivamente, dependendo da distância entre o grupo metil e a primeira dupla ligação.

O homem e outros mamíferos têm a capacidade de sintetizar certos ácidos graxos saturados e insaturados incluindo aí, os ácidos esteárico (C18:0) e oléico (C18:1), mas são incapazes de sintetizar ácidos poliinsaturados, como o linoléico (C18:2) e α-linolênico (C18:3). Sem esses ácidos, o organismo teria seu funcionamento comprometido. Por essa razão, devem ser incluídos na dieta e são chamados de “essenciais”.

Enzimas chamadas desaturase estão envolvidas no processo de transformação dos ácidos graxos essenciais. Essas enzimas introduzem insaturação na molécula, a dessaturação inicial é feita pelo Δ6 e, todos os ácidos graxos essenciais somados ao ácido oléico competem por ela. A afinidade desses extratos para com a enzima é na seguinte ordem: 18:3>18:2>18:1. Como 18:3 é menos comum na dieta, a reação costuma acontecer preferencialmente com o 18:2 (PACCHIONI 1998)

Nos seres humanos, os ácidos graxos essenciais são metabolizados a partir das cadeias de 20 e 22 carbonos (PELT *et. al.* 1999) e são compostos de duas famílias distintas: ω 6 e ω 3. A primeira inclui o ácido linoléico (LA) (18:2n-6), que é metabolizado para ácido gama-linoléico (γ -linoléico, GLA), daí para ácido di-homo-gama-linoléico e para ácido araquidônico (AA). O LA é encontrado em lipídios armazenados, em membranas celulares (como componentes de fosfolipídios), no colesterol éster e no plasma sanguíneo (incluindo triglicerídeos, colesterol e ácidos graxos esterificados). Na seqüência, vem o ácido araquidônico que se constitui no maior componente dos fosfolipídios, específicos das membranas celulares, que também é precursor na síntese biológica da atividade de oxigenação dos metabólitos comumente chamados de eicosanóides. Outra série de eicosanóides formada a partir do ω 6 é o ácido dihomo- γ -linolênico (DHHLA; 20:3n-6). Os eicosanóides, assim como o ácido araquidônico, são importantes fatores no sistema mensageiro secundário e cruciais na função celular.

Por outro lado, o ácido graxo ω 3 inclui o α -linolênico (ALA; 18:3n3) e seus metabólitos de longa cadeia, incluindo aí, os ácidos eicosapentanoico (EPA; 20:5n-3) e docosahexaenóico (DHA; 22:6n3). O ALA é encontrado predominantemente em lipídios de transporte e de armazenamento. O EPA é encontrado em lipídios de armazenamento e membranas celulares e é importante como precursor na síntese de eicosanóides, embora com diferentes séries para o DHA e o AA (HAMOSH 1988) citado por LSRO (1998, p.2090S).

2.2.1 Ácidos Graxos na Dieta Humana.

Nas últimas décadas, inúmeros estudos vem sendo realizados para elucidar o entendimento na patogênese das doenças e na relação entre as doenças e a alimentação, sendo que, na área dos lipídios essas pesquisas tem sido intensificadas. Há várias evidências de que a composição de ácidos graxos na dieta modula o perfil de ácidos graxos das células imunitárias e esta pode ser uma forma eficiente de regular a funcionalidade das células normais pela nutrição.

Um dos mais importantes estudos epidemiológicos correlacionando doença arterosclerótica-hiperlipidêmica é o "Seven Countries Survey" (KEYS, 1970). Neste estudo a média de ingestão de ácidos graxos está fortemente correlacionada ($r=0,89$) com o nível sérico de colesterol, e este ($r=0,76$) com a incidência de infarto do miocárdio fatal ou não-fatal. As gorduras saturadas, provenientes da dieta, fazem subir os níveis sanguíneos de colesterol, o que impede a atividade dos receptores das LDL, dificultando assim a eliminação destas e ocasionando um aumento da concentração de colesterol LDL. Em contraste, altos níveis de HDL diminuem os riscos dessas doenças.

Daí o fato de muitas pesquisas concluírem, que uma dieta onde os ácidos graxos insaturados substituem os saturados resulte em baixa incidência de doenças coronarianas (GRUNDY *et. al.* 1982; GRUNDY e DENKE 1990; MENSINK e KATAN 1987 e 1990; FUENTES 1998). Isso porque ácidos graxos poliinsaturados da família $\omega 3$, particularmente o eicosapentanóico, interferem na produção de prostaglandina trombótica e tromboxano (BUDOWSKI 1981; BRONGEEST-SCHOUTE *et. al.* 1981;

GOODNIGHT *et. al.* 1982), ou são transformados em prostaglandinas antitrombóticas (DYERBERG *et. al.* 1978; NEEDLEMAN *et. al.* 1979).

KINSELLA (1986) expõe que a doença isquêmica do coração, incluindo arteriosclerose e trombose, ocupa os primeiros lugares em *causa mortis* nos países ocidentais industrializados, afetando mais de 4 milhões de pessoas nos Estados Unidos, estimando-se uma ocorrência de 750.000 mortes/ano. Intensificando, dessa forma, a consciência da necessidade da intervenção de uma dieta balanceada para conter o avanço de doenças cardiovasculares. Pois, apesar dos mamíferos necessitarem de uma grande quantia de poliinsaturados das famílias $\omega 6$ e $\omega 3$, eles não conseguem dessaturá-los nestas posições. Conseqüentemente, o ácido linoléico (18:2 $\omega 6$) e o ácido α -linolênico (18:3 $\omega 3$), que são essenciais, devem ser ingeridos através da dieta.

Seguindo essas evidências, FEINLEIB (1994) pesquisou dieta e complicações coronarianas, relatando que entre os anos de 1970 e 1980, as mortes por cardiopatia coronária foram reduzidas em torno de 35,8% nos Estados Unidos. No mesmo período, o consumo de gordura animal foi reduzido em 40% e o de gorduras poliinsaturadas aumentou, aproximadamente, 60% .

Esses relatos corroboram os estudos de McNAMARA (1990) verificando que apenas algumas pessoas são sensíveis ao colesterol na dieta, sendo o colesterol sangüíneo influenciado mais pela quantidade de gordura ingerida e pela composição de ácidos graxos do que pelo colesterol. No entanto, aproximadamente 1% a 2% da população mundial apresenta níveis altos de colesterol no sangue (FEINLEIB 1994).

CERVATTO (1995), relacionando fatores de risco e doenças cardiovasculares, expõe que um dos fatores mais diretamente ligados ao aumento do colesterol sérico é a elevada ingestão de gorduras saturadas e

a baixa relação de ácidos graxos poliinsaturados com os saturados (relação P/S). Um valor de 0,2 indica uma relação baixa refletindo em um elevado consumo de gorduras saturadas, enquanto valores altos como 1,0 refletem equilíbrio na ingestão desses ácidos graxos.

A relação P/S é de extrema importância em estudos de dietas, pois um excesso de ácido linoléico irá competir pelas dessaturases comprometendo o teor do ácido α -linolênico, tendo como possível consequência uma baixa produção de ácido eicosapentanoico (LANDS 1986; BERDANIER 1994) citado por HARRIS (1997, p.2). Ou seja, quando ocorre níveis insuficientes de PUFAs no regime alimentar o organismo tem que sintetizá-los a partir de seus homólogos, o que pode provocar um desequilíbrio nas proporções entre as diferentes séries. Por esta razão recomenda-se manter uma proporção de 6:1 – 10:1 entre as séries ω 6 e ω 3 (COI 1997). Entretanto STAESSEN *et. al.* (1998) chamam atenção para a inadequação de dietas que levam em conta teores isolados de lipídios, relação P/S, ácidos graxos saturados ou ω 3 e ω 6 ingeridos, os autores afirmam que esses parâmetros devem ser analisados de forma correlacionada.

E ainda, levando em conta esses estudos, foram determinadas as recomendações para ingestão diária de ω 3, obedecendo sua proporção com ω 6, para adultos (TABELA 1). De acordo com BJERVE (1991), o total de ácidos graxos na dieta diária é baseado nas informações nutricionais e níveis de ácidos graxos observados em pacientes com deficiência de ω 3, após a suplementação.

Relacionando efeitos entre consumo de ω 3 e incidência de câncer, WILLET *et. al.* (1989) descreveram estudo onde 745 mulheres com idade entre 34 e 59 anos, sem história prévia de câncer na família, responderam

questionários sobre sua dieta habitual. Entre essas mulheres foram documentados 134 casos de câncer no cólon do útero, após o ajuste da dieta com os casos da doença, os autores encontraram uma forte associação entre a ingestão de gordura saturada animal e câncer de cólon de útero.

TABELA 1 - Requerimento de ácido graxo ω 3 e ω 6 em dieta humana.

ÓRGÃOS	RECOMENDAÇÕES
British Nutrition Foundation (BNF)	BNF recomenda 0,5% da ingestão diária de energia (por volta de 2245Kcal). Isso corresponde a uma ingestão diária de aproximadamente 1250 mg EPA/DHA. Fonte: British Nutrition Foudation task force on saturated fatty acids,
Committee On Medical Aspects Os Food Policy (COMA)	O COMA recomenda uma ingestão semanal de 1500 mg de PUFA (EPA/DHA). Isso corresponde a uma ingestão diária de 215 mg EPA/DHA. Fonte: COMA "Report of the Cardiovascular Group".
The Danish Ministry of Health (DMH)	DMH recomenda um ingestão diária de 35 g de peixe de espécies diferentes. Calculando os níveis de ω 3 em 35 g de peixes, teremos uma ingestão diária de 300 mg de EPA/DHA. Fonte: Danish Ministry of Health Guidelines.
German Nutrition Society	Recomenda 1-2 porções de peixes por semana. Isso corresponde a uma ingestão diária de 350-700 mg.
Int. Society for the Study of Fatty Acids and Lipids	Resultados de um <i>workshop</i> em Maryland em 7-9 de abril de 1999, adequou o consumo diário para 650 mg EPA/DHA. Mínimo: EPA /DHA -220 mg. Fonte: Simopoulos, ISSFAL Newsletter 1999: 6-14. .

Fonte: ILHA (1999)

Embora o tema principal do atual trabalho seja diretamente ligado à dieta, achou-se relevante evidenciar que, em determinadas doenças, os fatores de risco contam tanto ou mais que a dieta. Assim, quando se fala de doenças agravadas pela ingestão de gorduras saturadas, como complicações das coronárias e diabetes deve-se relacioná-las com vários fatores, entre eles o sedentarismo e a obesidade. São múltiplas as evidências que associam a expansão da "dieta ocidental" e o aumento da obesidade à alta prevalência dessas doenças, diminuindo portanto o tempo de vida livre de enfermidades (USDHHS 1988; NATIONAL RESEARCH CONCIL 1989).

Nos EUA, a obesidade entre adultos e crianças tem hoje uma proporção epidemiológica. No Brasil o aumento na prevalência de obesidade entre adultos ocorre em todos os extratos sociais e econômicos, com níveis proporcionais mais elevados nas famílias de baixa renda (MONTEIRO *et. al.* 1995).

No quadro da obesidade há uma ingestão inadequada de calorias e gorduras saturadas. A ingestão adequada e os valores relacionados com essa ingestão foram determinados pelo Committee On Medical Aspects (COMA 1984) e World Health Organization (WHO 1982) (TABELA 2).

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA 1995), em dietas direcionadas para a população americana, recomenda que o total de gordura consumido diariamente por indivíduos acima de 2 anos de idade fique em torno de 30% ou menos do total energético ingerido.

Em outra pesquisa, também coordenada pelo USDA (1995), foi monitorado o consumo de grupos familiares e/ou consumo individual de pessoas por um período de aproximadamente 30 anos (1965 a 1995), utilizando o inquérito recordatório 24 horas para analisar o consumo total de calorias, gorduras e ácidos graxos saturados. Os resultados dessa

pesquisa mostraram que o consumo de ácidos graxos saturados, de 1989/91 até 1995 cresceu na população do sexo masculino e feminino em todas as faixas etárias pesquisadas (19 a 50 anos) e, em 1995, o aumento do consumo só ocorreu entre pessoas com 50 anos de idade ou mais. Desde então a estratégia traçada tem sido a recomendação para uma redução do consumo de gorduras saturadas e maior ingestão de gorduras poliinsaturadas, ressaltando a qualidade da dieta a ser ingerida (LICHTENSTEIN *et. al.* 1998).

TABELA 2 - Recomendações de consumo diário de gordura e ácidos graxos saturados.

NUTRIENTES	OMEGA	WFO
Gordura (% na ingestão de alimentos)	35	30
Ácidos graxos saturados (% na ingestão de alimentos)	15	10

Fonte: SPILLER (1995).

2.2.2 Consumo de Pescado na Dieta Humana.

Em várias partes do mundo, diversos são os trabalhos relativos ao papel do pescado na alimentação. De um modo geral, em todos eles é ressaltada a necessidade de se introduzir o pescado em maiores quantidades na dieta da população, de acordo com as suas necessidades nutricionais e condições químicas do pescado da região (COSTA e MACEDO 1985; RUIVO 1996).

O pescado é um alimento de fácil digestão e, também, fonte de proteínas, minerais, vitaminas A, D e do complexo B, o que o torna um produto de alto valor nutricional (SIMÕES *et. al.* 1998).

O Brasil é o quarto produtor de pescado no continente sul americano. No entanto, ocupa o quarto lugar como fonte de proteína animal no país, depois do boi, frango e suíno, segundo RUIVO (1996). De acordo com a APA (Associação Paulista de Avicultura), o pescado é a quinta fonte de proteína (TABELA 3). O hábito do consumo de pescado varia de região para região, oscilando entre 21% no norte e nordeste e 2% na região sul (GERMANO *et. al.*, 1998).

O fato do consumo de pescado ser relativamente pouco considerável no Brasil (SILVA 1992), se deve: ao preço pouco acessível, distribuição, sazonalidade de ofertas, concorrência de outras fontes animais e, também, o hábito alimentar que até bem pouco tempo subvalorizava o pescado como alimento. A todos esses fatores devemos adicionar uma carência de gerenciamento efetivo da pesca (RUIVO 1996).

TABELA 3 - Consumo brasileiro de proteínas animais (1000 ton. métricas).

Tipo	1995	1996	1997
Carne bovina	4450	4765	4870
Carne suína	1368	1362	1503
Carne de frango	3628	3509	3595
Ovos	746	802	800
Pescado	894	915	850
Total	11086	11353	11618

FONTE: APA (1997).

Apesar disso, todas as tentativas de reduzir os riscos das doenças já citadas, principalmente as cardiovasculares, enfatizam a importância do consumo de pescado ou de seus produtos, ricos em ácidos graxos

poliinsaturados da família ω 3 e pobres em ácidos graxos poliinsaturados da família ω 6 (SINCLAIR *et. al.* 1983; KINSELLA 1986; HEROLD e KINSELLA 1986; BURR 1989; SARGENT, 1997).

A produção da cadeia primária é o que determina a concentração de ácidos graxos insaturados em pescado. Nos oceanos há uma grande quantidade de fitoplâncton unicelular, principalmente algas, que são fontes ricas em C20:5 ω 3 e 22:6 ω 3 (SARGENT e HENDERSON 1995; SARGENT 1997). O fitoplâncton é consumido pelo zooplâncton filtrante e chega, através da cadeia alimentar, até os peixes superiores (SARGENT *op. cit.*).

BURR *et. al.* (1989), em estudo conhecido como DART (*Diet. and Reinfarction Trial*), pesquisaram 2.033 homens com história de doenças cardíacas. Essa população de estudo teve sua dieta acrescida de 300 g de peixe gordo (por volta de três porções de peixe por semana) e cápsula de óleo de peixe para quem não conseguia tolerar a ingestão de peixe. Após dois anos, o grupo que ingeriu peixe apresentou 29% menos mortalidade por ataque cardíaco.

Países como a Dinamarca têm uma ingestão diária de gordura de 140 g contra 125 g nos Estados Unidos, mas a taxa de enfarto é 33% menor do que a americana, certamente por ser proveniente de óleos de peixes a maior parte da gordura ingerida pelos dinamarqueses (GERMANO *et. al.*, 1998).

Evidências como essas geraram, na última década, o interesse científico em estudos epidemiológicos, que relatavam uma baixa incidência de doenças cardiovasculares entre esquimós groenlandeses, cuja dieta é

rica em gordura animal, principalmente de animais marinhos (DYERBERG 1986; NEWMAN *et. al.* 1993).

Também, KAGAWA *et. al.* (1982) relataram estudos comparando concentrações de EPA consumidos por populações japonesas de duas ilhas distintas constatando que os habitantes que consumiam peixe diariamente tinham uma concentração muito superior de ω 3 no sangue e significativo decréscimo na taxa de mortalidade por doenças cardiovasculares e cerebrovasculares.

SIMOPOULOS (1991), seguindo a mesma linha de pesquisa, declarou que populações com alto consumo de peixes como os esquimós e japoneses, têm menor taxa de enfarto do miocárdio e praticamente todos os estudos epidemiológicos relacionam a ingestão de ω 3 com o decréscimo de doenças coronárias.

Este efeito benéfico vem sendo atribuído à gordura encontrada em peixes e outros animais aquáticos comestíveis. Análises laboratoriais têm revelado as diferenças entre a gordura oriunda dos peixes e a encontrada em plantas e animais terrestres, com ácidos graxos ω 3 em sua composição, especialmente o ácido eicosapentanóico (EPA) e o docosahexaenóico (DHA) (KOTB e HADEED 1991; SARGENT e HENDERSON 1995).

Levando em consideração essa iminência, outros estudos de dieta humana observaram teores de ω 3 e ω 6. CRAWFORD *et. al.* (1973) analisaram 32 amostras de leite materno e detectaram a presença de ácido

linoléico (LA), ácido α -linolênico (LNA), ácido araquidônico (AA), ácido docosahexaenóico (DHA) e eicosapentanóico (EPA). Os autores observaram também, que a necessidade de lipídios é maior durante a infância do que durante a vida adulta. Aproximadamente 50% da ingestão total de calorias em crianças, com aleitamento materno exclusivo, encontra-se na forma de lipídios em uma proporção de 4:3:1 entre ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados e, com um conteúdo médio de colesterol de 150 mg/100g. Conseqüentemente, os poliinsaturados respondem por 8-10% desses lipídios, sendo que 5-8% são da série ω 6 e 0,3-1% pertencem a série ω 3. Embora esses valores tendam a variar de acordo com a dieta alimentar materna, os autores recomendaram a fórmula encontrada em dietas de alimentação infantil.

Seguindo esse consenso, LUCAS *et. al.* (1992) determinaram a composição lipídica do leite materno com níveis de 0,5% para ω 3 e 1% para ω 6 recomendando que nas fórmulas infantis esses níveis não excedam a 1 e 2%, respectivamente.

Contudo, há opiniões conflitantes no que diz respeito à quantidade e qualidade de ácidos graxos em fórmulas infantis. O Nutrition Committee of the American Academy of Paediatrics considera necessário uma ingestão de no mínimo 300 mg por 100 calorias. A EC Committee on Nutrition considera ótimo um total de 300-1200 mg por 100 calorias ingeridas, enquanto a ESPGAN recomenda de 3-6% do total de calorias. RIVA (1989) concorda com um total de ácidos graxos por volta de 2-6% do total de calorias e especifica que 4,5-5% dessa quantidade deveria pertencer à série ω 6 e 1-1,5% à série ω 3. O consenso é o fato de criança com aleitamento materno ingerir uma quantidade maior de ácidos graxos do que as alimentadas com fórmulas infantis. A comparação entre o percentual de

ácidos graxos encontrados em leite humano e bovino encontra-se especificado na TABELA 4.

TABELA 4 - Composição percentual de ácidos graxos em leite materno e bovino.

FONTE	ÁCIDOS GRAXOS			
	SATURADOS	OLÉICO	LINOLÉICO	α -LINOLÊNICO
BOVINO	43 – 49	35 – 40	1,5 – 2,1	traços
MATERNO	42 – 48	32 – 35	7,0 – 11,5	0,5 – 1,5

FONTE: COI (1997).

CARLSON *et. al.* (1992), INNIS (1992), NEWMAN *et. al.* (1993), NETLETTON (1993) e o Life Science Research Office (LSRO, 1998) centraram seus estudos no efeito do consumo de ω 3 durante a gravidez e primeira infância, mostrando que a adição de óleo de peixe como fonte de DHA em fórmulas infantis, em doses comparadas com a do leite materno, pode suprir o decréscimo de DHA no plasma sanguíneo.

Na mesma linha de pesquisa, UAUY *et. al.* (1992) mostraram com fartas evidências a relação benéfica entre o DHA e o desenvolvimento funcional da retina e do cérebro na primeira infância.

Além disso, outros estudos relatam que mulheres que incluem em sua dieta, consumo exclusivo de peixes, têm concentração de DHA muito mais elevada em seu leite, em relação às de dieta vegetariana, e também superiores ao valor encontrado em mulheres com dieta onívora, embora, na relação com esse grupo, a diferença seja menos acentuada (SPILLER 1995).

Apesar das constatações que defendem o consumo de ácidos graxos poliinsaturados, alguns trabalhos têm colocado em xeque esses resultados. Assim, BECKER (1995) citado por GERMANO *et. al.* (1998, p. 35) conduziu estudo por mais de 6 anos com 45.000 homens, que ingeriram peixe várias vezes por semana, constatando que os riscos de doenças cardiovasculares não diminuíram em relação a outros que consumiram peixe raramente. Do mesmo modo, ASCHERIO *et. al.* (1995) demonstraram que o aumento de refeições contendo peixe (5 a 6 porções por semana) não reduz o risco de doenças coronárias se essas não forem pré existentes.

CURB e REED (1985), citado por HARRIS (1977), pesquisando homens descendentes de japoneses e residentes no Havaí, não encontraram relação entre alta ingestão de peixes e taxas de doenças coronárias fatais ou não. Sendo que, nessa população, a maioria dos homens consumia peixes várias vezes por semana e, apenas 32 homens entre os 7.600 investigados nunca consumiram peixes.

Também em 1985, VOLLSET *et. al.* citados por HARRIS (1977), apresentaram estudo similar investigando, durante 14 anos, 11.000 indivíduos na população norueguesa, com alto consumo de peixe, não

encontrando relação entre a ingestão considerada alta e a mortalidade por doenças coronárias ou mortalidade total.

Por outro lado, autores que evidenciam o efeito hipocolesterolêmico e o teor de ácidos graxos advindos de peixes e óleos de peixes (PFEIFER *et. al.* 1960; STANSBY 1969; BIERENBAUM *et. al.* 1970; NELSON 1991; SARGENT 1997) mostraram que o peixe, como um todo, é considerado fonte rica em ácidos graxos poliinsaturados da família ω 3. Na verdade, há uma diferença marcante nos perfis de ácidos graxos entre diferentes espécies de peixes.

Também MAIA (1992) afirma que apesar do aumento considerável na oferta de peixe de água doce à população brasileira, pouco se sabe sobre suas propriedades químicas, nutricionais e tecnológicas, conhecimentos básicos para estudos sobre a relação da ingestão desses peixes e seu poder benéfico nas intervenções de dietas.

Estudos, caracterizando pescado, relatam que peixes de água doce geralmente contêm proporções menores de ácidos graxos poliinsaturados ω 3, em relação aos marinhos. Contudo, há relatos recentes indicando que os peixes de água doce apresentam relativamente grandes quantidades de ácidos ω 3. A temperatura da água seria o fator relevante e, quanto menor a temperatura, maior a quantidade desses ácidos graxos (FRIAS 1995).

No trabalho de LOVELL (1991) foram apresentados dados demonstrando que os peixes oriundos de oceanos possuem um teor de ω 3 variando entre 15 e 27% e peixes cultivados em viveiros têm, para o mesmo parâmetro, valores bem menores, por volta de 2,5%.

Em estudo publicado quase no mesmo período, VLIET e KATAN (1990) pesquisaram truta e salmão, cultivados em viveiros e encontrados na natureza. Mostraram que as espécies estudadas, quando oriundas de aquicultura, apresentavam concentrações menores de $\omega 3$ e maiores de $\omega 6$ em relação às capturadas na natureza (TABELA 5).

TABELA 5 – Composição de lipídios e ácidos graxos em Truta (*Salmo gairdneri*) e Salmão (*Salmo salar*) oriundos de viveiros e da natureza.

	Truta (<i>Salmo gairdneri</i> e <i>S. trutta fario</i>)		Salmão (<i>Salmo salar</i>)	
	Natureza (n=2)	Viveiros (n=9)	Natureza (n=2)	Viveiros (n=2)
Lipídios (%)	5 ± 3	6 ± 1	10 ± 6	16 ± 0,6
Ác. Graxos (%)				
18:3 $\omega 3$	3 ± 2	1 ± 0,3	1 ± 0,1	1 ± 0,1
20:5 $\omega 3$	7 ± 0,6	4 ± 1	5 ± 0,2	5 ± 0,1
22:6 $\omega 3$	15 ± 2	13 ± 1	10 ± 2	7 ± 0,1
Outros $\omega 3$	5 ± 0,6	2 ± 0,7	3 ± 0,5	4 ± 0,1
18:2 $\omega 6$	4 ± 3	9 ± 2	1 ± 0,1	3 ± 0,1
Outros $\omega 6$	1 ± 0,4	0,6 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,5 ± 0,1
Total $\omega 3$	30 ± 0,2	20 ± 3	20 ± 2	17 ± 0,2
Total $\omega 6$	5 ± 3	9 ± 2	2 ± 0,1	3 ± 0,1
$\omega 3/\omega 6$	7 ± 5	2 ± 0,6	11 ± 2	6 ± 0,1

FONTE: Viet e Katan (1990)

Segundo NETTLETON *et. al.* (1992), isso ocorre devido a fonte de alimentos encontrada pelos peixes nos oceanos acumular maior quantidade de ácidos da série $\omega 3$.

No entanto, SARGENT (1997) contesta esse fato citando estudos com *catfish*, essa espécie quando cultivada em viveiros apresenta um teor

menor de $\omega 3$, somente se for alimentada com dieta rica em óleos vegetais e se, o principal complemento da ração for à base de proteína de soja; não é o caso, entretanto, se a espécie em questão for alimentada com dietas baseadas em peixes ou óleos de peixes como ocorre com o salmão, amplamente, cultivado em viveiros na Europa.

Segundo ainda o mesmo autor, em contraste aos peixes marinhos, muitos peixes de água doce, incluindo a truta e o salmão, facilmente convertem o ácido C18 em seus homólogos C20 e C22, no entanto a maioria dos peixes de água doce, como a tilápia, carpa e *catfish*, é cultivada com dietas enriquecidas em 18:3 $\omega 3$ e 18:2 $\omega 6$ na razão 1:1($\omega 3/\omega 6$) ou mais.

CONNOR e LING (1982), em estudo de dietas, descrevem crustáceos como boas fontes de ácidos graxos poliinsaturados $\omega 3$ e também com baixo teor de ácidos graxos saturados, porém com alto teor de colesterol. Por essas razões, crustáceos têm sido restringidos para pacientes com dietas hipolipidêmicas. No entanto BUSH (1986) comenta que diferentes tipos de crustáceos possuem diferentes tipos de esteróis.

Na verdade, em relação ao teor de colesterol presente na carne de crustáceos, existe uma grande controvérsia na literatura. CHANMUGAN *et al.* (1983) citam que o camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* contém 113 mg/100 g, superior ao camarão marinho *Penaeus aztecus* que apresenta um teor de colesterol de 90 mg/100g. Isso se contrapõe ao relatado por D'ABRAMO (1993) que menciona que uma grande vantagem do camarão de água doce é a menor quantidade de colesterol quando comparado com o marinho.

BRAGAGNOLO (1997) afirma ser a composição de ácidos graxos em camarão afetada pela dieta e porção analisada, sugerindo mais estudos direcionados a esses aspectos.

Outro enfoque, a ser considerado nos estudos de perfil nutricional é a identificação da espécie, pois segundo KRZYNOWEK e PANNUNZIO (1989) consideráveis trabalhos trazem informações nutricionais de teor de gordura em camarões sob vários métodos de processamento, mas sem especificarem as espécies.

Com colocações igualmente direcionadas à validade dos resultados analíticos, DWYER (1994) atenta para a precisão dos métodos de análises bromatológicas, particularmente as relacionadas com estudos de vitaminas, ferros e esteróis, incluindo aí a análise de colesterol.

2.2.3 Peroxidação Lipídica

Com referência à peroxidação lipídica, sua relevância nesse trabalho deve-se ao fato de vários autores manifestarem a necessidade de estudos relacionando o alto consumo de ácidos graxos poliinsaturados e o aparecimento de doenças, pois ao mesmo tempo que a alta ingestão de ácidos graxos poliinsaturados contribuiu para o decréscimo dos níveis de colesterol plasmático e reduziu em 25% as mortes relacionadas a problemas vasculares, percebeu-se um aumento em 30% de mortalidade por causas não vasculares, esse fato levantou a hipótese de uma relação entre a alta ingestão e a peroxidação de ácidos graxos poliinsaturados (OLIVER 1981; RAMIREZ-TORTOSA *et. al.* 1999).

Essa preocupação tem razão de ser, uma vez que a oxidação lipídica é uma das principais causas de deterioração da qualidade de produtos cárneos. A susceptibilidade do tecido muscular à oxidação se deve à sua alta concentração de catalizadores (ferro e mioglobina) e ácidos graxos poliinsaturados presentes nos lipídios, os quais quando oxidados reagem com outros componentes do alimento, como proteínas, carboidratos e vitaminas. Além do comprometimento nutricional, este tipo de interação afeta a funcionalidade das proteínas. (SHAHIDI *et. al.* 1987; XIONG e DECKER 1995).

Atentando para esses e outros estudos, que afirmam ser o malonaldeído e outros produtos de oxidação lipídica, fatores de risco carcinogênico e ou mutagênico, TORRES e OKANI (1997) avaliaram a estabilidade lipídica de vários alimentos, incluindo algumas espécies de pescado. As autoras mostraram a necessidade do teste de ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) para essa classe de alimentos, uma vez que são ricos em ácidos graxos poliinsaturados e os altos níveis desses ácidos predispõem à oxidação lipídica. O teste de TBARS tem sido usado para estimar a oxidação lipídica de pescado e seus derivados. Alguns dos diversos produtos resultantes da oxidação dos lipídios reagem com o ácido 2-tiobarbitúrico possibilitando sua quantificação colorimétrica (SIMÕES *et. al.* 1998).

2.3 Colesterol

Os esteróides são lipídios cíclicos de grandes dimensões, sendo o principal e mais abundante deles o colesterol. Quase que exclusivamente de origem animal, o colesterol é precursor dos hormônios supra-renais

(hidrocortisona e aldosterona), dos hormônios sexuais (androgênio, estrogênio e progesterona) e dos ácidos biliares, tendo um papel importante na composição das lipoproteínas responsáveis pelo transporte de lipídios no sangue (HARPER *et. al.* 1982).

Sendo assim, o colesterol é essencial. Quando sua ingestão dietária é insuficiente, o organismo reage com neossíntese, principalmente no fígado, onde o colesterol alimentar e o sintetizado podem entrar na circulação sanguínea, serem convertidos em ácidos biliares, ou serem levados ao intestino, juntamente com bile. (SANTOS e SANTOS 1982). Cerca de 50% do colesterol que chega ao intestino é eliminado nas fezes como esteróis naturais e o restante retorna ao fígado pela circulação êntero-hepática. No fígado, se a quantidade de colesterol envolvida for grande, haverá um efeito inibitório da enzima β -hidroxi- β -metil-glutaril Co-A (HMG-CoA) redutase, por outro lado, se a quantidade for pequena, não ocorrerá a ação inibitória e uma quantidade maior de colesterol será sintetizado (SGARBIERI 1987).

Existe, no entanto, um mecanismo de retorno negativo por onde a síntese endógena aumenta quando há pouca ingestão e diminui quando esta última é alta, mantendo dessa forma um nível de colesterol constante nas células do fígado (SANTOS e SANTOS 1982).

MATTSON *et. al.* (1972) verificaram uma relação linear entre colesterol da dieta e o sanguíneo. Cada 100 mg de colesterol/1000 kcal consumidos resultava em um aumento de colesterol no plasma de aproximadamente 12 mg/100mL. O NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM dos EUA (NCEP 1988) recomenda, para baixar os níveis de colesterol sanguíneo dos indivíduos que se encontram na faixa de risco (acima de 200 mg/100 g), a diminuição da ingestão de gordura saturada e de colesterol. Pois, apesar do mecanismo de retorno, o consumo excessivo inevitavelmente leva a um aumento dos níveis do

colesterol no plasma sanguíneo. Esses níveis são regulados, principalmente, pela estrutura dos ácidos graxos, sendo que os saturados fazem com que os mesmos aumentem e os insaturados contribuem na sua diminuição (SANTOS e SANTOS 1982).

Normalmente o homem ocidental consome uma média de 600 e 1000 mg/colesterol/dia. A recomendação máxima estimada para ingestão, de acordo com o World Health Organization (WHO 1982) é de 300 mg/dia, já o Committee on Medical Aspects (COMA 1984) não faz recomendação específica.

No Brasil são poucos os trabalhos que caracterizam o pescado como alimento (BRAGAGNOLO 1997). Com o seu grande potencial aquícola, estudos estatísticos colocam o Brasil como o maior país da América do Sul em costa marítima, volume de águas represadas, número e volumes de rios e números de espécies aquáticas (RUIVO 1996). Contrapondo-se a esses dados também é o maior país da América do Sul em importação de pescado e em falta de dados estatísticos da produção pesqueira (RUIVO *op. cit.*). Com isso, o Brasil é o quarto produtor de pescado no continente sul americano, mas a contribuição do pescado como fonte alimentícia tem sido pouco significativa.

Considerando essa e todas as outras situações levantadas, verificou-se a necessidade de se realizar um estudo do valor nutricional e perfil lipídico em espécies de pescado com elevado consumo, em duas diferentes estações do ano.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Caracterizar, nutricionalmente, a carne de cinco espécies populares de pescado de água doce e salgada em duas diferentes estações do ano.

3.2 Objetivos Específicos

- Determinar o valor nutricional e o valor calórico das espécies selecionadas e;
- Caracterizar essas espécies em relação aos ácidos graxos, à peroxidação lipídica e ao colesterol.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

Cinco espécies de pescado foram objetos da pesquisa: sardinha, *Sardinella spp.* (Curvier e Valenc, 1847), corvina, *Micropogonias furnieri* (Quoy e Gaim, 1876) e, camarão-sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri*, de origem marinha; e o curimatá, *Prochilodus spp.* (Steindachner, 1881) e tilápia, *Oreochromis spp.* (Linnaeus, 1857), oriundas de água doce. O critério de escolha se deu pelo volume de comercialização, de acordo com o BOLETIM anual de 1997 da Companhia Estadual de Armazéns Gerais do Estado de São Paulo (CEAGESP 1997), em São Paulo, onde as amostras foram obtidas (TABELA 6).

TABELA 6 – Comercialização de sardinha, corvina, tilápia curimatá e camarão-sete-barbas na CEAGESP no período de aquisição.

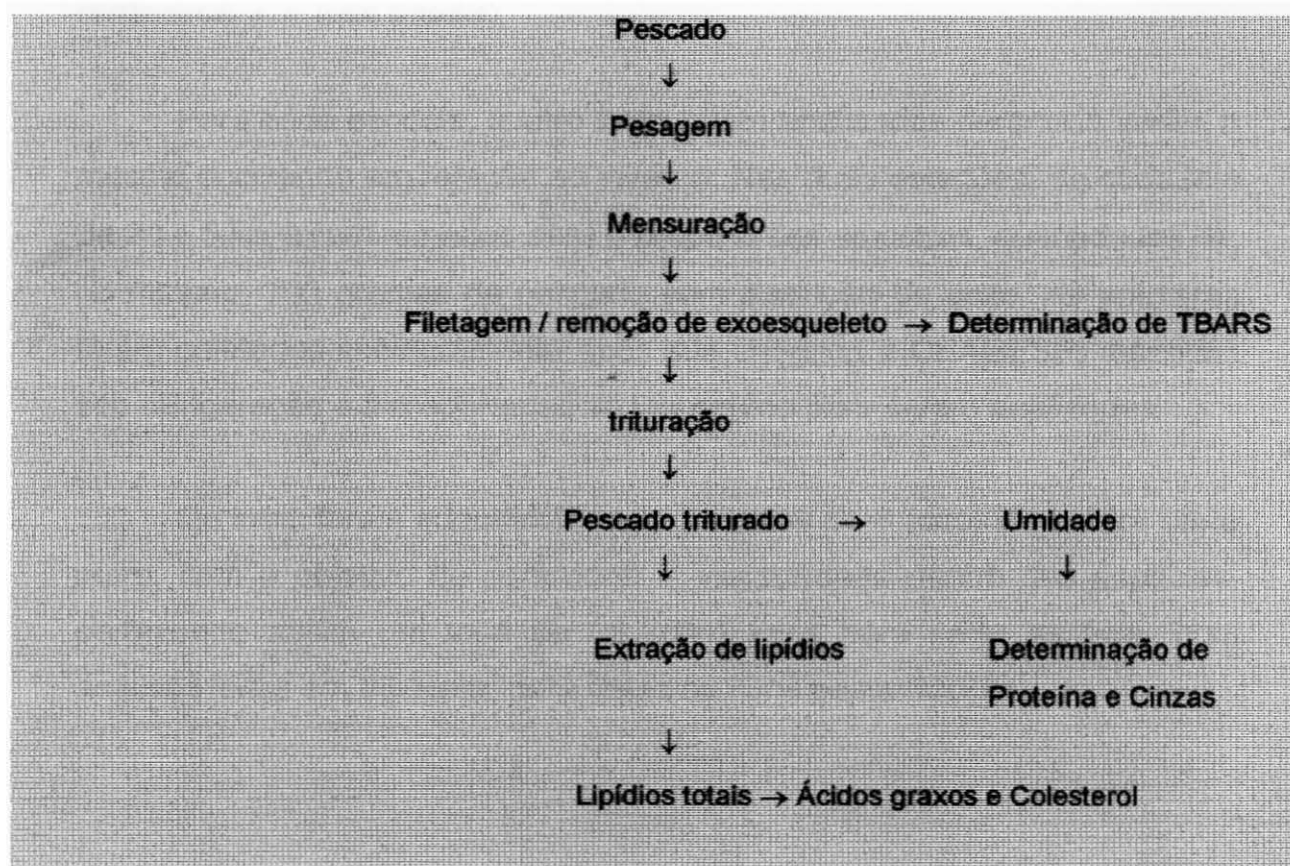
ESPÉCIES	COMERCIALIZAÇÃO (Kg)		PROCEDÊNCIA	
	verão	inverno	verão	inverno
SARDINHA	610.620	479.271	Baixada Santista e Itajaí.	Ilha Grande e Itajaí.
CORVINA	790.383	536.676	Itajaí e Lagoa dos Patos.	Itajaí e Lagoa dos Patos.
TILÁPIA	9.046	27.359	Transferência e Chapada de Paracatu.	Transferência e Rio Claro
CURIMBATÁ	239.851	133.018	Transferência.	Transferência e Uruguai.
CAMARÃO-SETE-BARBAS	2.520	3.250	Baixada Santista.	Baixada Santista.

FONTE: Boletim mensal da CEAGESP (1999).

4.1.1 Amostras

As amostras constaram de 5 espécimes no caso da sardinha; 2 quando as espécies foram a corvina e tilápia; 1 indivíduo para o curimatá; e, aproximadamente, 300 g quando se tratou do camarão-sete-barbas. Todas as análises foram executadas a partir de amostras trituradas, a única exceção ocorreu para a análise de substâncias que reagem com o ácido 2-tio-barbitúrico (TBARS), na qual foram utilizados pedaços inteiros de filés, tendo sido tomado cuidados para que houvesse uma representatividade da amostra. Segundo CANDIDO *et. al.* (1998), em análises obtidas a partir de produto triturado, ocorre o aumento de superfície de exposição ao oxigênio, aumentando a susceptibilidade dos ácidos graxos à oxidação (FIGURA 1).

FIGURA 1 – Fluxograma das análises realizadas.



A data em que foram adquiridas as amostras e os dados referentes ao peso e comprimento das espécies encontram-se na Tabela 7.

TABELA 7 – Dados biométricos das espécies analisadas.

DATA	ESPÉCIES								
	sardinha		corvina		tilápia		curimbatá		camarão -sete- barbas
	gr.*	cm.*	gr.*	cm.*	gr.*	cm.*	gr.*	cm.*	gr.*
03/03/99	64,1	17,3	1080,0	46,6	513,2	31,5	1852,3	50,0	355,0
09/03/99	98,4	19,4	714,0	41,0	772,3	35,0	1728,7	38,0	585,4
16/03/99	85,6	19,1	469,6	30,5	586,4	26,3	1806,0	45,0	299,8
23/03/99	48,8	14,6	533,9	32,0	s.a.	s.a.	1662,5	43,0	355,4
06/07/99	55,6	17,4	671,8	38,0	279,5	21,0	1434,5	49,0	436,3
14/07/99	48,6	16,0	596,8	37,0	308,4	23,0	1813,8	47,0	331,0
20/07/99	60,4	15,5	561,6	34,0	521,0	26,0	1432,6	40,0	453,9
27/07/99	69,1	16,0	701,0	36,0	425,6	24,2	1637,9	43,0	574,6

*Média dos lotes analisados; gr (peso em gramas) e cm (comprimento em centímetros). s. a. (sem amostra)

Para cada espécie, quatro lotes foram analisados durante o verão, o mesmo ocorrendo em relação ao inverno. Nas duas estações, de cada lote de 20 ± 5 kg, foram tomadas para o preparo das amostras, quantidades de, no mínimo, 300 gramas de pescado sem distinção de sexo. As amostras foram coletadas imediatamente após sua chegada à CEAGESP, mantidas sob refrigeração e transportadas ao laboratório para serem analisadas.

Os lotes foram adquiridos com intervalos de 8 (oito) dias entre um e outro, com o objetivo de considerar a variabilidade dentro das espécies, perfazendo assim um total de 08 (oito) lotes para cada espécie, com análises feitas em triplicata, para todos os itens pesquisados.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Composição Química

A umidade, proteína bruta e cinzas foram determinadas conforme a ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC 1995). A umidade foi determinada pela desidratação de 10 g da amostra, em estufa à 105^oC, por 12 horas, e a proteína em 50 mg da amostra desidratada, pelo método de Kjeldahl (semi-micro), empregando o sulfato de cobre (40mg), o sulfato de potássio (2,0 g) e o ácido sulfúrico (3 mL). As cinzas foram quantificadas em 2 g da amostra, também desidratada, que após ser carbonizada (250-300^oC) foi incinerada a 550^oC, em mufla elétrica.

A análise dos lipídios totais foi feita pelo método de coluna seca, recomendada por MARMER e MAXWELL (1981), sendo o extrato lipídico utilizado para as análises de ácidos graxos e colesterol total. O diclorometano, metanol (9:1) e água foram utilizados no processo de extração. Os lipídios foram quantificados por gravimetria, após evaporação do solvente (diclorometano).

4.2.2 Valor Calórico

O valor calórico foi estimado atribuindo-se à proteína e aos lipídios, os coeficientes 4,0 e 9,0, respectivamente (WATT e MERRIL 1963).

4.2.3 Determinação de Ácidos Graxos

A extração e separação dos lipídios foi feita de acordo com MARMER e MAXWELL (1981), conforme indicado anteriormente. Os ácidos graxos foram determinados por meio da saponificação de alíquotas de extrato lipídico, onde 10 mL do extrato foram evaporados em nitrogênio

(N₂) e secos em estufa a 105 °C, por um período de 3 horas, de acordo com MORRISON e SMITH (1974).

A cromatografia gasosa foi realizada em cromatógrafo da marca "Crhompack", modelo CP9002, equipado com detector de ionização de chama, injetor tipo "split/splitless" e coluna capilar de sílica fundida "CP-SIL 88" (50 m de comprimento x 0,25 mm de diâmetro interno). Após a otimização do método foram fixados os seguintes parâmetros de operação:

- Temperatura da coluna 100°C, por 35 minutos de corrida e 5 minutos para resfriar;
- Temperatura do injetor: 270°C;
- Temperatura do detector: 300°C,
- Gás de arraste: hidrogênio (H₂), numa vazão de 0,8 mL/min na coluna, com velocidade linear de 45,4cm/s e uma pressão de 125 psi;
- Gás "make-up": Nitrogênio (N₂) a 30 mL/min.;
- Técnica de injeção: "split" (com razão de 100:1) e, o volume injetado foi de 2 µL da camada superior do extrato tratado, foi utilizado como padrão externo quantitativo o Lipid Standard SIGMA® - *Fatty acid met.hyl ester mixture # 189-19* e, como padrão interno o ácido heptadecanóico (C17:0).

A quantificação dos ácidos graxos foi feita por normalização de área, e a identificação por comparação do tempo de retenção corrigido de ésteres metílicos dos ácidos graxos das amostras e padrões.

4.2.3.1 Determinação de TBARS

Para determinar o TBARS (teste do ácido 2-tiobarbitúico) foi empregado o método de extração, onde 20 g da amostra foi homogeneizada com ácido tricloroacético e 0,1% de EDTA, segundo VYNCKE (1975). O padrão utilizado foi o 1,1,3,3 tetraetoxi propano, com recuperação de 96%. A leitura foi feita a 538 nm em espectrofotômetro Cecil, modelo 1020. O valor encontrado foi relatado como mg de substâncias que reagem com o TBA, por 1000 g de amostra

4.2.4 Determinação de Colesterol

O colesterol foi determinado por colorimetria, segundo BOHAC *et. al.* (1988). Os lipídios foram extraídos (MARMER e MAXWELL 1981) e 3 mL do extrato evaporados sob fluxo de N₂. Livre do solvente, a amostra foi saponificada com 10 mL de hidróxido de potássio a 12% em etanol, em banho-maria a 80°C, com agitação, durante 15 minutos, e imediatamente resfriada com a adição de 5 mL de água destilada desmineralizada. A fração insaponificável foi extraída por duas vezes consecutivas com 10 mL de hexano.

Então, foi tomada alíquota de 4 mL do extrato de hexano, evaporada sob fluxo de N₂ e acrescido ao resíduo 6 mL de solução saturada de sulfato ferroso, em ácido acético glacial, e 2 mL de ácido sulfúrico concentrado. Na amostra, assim tratada, foi medida a absorbância em espectrofotômetro da marca "Coleman-295", a 490nm, obedecendo-se um tempo de leitura entre 10 e 30 minutos.

A curva de calibração foi elaborada a partir de soluções de 50, 100, 150 e 200µg de colesterol (C-8253 SIGMA®) submetidas à saponificação e

desenvolvimento de cor, obtendo-se, ao final do processo, um gradiente de 10 a 40 μg .

4.2.5 Análises Estatísticas

Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado. A análise de variância, com cálculos dos testes F e de Tukey foram feitos com nível de significância de 1%, conforme PIMENTEL GOMES (1985). Para realização das análises estatísticas foi utilizado o programa ESTAT (Sistema para análises estatísticas) da UNESP, versão 2.0.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Composição Química

As tabelas de 8 a 12 apresentam os resultados dos teores de umidade, proteína bruta, cinzas, lipídios e calorias determinados nas espécies analisadas durante o verão e inverno.

TABELA 8 – Composição química e valor calórico em sardinha analisada no verão e inverno.

Lotes	Data de Coleta		Umidade %		Proteínas %		Cinzas %		Lipídios %		Cal Kcal /100 g	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
1	03/03	06/07	70,65	76,38	20,13	19,81	1,88	2,03	10,88	1,31	178,45	91,02
2	09/03	14/07	75,93	77,80	28,26	19,12	1,96	1,68	0,72	1,62	119,48	91,05
3	16/03	20/07	75,17	61,97	30,75	18,17	1,69	1,68	1,58	18,08	137,23	235,40
4	23/03	27/07	67,99	59,08	26,29	18,68	2,10	2,31	2,83	21,45	130,68	267,78
Média ± DP*			73,92^a ±2,3	72,05^a ±0,7	28,4^a ±1,8	18,9^b ±0,6	1,98^a ±0,1	1,80^a ±0,1	4,00^a ±4,0	10,62^a ±9,2	129,13^a ±1,7	171,42^a ±8,7

*Médias e estimativa de desvio padrão (DP) dos lotes analisados em triplicata

Médias seguidas da mesma letra (coluna) no verão e Inverno não diferem estatisticamente entre si, pelo teste DMS (diferença mínima significativa).

As amostras de sardinha adquiridas no verão e inverno tiveram peso médio de 74,2 g e 58,4 g, e comprimento médio de 17,6 cm. e 16,2 cm, respectivamente (TABELA 7). Houve uma diferença estatisticamente não significativa ($p \leq 0,05$) referente ao peso, o que não ocorreu com o comprimento.

As análises estatísticas com base nos dados da TABELA 8, demonstraram que em relação aos parâmetros analisados a diferença entre as estações não foi significativa para umidade, lipídios, cinzas e calorias, ocorrendo o contrário em relação à proteína ($p \leq 0,01$).

Houve uma discrepância entre os valores de lipídios encontrados no lote 1 do verão, o mesmo ocorreu com os lotes 3 e 4 analisados no inverno, cujos valores se mostraram superestimados em relação aos encontrados na literatura, a cerca disso foram realizadas novas análises e os resultados encontrados confirmaram os resultados já determinados.

TABELA 9 – Composição química e valor calórico em corvina analisada no verão e inverno.

Lotes	Data de Coleta		Umidade %		Proteínas %		Cinzas %		Lipídios %		Cal Kcal /100 g	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
1	03/03	06/07	80,23	76,46	18,77	19,12	1,35	1,73	0,73	3,06	81,67	104,01
2	09/03	14/07	80,40	77,66	24,78	17,23	1,57	1,26	0,53	3,09	103,87	96,72
3	16/03	20/07	77,88	80,10	26,47	17,37	1,22	1,41	1,66	0,94	120,82	77,93
4	23/03	27/07	78,58	76,96	25,30	18,35	1,66	1,30	0,53	3,73	105,99	106,98
Média ± DP*			79,27^a ±1,1	77,80^a ±1,4	25,52^a ±0,7	18,02^b ±0,8	1,38^a ±0,1	1,32^a ±0,2	0,60^a ±0,1	3,29^b ±0,3	110,23^a ±1,1	102,57^a ±1,5

*Médias e estimativa de desvio padrão (DP) dos lotes analisados em triplicata

Médias seguidas da mesma letra (coluna) no verão e Inverno não diferem estatisticamente entre si, pelo teste DMS (diferença mínima significativa).

As amostras de corvina adquiridas no verão e inverno tiveram peso médio de 699,4 g e 632,8 g, e comprimento médio de 37,5 cm. e 36,2 cm, respectivamente (TABELA 7), cujas diferenças se mostraram não significativas.

As análises estatísticas realizadas com base nos dados da TABELA 9, demonstraram que a diferença entre as estações analisadas não foi significativa para umidade, cinzas, calorias. No que diz respeito à proteína houve diferença significativa ($p \leq 0,01$); o mesmo ocorrendo com os lipídios.

TABELA 10 – Composição química e valor calórico em tilápia analisada no verão e inverno.

Lotes	Data de Coleta		Umidade %		Proteína %		Cinzas %		Lipídios %		Cal Kcal /100 g	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
1	03/03	06/07	83,32	81,16	17,29	15,65	1,24	0,19	0,30	1,52	71,86	76,27
2	09/03	14/07	76,95	79,56	23,60	17,36	1,28	1,23	4,69	1,29	136,63	81,04
3	16/03	20/07	79,90	79,34	24,48	18,31	1,07	1,13	0,77	1,27	104,80	84,66
4	23/03	27/07	s.a	78,86	s.a	18,41	s.a	1,37	s.a	1,24	s.a	84,80
Média ± DP*			80,06^a ±1,5	79,73^a ±0,9	21,79^a ±3,2	18,03^a ±0,5	1,20^a ±0,1	1,19^a ±0,2	1,92^a ±0,1	1,27^a ±0,3	104,43^a ±15,9	83,50^a ±1,2

*Médias e estimativa de desvio padrão (DP) dos lotes analisados em triplicata. s.a.(sem amostra)

Médias seguidas da mesma letra (coluna) no verão e Inverno não diferem estatisticamente entre si, pelo teste DMS (diferença mínima significativa).

As análises de composição química realizadas em tilápia adquiridas no verão foram efetuadas apenas em 03 lotes, isso deveu-se ao fato de na data estabelecida para a aquisição do lote 4, a CEAGESP só ter recebido essa espécie congelada, o que alteraria os padrões estabelecidos para este estudo.

O peso médio encontrado para essa espécie foi de 624,0 g no verão e 383,6 g no inverno, o comprimento teve valores médios de 30,9 cm no verão e 23,5 cm no inverno (TABELA 7), sendo estatisticamente significativas as diferenças encontradas.

Quando a espécie analisada foi a tilápia, os testes estatísticos realizados com base nos dados da TABELA 10, demonstraram que, para todos os parâmetros em questão, não houve diferença significativa entre as estações. Isso certamente se deve ao fato de a espécie ser cultivada em viveiros.

TABELA 11 – Composição química e valor calórico em curimatá analisado no verão e inverno.

Lotes	Data de Coleta		Umidade %		Proteínas %		Cinzas %		Lípidios %		Cal Kcal /100 g	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
1	03/03	06/07	67,16	77,44	19,94	16,98	1,16	1,28	13,72	3,85	203,29	102,58
2	09/03	14/07	60,34	71,51	21,58	20,68	1,09	1,26	18,62	9,43	253,90	167,61
3	16/03	20/07	71,62	74,42	25,11	15,01	1,19	1,08	9,58	6,74	186,65	120,68
4	23/03	27/07	73,64	62,28	25,63	17,34	1,33	1,08	5,81	20,21	154,78	251,27
Média ± DP*			68,19^a ±2,7	74,46^a ±2,4	23,07^a ±2,4	18,33^b ±0,5	1,19^a ±0,1	1,18^a ±0,1	9,70^a ±3,2	6,67^a ±2,2	199,66^a ±8,3	130,29^a ±3,7

*Médias e estimativa de desvio padrão (DP) dos lotes analisados em triplicata.

Médias seguidas da mesma letra (coluna) no verão e Inverno não diferem estatisticamente entre si, pelo teste DMS (diferença mínima significativa).

As amostras de curimatá adquiridas respectivamente no verão e inverno apresentaram peso médio de 1762,4 g e 1579,7 g e comprimento médio de 44,0 cm e 44,7 cm (TABELA 7), não havendo diferença significativa para esses parâmetros.

Com referência à composição química, os testes estatísticos realizados com base nos dados da TABELA 11 demonstraram que não houve diferença significativa entre as estações estudadas, quando se observaram os teores de umidade, lipídios, cinzas e calorías. Mas os teores de proteína apresentaram variação significativa ($p \leq 0,05$). No verão, o conteúdo alcançou uma média de 23,07% e esse valor diminuiu no inverno, ficando mais próximo aos encontrados na literatura, de 18,0 e 20,5% (MAIA *et. al.* 1999)

TABELA 12 – Composição química e valor calórico em camarão-sete-barbas analisado no verão e inverno.

Lotes	Data de Coleta		Umidade %		Proteínas %		Cinzas %		Lipídios %		Cal Kcal /100 g	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
1	03/03	06/07	81,45	79,06	20,68	17,70	1,13	1,83	0,83	1,15	90,77	81,18
2	09/03	14/07	77,90	81,44	23,18	16,77	1,78	1,16	1,00	1,13	144,88	77,32
3	16/03	20/07	78,03	80,31	24,85	17,52	1,58	1,43	0,98	1,23	108,20	81,14
4	23/03	27/07	78,41	82,15	25,43	15,30	1,57	1,30	0,71	1,15	108,12	71,54
Média ± DP*			78,11^a ±0,2	80,74^b ±1,2	23,53^a ±2,0	17,33^b ±1,0	1,52^a ±0,2	1,43^a ±0,2	0,94^a ±0,1	1,16^b ±0,3	102,36^a ±8,2	77,80^b ±2,1

*Médias e estimativa de desvio padrão (DP) dos lotes analisados em triplicata.

Médias seguidas da mesma letra (coluna) no verão e Inverno não diferem estatisticamente entre si, pelo teste DMS (diferença mínima significativa).

As amostras de camarão-sete-barbas adquiridas no verão e inverno tiveram peso médio de 398,9 g e 448,9 g, respectivamente (TABELA 7), não havendo diferença significativa para esses parâmetros.

Para o camarão-sete-barbas, os testes estatísticos realizados com base nos dados da TABELA 12 demonstraram que somente os teores de cinzas não apresentaram diferença significativa entre as estações.

Os teores de umidade encontrados para sardinha e corvina (TABELAS 8 e 9) estiveram dentro da faixa referida para espécies marinhas. HART e FISHER (1971) determinaram valores entre 60 a 90% nessa categoria de peixes.

O curimatá e o camarão-sete-barbas foram as espécies que apresentaram maiores variações de umidade. Esse fato pode ser devido, além de outras causas, aos métodos de resfriamento para conter a deterioração. A cerca disso, COSTA e MACÊDO (1985) evidenciam o fato de a água ser um dos mais difíceis componentes a ser determinado com precisão, considerando-se as técnicas usadas e o fato desse parâmetro não poder ser medido com a amostra refrigerada por tempo prolongado.

No que pôde ser observado com relação a cinzas, todas as espécies tiveram seus valores entre 1,0 e 2,0% (TABELAS 8 a 12). A sardinha e o camarão-sete-barbas foram as espécies que apresentaram valores mais altos. MORAIS e CAMPOS (1993) afirmam que o teor de cinzas em peixes magros está na faixa de 0,5 a 1,5%.

COSTA e MACÊDO (1985), analisando a tilápia, encontraram diferença significativa para cinzas entre os meses de captura e relataram que na época de maior intensidade pluviométrica foram registrados menores valores, porém isso não foi observado quando os autores analisaram a sardinha.

Da mesma forma, RIOS (1957), estudando a composição química de várias espécies de pescado, entre elas a sardinha, encontrou valores médios de 1,15% de cinzas, 77,78% de umidade, 20,98% de proteína bruta e 0,20% de gordura em espécimes com comprimento médio de 15,0 cm.

Quanto à corvina, MORAIS e CAMPOS (1993) observaram valores de 80,69% de umidade, 17,03% de proteína e 1,27% de cinzas. Esses valores estão coerentes com os encontrados no presente trabalho, no inverno.

HENDERSON e TOCHER (1987) enumeraram 56 espécies de peixes de água doce (a maior parte delas provenientes de países com clima temperado), cujos filés ou músculos apresentaram teores de lipídios totais de 0,7-25,8% (base úmida). Também pesquisando lipídios, LAZOS *et. al.* (1989) estudaram 11 espécies de peixes de água doce da Grécia encontrando de 0,6 a 7,6%. Esses teores mencionados assemelham-se aos resultados encontrados para as espécies de água doce ora analisadas.

A composição química da tilápia apresentou variações consideráveis nos diferentes lotes analisados, mas não houve diferença significativa entre as estações (TABELA 10). FREITAS *et. al.* (1979) trabalhando com a mesma espécie (n= 97 peixes e peso médio de 499,0 g) forneceram os seguintes resultados: umidade, 77,1%; proteínas, 20,0%; e, lipídios, 1,9%. Com esse estudo os autores também concluíram não existir relação entre os resultados das análises químicas e a época de captura dos peixes.

NUNES (1981) trabalhou com híbridos de tilápia (peso médio 750,0 g) e encontrou valor de 5,40% de lipídios, sendo que NETO (1984) relatou valor de 1,67% para o mesmo componente.

Também estudando lipídios em pescado, MACHADO (1989) demonstrou que a flutuação irregular, para esse parâmetro, sofre maior

influência do peso do peixe. Os menores teores de lipídios estão associados aos peixes com pesos menores. O autor encontrou 16,6% e 18,2% para lipídios de tilápias com peso médio de 1.050 g e 3.840 g, respectivamente. Os teores de proteína bruta (13,0%) e umidade (67,7%) encontrados, pelo autor, foram significativamente inferiores aos determinados no presente trabalho.

COSTA e MACEDO (1985) analisando composição química em espécies de peixes estuarinos afirmaram que a matéria graxa, juntamente com a proteína, são as substâncias que mais sofrem variações, pois estão relacionadas com a alimentação, perda energética, desova, ou em razão da parte do corpo analisada. MAIA *et. al.* (1999) discutem que a diferença apresentada nos teores de proteína é atribuída à variação sazonal.

Da mesma forma KINSELLA *et. al.* (1977) enfatizaram que a variação em teores lipídicos de pescado é influenciada pela idade, fonte de captura, sazonalidade e métodos de análises

MAIA *et. al.* (1983) trabalhando com a composição química de curimatá (peso médio de 800,0 g) apresentou os seguintes valores médios: umidade, 76,5%; lipídios, 2,3%; e, proteína, 20,4%. Em 1992, MAIA, trabalhando com a mesma espécie, observou valores de 73,4% para umidade, 19,8% para proteína e 6,0% para lipídios totais, utilizando amostras com peso médio de 1.328,0 g e atribuiu a discrepância nos teores de lipídios, entre os dois trabalhos, ao tamanho dos peixes.

A relação lipídios/peso de peixe também foi observada por GURGEL e FREITAS (1977) que analisaram o curimatá durante dois anos, obtendo o teor médio de 11,1%.

No presente trabalho, as diferenças encontradas nos teores de lipídios entre os espécimes de curimatá analisadas não obedeceram a uma correlação com o tamanho. Nem sempre o aumento de peso significou acréscimo no teor de lipídios.

Em estudo com camarão marinho, LOVELL (1991) encontrou teores de lipídios inferiores a 1% em músculo próximo a cauda, isso certamente se deve ao fato de em crustáceos, o depósito de gordura se concentrar no hepatopâncreas.

Em 1989, KRZYNOWEK e PANUNZIO selecionaram 11 espécies de camarões encontrando valores que variaram de 0,8 a 1,1% em gordura, situando crustáceos como alimento pobre em teores de gordura.

Da mesma forma, PEDRAJA (1970) ressalta que os lipídios em camarão são realmente baixos (0,5% a 0,8%) quando comparados às proteínas.

Esses resultados não divergem dos valores encontrados no presente trabalho, onde o teor de lipídios em camarão-sete-barbas variou de 0,71 a 1,23%.

A diferença entre os valores encontrados no inverno (1,17%) e no verão (0,94%) foram significativamente diferente ($p \leq 0,05$) e os teores de lipídios decrescerem no verão.

Esses resultados não foram iguais aos encontrados por KING *et. al.* (1990) que estudando efeitos da estação do ano no teor lipídico de duas espécies de camarão não verificaram diferenças entre o verão (1,2%) e o inverno (1,3%).

KRZYNOWEK (1985) estudando o efeito do clima na variação do teor de lipídios, afirmou que o conteúdo de gordura de algumas espécies de peixes pode flutuar em torno de 10% em relação à época de captura. Variações maiores foram encontradas nesse trabalho.

Ainda no que se refere a lipídios, ARMSTRONG *et. al.* (1991) observaram que peixes de águas tropicais possuem teores inferiores quando comparados aos de regiões frias. Esse fato também foi observado nesse trabalho quando foram comparados os dados encontrados nas espécies de sardinha e tilápia com peixes do mesmo gênero coletados na região de Atlanta, EUA. (HEARN *et. al.* 1987).

No referente aos teores de proteína, KIRK e SAWYER (1981) enfatizam que o fator convencionalmente usado para conversão de nitrogênio em proteína (6,25) possa superestimar os valores desse parâmetro, fazendo com que a composição centesimal ultrapasse os 100%. No presente trabalho, esse fato foi observado. Da mesma forma, KINSELLA *et. al.* (1977) analisando composição química de espécies de peixes de água doce, observaram resultados que ultrapassaram a 100% (\pm 5%).

O valor calórico está significativamente correlacionado ao teor de lipídios. Com base nessa afirmação, os resultados encontrados (TABELAS 8 a 12) estão dentro do esperado.

Segundo STANSBY (1962), no que diz respeito ao valor nutricional do pescado, quatro das espécies em questão: sardinha, no verão, corvina, tilápia e camarão podem ser classificadas como peixes de categoria A, ou seja, magros, com teor de gordura abaixo de 5% e alto teor de proteína, entre 15 e 20%. Já, de acordo com EXLER (1987), a sardinha seria incluída na categoria de peixe com médio teor de lipídios (3,5 a 7,0 %).

Ainda no que concerne ao valor nutricional, BARDOLATO *et. al.* (1994) incluem todas as espécies em alimentos com alto (de 15 a 20%) e altíssimo (acima de 20%) conteúdo protéico.

5.1.1 Considerações entre as Espécies Analisadas referente à Composição Química.

A TABELA 13 mostra os parâmetros analíticos pesquisados e as respectivas espécies em ordem crescente para os valores de suas médias.

TABELA 13 – Resultados obtidos no Teste de DMS entre as médias de composição química nas espécies analisadas.

Análises laboratorial	Espécies	Valor de F	Nível de Significância (%)
Umidade %	3a, 5a, 2a, 1a, 4a	6,09	5
Proteínas %	1a, 2a, 5a, 3a, 4a	0,22	NS
Cinzas %	1a, 5b, 2bc, 3bc, 4c	35,37	1
Lipídios %	4a, 1a, 2a, 3a, 5a	2,11	NS
Calorias Kcal/100g	4a, 1a, 2a, 3a, 5a	3,51	NS

1=sardinha, 2=corvina, 3=tilápia, 4=curimatá e 5=camarão-sete-barbas

NS = não significativo. DMS = diferença mínima significativa

Espécies acompanhadas da mesma letra não apresentaram diferenças entre suas médias.

Os dados da TABELA 13 demonstram que as espécies analisadas não apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre si para os teores de umidade, proteínas, lipídios e calorias. Cinzas foi o único parâmetro analisado que apresentou diferença significativa ($p \leq 0,01$) para as espécies

em questão, sendo que a sardinha seguida do camarão-sete-barbas e a corvina apresentaram os teores mais elevados.

5.2 Composição de Ácidos Graxos

Neste trabalho, consideraram-se poliinsaturados os ácidos graxos contendo 3 ou mais duplas ligações.

Os lipídios de pescado apresentaram ácidos graxos contendo de 14 a 24 átomos de carbono, sendo a maioria de cadeia linear par. A nomenclatura dos ácidos graxos detectados nas espécies analisadas encontram-se nos ANEXOS 1 e 2.

Levando em consideração os benefícios conhecidos à saúde humana atribuídos à ingestão de ácido eicosapentaenóico (C20:5) e o ácido docosahexaenóico (C22:6), determinou-se a soma desses dois ácidos visando uma avaliação da qualidade nutricional das espécies analisadas.

5.2.1. Composição de Ácidos Graxos de Sardinha

A TABELA 14 traz os valores de composição de ácidos graxos em sardinha analisada no verão e no inverno.

TABELA 14 - Ácidos graxos (%) de sardinha analisada no verão e no inverno.

Ácidos graxos %	Verão*	Inverno*
C14:0	4,58	2,98
C15:0	0,11	0,00
C16:0	46,82	48,12
C16:1	3,58	1,97
C17:0	1,51	0,48
C17:1	2,02	1,59
C18:0	8,82	7,93
C18:1	14,45	16,69
C18:1, trans 9	1,47	1,23
C18:2	0,25	0,43
C18:2, trans-9, 12	0,23	0,00
C20:2	0,16	1,01
C20:3n3	0,30	0,18
C20:5	3,02	1,87
C22:2	1,95	0,00
C22:6	10,06	11,34
C23:0	0,00	4,16
Saturados	61,83 ^a	63,68 ^a
Insaturados	38,17 ^a	36,32 ^a
Poliinsaturados	13,39	13,40
Poliinsat./Sat.	0,22	0,21
Total de ω3	13,39	13,40
Total de ω6	2,59	1,45
ω3/ω6	5,16	9,24
EPA+DHA	13,09	13,22

*Média da análise de quatro lotes.

**Médias seguidas da mesma letra ^a e ^b (coluna) não apresentaram diferença significativa entre si.

Na análise da sardinha foram encontrados 16 ácidos graxos no verão e 14 no inverno (TABELA 14). Os principais ácidos graxos encontrados no verão foram o palmítico (46,82%), oléico (14,45%), docosahexaenóico (10,06%), esteárico (8,82%) e o mirístico (4,58%). Quando foram feitas as análises de inverno, os quatro primeiros ácidos mantiveram as mesmas posições encontradas no verão, ou seja, o palmítico foi o mais abundante (48,12%), seguido do oléico (16,69%), docosahexaenóico (11,34%) e esteárico (7,93%). Na quinta posição foi detectado o ácido tricosanóico (4,16%), não encontrado no verão. Situação semelhante ocorreu com o ácido pentadecanóico (0,11%), detectado em quantidade pequena e somente quando analisou-se a espécie no verão.

Para todos os ácidos detectados no verão e no inverno, não houve diferença estatisticamente significativa em nível de 5%. Da mesma forma, o total de ácidos graxos saturados e insaturados não apresentou diferença significativa (TABELA 14).

Verificou-se que, entre os ácidos mais abundantes, os teores de C16:0, C18:1 e C22:6 ω 3 encontrados nas amostras analisadas no verão foram levemente inferiores aos observados no inverno. Essa relação também foi observada por BARDOLATO *et. al.* (1994). Segundo SARGENT (1997), isso ocorre porque na primavera e no verão, o fitoplâncton não contém quantidade grande de óleo, pois nessa época as células crescem e se dividem rapidamente, ficando a reserva lipídica (10 a 20% do peso seco) restrita aos cloroplastos que são ricos em ω 3, mas variam muito de espécie para espécie. Esse fato influencia no teor de lipídios ingerido pelos peixes.

HEARN *et. al.* (1987) analisando ácidos graxos poliinsaturados em 41 espécies de peixes marinhos e de água doce, encontraram o ácido docosahexaenóico como majoritário (25,8g/100 g) seguido do oléico (15,4g/100g) e em terceiro lugar o palmítico (14,5 g/100 g). Os autores só

consideraram os ácidos encontrados em porcentagens maiores ou iguais a 5 g/100g.

Em relação aos poliinsaturados, os principais ácidos graxos encontrados, em ambas estações pesquisadas, foram o DHA (10,06% e 11,34% para o verão e inverno, respectivamente), seguido do EPA (3,02% e 1,87% para verão e inverno, respectivamente), resultados semelhantes foram encontrados na literatura (HEARN *et. al.* 1987; SÁNCHEZ-MUNIZ *et. al.* 1992; BARDOLATO *et. al.* 1994; CANDELA *et. al.* 1998).

A somatória EPA e DHA encontrada para a sardinha foi de 13,09% no verão e 13,22% no inverno. Esses resultados foram mais baixos que os encontrados por BARDOLATO *et. al.* (1994), que determinaram valores de 33,3% e 31,5% no verão e inverno, respectivamente. Mais baixos também que os encontrados por SÁNCHEZ-MUNIZ *et. al.* (1992), que observaram para essa somatória um valor de 20,2%, sem especificarem a estação do ano.

A razão poliinsaturado/saturado (P/S) encontrada na sardinha foi de 0,22 no verão e 0,21 no inverno. Esses resultados são inferiores aos encontrados no trabalho de BARDOLATO *et. al.* (1994), que determinaram valores de 0,93 no verão e 0,77 no inverno, e também ao de SÁNCHEZ-MUNIZ *et. al.* (1992), que observaram um valor de 0,7 (\pm 0,04).

Outra razão determinada foi entre os ácidos das família ω 3 e ω 6 (ω 3/ ω 6); esse valor variou significativamente entre as estações. No verão encontrou-se valor de 5,16 e no inverno 9,24. HEARN *et. al.* (1987) acharam uma razão de 11,7. CANDELA *et. al.* (1998) encontraram 10,85 e acentuaram o fato de os valores encontrados para essa razão variarem muito. KOTB *et. al.* (1991) estudaram 20 espécies de pescado e obtiveram valores de 1,4 a 9,0; em 14 espécies os autores encontraram uma razão

em favor do DHA e nas outras 6 espécies os valores de EPA predominaram.

5.2.2. Composição de Ácidos Graxos de Corvina

A TABELA 15 traz os valores de composição dos ácidos graxos em corvina analisada no verão e no inverno.

TABELA 15 - Ácidos graxos (%) de corvina analisada no verão e no inverno.

Ácidos graxos %	Verão*	Inverno*
C14:0	0,44	1,35
C16:0	38,61	38,21
C16:1	3,26	3,93
C17:0	0,42	0,23
C18:0	16,69	13,98
C18:1	17,74	17,63
C18:1, trans 9	0,90	1,03
C20:4	3,09 ^a	0,00 ^b
C20:5	6,74	7,17
C22:2	5,43	10,20
C22:6	5,90	5,35
C23:0	0,80	0,93
Saturados	56,96 ^a	54,70 ^a
Insaturados	43,04 ^a	45,30 ^a
Poliinsaturados	15,72	12,52
Poliinsat./Sat.	0,28	0,23
Total de ω 3	12,63	12,52
Total de ω 6	8,52	10,20
ω 3/ ω 6	1,48	1,23
EPA+DHA	12,63	12,52

*Média da análise de quatro lotes.

**Médias seguidas da mesma letra ^{a e b}(coluna) não apresentaram diferença significativa entre si.

Nas amostras de corvina foi verificado a presença de 12 ácidos graxos no verão e 11 no inverno (TABELA 15). Os três ácidos majoritários foram semelhantes nas duas estações em questão. O ácido palmítico (16:0) foi detectado em quantidades de 38,61% no verão e 38,21% no inverno, seguido do ácido oléico (18:1) que apareceu em quantidades de 17,74% e 17,63% no verão e inverno, respectivamente. O ácido esteárico (18:0) que apareceu em terceiro lugar, nas duas estações, foi detectado em quantidades de 16,69% e 13,98% para verão e inverno, respectivamente. Em quarto lugar, houve uma diferença qualitativa entre as estações, foi detectado o ácido eicosapentanóico (20:5) com 6,74% no verão e o ácido docosadienóico (22:2) com 10,20% no inverno. O ácido araquidônico (20:4) foi o único a apresentar diferença significativa entre as estações estudadas ($p \leq 0,05$) sendo detectado apenas nas espécies coletadas durante o verão em uma quantidade de 3,09%.

As análises estatísticas, com base nos valores da TABELA 15, demonstraram que não houve diferença significativa entre os ácidos graxos saturados e insaturados, analisados nas duas estações, para o mesmo nível de significância ($p \leq 0,05$).

O ácido eicosapentanóico (C20:5) foi o poliinsaturado que apresentou maiores teores no verão (6,74%) e no inverno (7,17%), seguido do ácido docosahexaenóico (C22:6) com teores de 5,90% e 5,35% no verão e inverno, respectivamente.

A somatória dos ácidos EPA e DHA detectados nesta espécie foi de 12,63% no verão e 12,52% no inverno, totalizando, respectivamente, 80,34 e 100% do total de ácidos poliinsaturados encontrados. A relação $\omega 3/\omega 6$ encontrada no verão foi de 1,48; no inverno esse valor foi de 1,23. HEARN *et. al* (1987) encontraram valores muito variados para essa relação em espécies marinhas. A razão P/S apresentou valores baixos: 0,28 no verão e 0,23 no inverno.

BARDOLATO *et. al.* (1994), trabalhando com corvina, encontraram uma quantidade de ácidos graxos levemente inferior a encontrada neste trabalho (10 ácidos no verão e no inverno). O ácido majoritário nas estações analisadas, pelos autores, também foi o palmítico (C16:0), mas em relação aos outros ácidos houveram inversões qualitativas, o docosahexaenóico (C22:6) foi detectado com mais abundância, depois o palmítico, vindo em seguida o oléico (C18:1), isso só não ocorreu no inverno, quando o ácido oléico não foi detectado. No presente trabalho, o C18:1 foi detectado em todos os lotes analisados, independente da estação do ano.

Ainda os mesmos autores, analisando corvina coletada no inverno, não detectaram ácido margárico (17:0), o mesmo aconteceu com o ácido mirístico (14:0) que não foi detectado no verão. No presente trabalho, esses ácidos foram detectados nas duas estações pesquisadas, sendo que o ácido margárico apresentou teores com diferenças não significativas entre as estações (0,42% e 0,23% para verão e inverno, respectivamente) e o ácido mirístico foi observado em maior quantidade no inverno (1,35%) do que no verão (0,44%).

5.2.3 Composição de Ácidos Graxos de Tilápia

A TABELA 16 traz os valores de composição dos ácidos graxos em tilápia analisada no verão e no inverno.

TABELA 16 - Ácidos graxos (%) de tilápia analisada no verão e no inverno.

Ácidos graxos %	Verão*	Inverno*
C14:0	0,70	1,35
C16:0	35,47	36,39
C16:1	1,14 ^a	5,10 ^b
C17:0	0,00	0,45
C18:0	14,05	13,14
C18:1	11,51	15,94
C18:1, trans 9	16,96	1,96
C18:2, trans-9, 12	8,95	4,10
C20:0	0,00 ^a	6,73 ^b
C20:3n6	0,51	0,00
C20:5	7,46	9,48
C22:2	0,00	0,68
C22:6	0,00	2,99
C23:0	0,77	1,68
Saturados	50,99 ^a	59,75 ^a
Insaturados	49,01 ^a	40,25 ^a
Poliinsaturados	7,97	12,47
Poliinsat./Sat.	0,16	0,21
Total de ω 3	7,46	12,47
Total de ω 6	9,46	4,78
ω 3/ ω 6	0,79	2,61
EPA+DHA	7,46	12,47

*Média da análise de quatro lotes.

**Médias seguidas da mesma letra ^{a e b}(coluna) não apresentaram diferença significativa entre si.

De acordo com os dados da TABELA 16 foram detectados 10 ácidos graxos no verão e 13 no inverno. O ácido palmítico foi o majoritário nas duas estações, com valores de 34,47% e 36,39% no verão e inverno, respectivamente. O ácido eláidico (18:1trans-9) foi o segundo mais abundante nas espécies coletadas no verão, com teor de 16,96%, seguido do ácido esteárico (18:0) com 14,05%. Essa situação, no entanto, não foi semelhante no inverno, quando o segundo detectado com mais abundância foi o ácido oléico (18:1) com 15,94%, seguido do ácido esteárico (13,14%). Entre os ácidos dienóicos, o linoleláidico (18:2, trans 9,12) foi o mais abundante.

As análises estatísticas, para os resultados encontrados, demonstraram que não houve diferença significativa entre as estações pesquisadas ($p \leq 0,05$), nos teores de ácidos graxos saturados e insaturados. No entanto, os ácidos palmitoléico (C16:1) e araquidínico (C20:0) apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre as duas estações em nível de 5% (TABELA 16).

O ácido araquidínico (20:0), margárico (17:0), docosadienóico (22:2 ω 6) e docosahexaenóico (22:6 ω 3) só foram detectados no inverno, enquanto o ácido eicosatrienóico (20:3 ω 6) foi detectado unicamente nas amostras coletadas no verão.

GOPAKUMAR (1975) determinou ácidos graxos em *Tilapia mosambica* e também encontrou o palmítico como ácido principal (29,7%), seguido do oléico (19,8%), palmitoléico (13,8%), esteárico (5,4%) mirístico (4,7%) e linoléico (4,0%). O mesmo ocorreu nas análises de MAIA (1992) que, estudando *Tilapia spp* encontrou o ácido palmítico (28,9 \pm 0,9%) seguido do oléico (28,2 \pm 0,4%), porém o autor detectou algumas inversões qualitativas e quantitativas entre os ácidos graxos principais.

No entanto, HEARN *et. al.* (1987) que trabalharam com várias espécies de pescado, entre elas a tilápia (sem identificarem a espécie), encontraram o ácido oléico como majoritário (20,0%) seguido do palmítico (15,4%).

Os lotes de tilápia analisados no verão apresentaram uma relação $\omega 3/\omega 6$ de 0,79 e no inverno de 2,61. HEARN *et. al.* (1987) encontraram 1,6 para essa relação e citam a carpa e o *catfish* com valores próximos (0,6 e 1,5, respectivamente) aos encontrados para a tilápia.

A somatória dos ácidos EPA e DHA foi maior no inverno, totalizando 12,47%, contra 7,46% encontrado no verão. Esse valor foi de 13,5% no trabalho de HEARN *et. al.* (1987) e 1,8 % no de MAIA (1992), que encontrou apenas traços de EPA (20:5 ω 3) nos lotes analisados.

A relação poliinsaturados/saturados (P/S), para essa espécie, foi considerada baixa, 0,16 no verão e no inverno 0,21, sendo essa diferença considerada não significativa. HEARN *et. al.* (1987) encontraram uma relação P/S significativamente superior (1,03%). Essa variação pode ser devido a espécie, assim como alimentação e sazonalidade.

5.2.4. Composição de Ácidos Graxos de Curimbatá

A TABELA 17 traz os valores de composição dos ácidos graxos em curimbatá analisado no verão e no inverno.

TABELA 17 - Ácidos graxos (%) de curimbatá analisado no verão e no inverno.

Ácidos graxos %	Verão*	Inverno*
C14:0	3,19	2,60
C15:1	0,00	0,23
C16:0	27,84	30,02
C16:1	12,58	11,89
C17:0	0,26	0,46
C17:1	1,65	1,16
C18:0	4,19	7,30
C18:1	16,68	9,25
C18:1, trans 9	2,11	1,79
C18:2, trans-9, 12	2,53	2,59
C18:3	1,53	0,88
C20:0	6,66 ^a	7,21 ^b
C20:3n6	0,20	0,27
C20:4	0,23	0,35
C20:5	7,47	8,18
C22:1	1,20	1,37
C22:2	7,50	8,71
C22:6	6,01	3,42
C23:0	0,44	2,33
Saturados	42,57 ^a	49,92 ^a
Insaturados	59,70 ^a	50,08 ^a
Poliinsaturados	15,44	13,10
Poliinsat./Sat.	0,36	0,26
Total de ω3	13,48	11,60
Total de ω6	10,46	11,92
ω3/ω6	1,29	0,97
EPA+DHA	13,48	11,60

*Média da análise de quatro lotes **. Médias seguidas da mesma letra ^{a e b}(coluna) não apresentaram diferença significativa entre si.

Quando a espécie em estudo foi o curimatá, foram encontrados 18 ácidos graxos no verão e 19 no inverno (TABELA 17). Os principais encontrados no verão foram o palmítico (16:0), 27,84%, oléico (18:1), 16,68%, palmitoléico (16:1), 12,58%, e docosadienóico (22:2), 7,50%, seguido do eicosapentanoico (20:5), 7,47%. No inverno o palmítico foi, igualmente, o mais abundante (30,02%), tendo havido inversão entre o palmitoléico (11,89%), que passou a ser o segundo mais abundante, seguido do oléico (9,25%). O docosadienóico (8,71%) apareceu na mesma posição em que foi detectado no verão, no entanto com teores levemente maiores. Entre os ácidos que ocorreram em menor quantidade, o ácido cis-10-pentadecanoico (C15:1) só foi detectado no inverno na quantidade de 0,23%.

As análises estatísticas realizadas com valores relacionados na TABELA 17 demonstraram que apenas o ácido araquidínico (C20:0) apresentou diferença significativa para as estações do ano pesquisadas ($p \leq 0,05$). Para o total de ácidos graxos saturados e insaturados não houve diferença significativa entre o verão e inverno.

Nas amostras de curimatá analisado no verão a relação entre $\omega 3/\omega 6$ foi de 1,29 e no inverno 0,97. MAIA (1992) encontrou valor semelhante (1,2%). Para a razão P/S foram encontrados valores de 0,36 no verão e 0,26 no inverno, ambos considerados baixos para a relação em questão.

A somatória de EPA e DHA dessa espécie totalizou 13,48% para as análises do verão e 11,60% para as de inverno. Valor inferior foi encontrado na literatura (5,5%) (MAIA *et. al.* 1983; MAIA 1992).

Entre os lotes analisados em uma mesma estação, vários componentes tiveram teores significativamente diferentes. Nessa condição está o ácido tricosanóico (C23:0), que foi encontrado em um único lote no verão, porém detectado em todos os lotes do inverno.

MAIA *et. al.* (1983), trabalhando com curimatá, encontraram a mesma sequência de ácidos graxos, porém no que diz respeito à quantidade, determinaram teores mais elevados. Os autores utilizaram colunas empacotadas e explicam que maiores porcentagens de ácidos graxos principais na composição, obtida através de colunas empacotadas, é compreensível, uma vez que os ácidos menores não são levados em conta nos cálculos.

5.2.5 Composição de Ácidos Graxos de Camarão-Sete-Barbas

A TABELA 18 traz os valores de composição dos ácidos graxos em camarão-sete-barbas analisado no verão e no inverno.

TABELA 18 - Ácidos graxos (%) de camarão-sete-barbas analisado no verão e no inverno.

Ácidos graxos %	Verão*	Inverno*
C16:0	35,75	34,23
C16:1	4,74	4,55
C17:0	2,30	2,09
C18:0	16,15	14,69
C18:1	19,50 ^a	24,52 ^b
C18:1, trans 9	1,70	2,41
C20:5	4,26	4,83
C22:2	2,35	3,24
C22:6	8,23	8,55
C23:0	0,80	0,90
Saturados	54,99 ^a	51,91 ^b
Insaturados	45,01 ^a	48,09 ^b
Poliinsaturados	12,49	13,38
Poliinsat./Sat.	0,23	0,26
Total de ω 3	12,49	13,38
Total de ω 6	2,35	3,24
ω 3/ ω 6	5,31	4,13
EPA+DHA	12,49	13,38

*Média da análise de quatro lotes.

**Médias seguidas da mesma letra ^{a e b}(coluna) não apresentaram diferença significativa entre si.

Em relação ao camarão-sete-barbas, foram encontrados 10 ácidos graxos em ambas estações (TABELA 18). Os principais ácidos detectados no verão foram o palmítico (16:0) com 35,75%, seguido do oléico (18:1), 19,50%, esteárico (18:0), 16,15%, e o docosaheptaenóico, 8,23%. Quando foram feitas as análises de inverno, as posições não se inverteram entre os ácidos majoritários. Sendo assim, o palmítico apresentou um teor de

34,23%, seguido do oléico com 24,52%, o esteárico com 14,69% e o docosahexaenóico com 8,55%. O ácido eicosapentanóico (EPA) apareceu em quinto lugar no inverno (4,83%), seguido pelo esteárico (4,55%). Essa situação se inverteu no verão, quando o esteárico (4,74%) aparece em quinto lugar, antecedendo o EPA (4,26%).

As análises estatísticas realizadas com os valores percentuais de ácidos graxos saturados e insaturados demonstraram que houve diferença significativa entre as estações estudadas ($p \leq 0,05$). Com referência aos ácidos detectados, somente o oléico (C18:1) apresentou diferença estatisticamente significativa entre o verão e inverno.

A somatória dos ácidos EPA e DHA, na espécie, totalizou 12,49% no verão e 13,38% no inverno, o que significou 100% do total de ácidos graxos poliinsaturados encontrados em ambas as estações analisadas.

A razão entre $\omega 3$ e $\omega 6$ foi de 5,31 no verão e 4,13 no inverno. BRAGAGNOLO (1997) encontrou valores de 3,7 para essa espécie, porém não determinou a estação do ano em que ocorreram as análises. Na razão entre os poliinsaturados e saturados encontrou-se 0,23 no verão e 0,26 no inverno, ambos valores considerados baixos para a relação em questão.

BRAGAGNOLO (1997), analisando quatro espécies de camarões: *Penaeus brasiliensis*, *P. schimtti*, *Xiphopenaeus kroyeri* e *Macrobrachium rosenbergii*, também detectou o ácido palmítico como majoritário em todas as amostras e no camarão-sete-barbas encontrou o ácido docosahexaenóico como o segundo mais abundante ($14,2 \% \pm 0,8$) o que não ocorreu no atual trabalho, onde o 22:6 $\omega 3$ foi encontrado em proporções menores. Porém os teores dos ácidos 18:1 e 17:0 foram compatíveis com os detectados pela autora.

Na literatura pesquisada, observou-se que em relação aos ácidos graxos é difícil comparar os valores obtidos individualmente, uma vez que há uma diferença grande na quantificação dos ácidos encontrados. BRAGAGNOLO (1997) quantificou 67 ácidos graxos em camarão-sete-barbas e em camarão-rosa, enquanto para o mesmo camarão-rosa, TAKADA *et. al* (1990) quantificaram apenas 13 ácidos graxos.

Os trabalhos de JOHNSTON *et. al.* (1983) e KRZYNOWEK e PANUNZIO (1989), esses últimos analisando teores de ácidos graxos em 11 espécies de camarões de vários lugares do mundo (no Brasil, pesquisaram o *Penaeus aztecus*), foram os que trouxeram resultados mais parecidos aos encontrados no presente trabalho. Os autores detectaram 11 ácidos graxos, sendo que identificaram como majoritário o ácido eicosapentanóico (20:5 ω 3) seguido do ácido palmítico (16:0), enquanto no trabalho, ora em questão, o 16:0 foi majoritário em todos os lotes pesquisados.

5.2.6. Considerações entre as Espécies Analisadas em relação à Composição de Ácidos Graxos.

Em relação aos ácidos graxos saturados, a tilápia, corvina e camarão não apresentaram diferença significativa entre suas médias ($p \leq 0,05$). A sardinha e o curimatá apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si e em relação às outras espécies. Os ácidos graxos insaturados não apresentaram diferença significativa entre as espécies analisadas nas diferentes estações, sendo que a corvina, tilápia e camarão-sete-barbas ficaram no mesmo nível de significância, enquanto a sardinha e curimatá diferenciaram entre si e em relação às demais espécies (TABELA 19 e FIGURAS 2 e 3).

TABELA 19 – Resultados obtidos no Teste de DMS entre as médias de ácidos graxos nas espécies analisadas.

Análise laboratorial	Espécies de pescados	Valor de F	Nível de significância (%)
Saturados	1 _a , 3 _{ab} , 2 _{ab} , 5 _{ab} , 4 _a	5,88	5
Insaturados	4 _a , 2 _{ab} , 5 _{ab} , 3 _{ab} , 1 _b	4,22	NS

1=sardinha, 2=corvina, 3=tilápia, 4=curimatá e 5=camarão-sete-barbas.

NS = não significativo. DMS = diferença mínima significativa

Espécies acompanhadas da mesma letra (linha) não apresentaram diferenças entre suas médias.

FIGURA 2 – Ácidos graxos saturados nas espécies analisadas no verão e inverno.

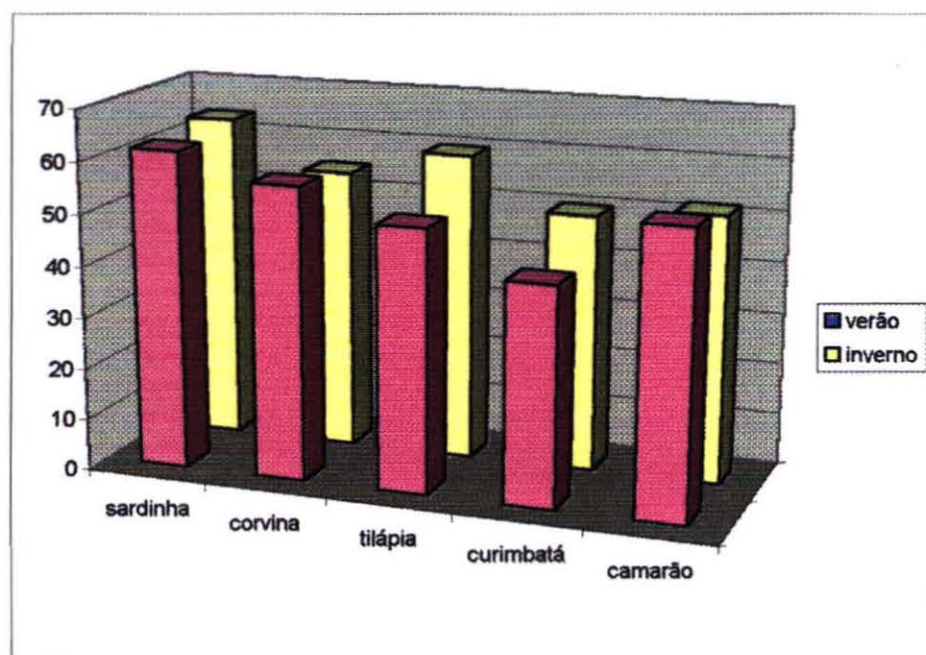
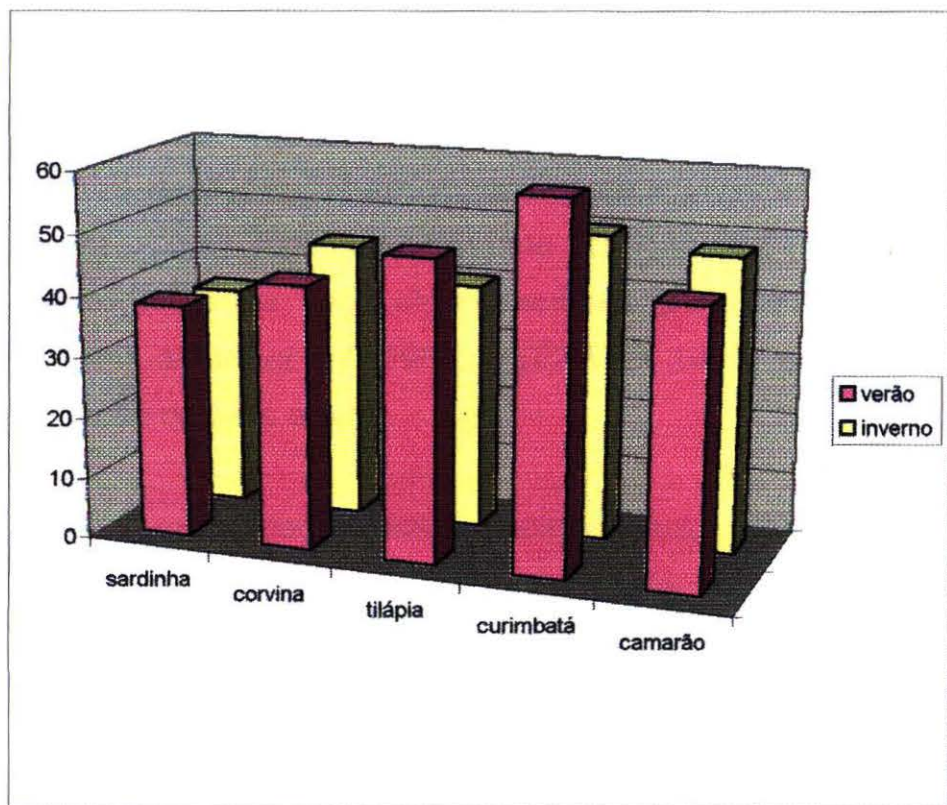


FIGURA 3 - Ácidos graxos insaturados nas espécies analisadas no verão e inverno.



Os 6 ácidos graxos principais totalizaram 89,77%, 91,82%, 91,59%, 73,71% e 88,72% da composição de lipídios totais da sardinha, corvina, tilápia, curimatá e camarão-sete-barbas, respectivamente

Dentre os ácidos graxos saturados, o palmítico predominou em todas as espécies com médias de 47,47% na sardinha, 38,41% na corvina, 35,93% na tilápia, 28,93% no curimatá e 34,99% no camarão-sete-barbas. Esses valores implicaram em uma variação de 51,59%. Em se tratando de peixes de água doce alguns autores (ANDRADE 1978; CASTELO *et. al.* 1980; MAIA *et. al.* 1983; PEZZATO 1990) encontraram valores com variação de 34% a 49%.

A participação dos monoinsaturados nos lipídios totais de cada espécie de pescado, em ordem crescente, foi a seguinte: corvina (3,71%), sardinha (4,30%), tilápia (4,38%), curimatá (4,99%) e camarão-sete-barbas (5,74%).

O ácido docosadienóico foi o principal dienóico encontrado em todas as espécies analisadas, com exceção da tilápia, onde o ácido elaídico foi o dienóico detectado com maior abundância.

O curimatá (21,33%) seguido da corvina (15,63%) foram as espécies que apresentaram valores mais elevados de ácidos dienóicos.

Quando os ácidos polienóicos estiveram em questão, foi observado conteúdo médio de 13,39% na sardinha, 14,12% na corvina, 10,22% na tilápia, 14,27% no curimatá e 12,93% no camarão. Esses valores tendem a ser mais elevados em espécies de águas temperadas, onde a temperatura é mais baixa (MAIA 1992).

O ácido α -linolênico (18:3 ω 3) foi detectado apenas quando a espécie analisada foi o curimatá, com quantidade de 1,53% no verão e

0,88% no inverno. BARDOLATO *et. al.* (1994) detectaram esse ácido em quantidade muito pequena e somente em algumas estações quando analisaram espécies de peixes marinhos em diferentes estações do ano. Da mesma forma, BRAGAGNOLO (1997) analisando camarão-rosa (*Penaeus brasiliensis*), detectou apenas 0,5% de ácido α -linolênico em lipídios dessa espécie e não detectou a presença desse ácido, quando a espécie em questão foi o camarão-sete-barbas.

O ácido eicosapentanóico (EPA) foi o principal polienóico encontrado no curimbatá. MAIA (1992) observou o ácido linolênico como o polienóico principal em curimbatá, seguido do EPA. Quando a espécie analisada foi a tilápia, o ácido eicosapentanóico (EPA) foi o predominante. Segundo JAUNCEY (1982), WATANABE (1982) e KANAZAWA (1985), a tilápia é uma espécie que requer para a sua nutrição, ácidos graxos da família ω 6 ao invés de ω 3, daí a pouca quantidade de ácidos ω 6 encontrados na análise dessa espécie. Também espécies marinhas de águas quentes requerem ácidos graxos ω 6.

Quando foi determinada a somatória dos ácidos EPA e DHA, a sardinha foi a espécie que apresentou os maiores teores no inverno, seguida do curimbatá no verão. A tilápia foi a espécie que apresentou os menores índices nesse parâmetro durante o verão; no inverno, a espécie que teve teores minoritários de EPA + DHA foi o curimbatá.

Quando comparou-se os teores de ω 3, não houve diferença significativa entre as espécies, embora a sardinha tenha apresentado teores levemente superiores desse ácido (13,4%), seguida pelo camarão-sete-barbas (12,9%).

5.2.7 Peroxidção Lipídica

Os valores de TBA encontrados nas espécies analisadas encontram-se especificados nas TABELAS 20 a 24 .

TABELA 20 – Valores de TBA encontrados em sardinha analisada no verão e inverno.

Lotes	TBA mgMa/Kg am Verão	TBA mgMa/Kg am Inverno
lote 1	0,851	0,950
lote 2	0,965	1,050
lote 3	1,873	0,753
lote 4	0,287	3,674
Média*	0,701 ^a	0,918 ^a

*Média de quatro lotes analisados em triplicata.

Médias seguidas da mesma letra (colunas) não diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0,01$), pelo teste DMS (diferenças mínimas significativas)

TABELA 21 – Valores de TBA encontrados em corvina analisada no verão e inverno.

Lotes	TBA mgMa/Kg am verão	TBA mgMa/Kg am inverno
lote 1	0,713	0,120
lote 2	0,358	0,088
lote 3	0,387	0,135
lote 4	0,276	0,073
Média*	0,340^a	0,094^b

*Média de quatro lotes analisados em triplicata.

Médias seguidas da mesma letra (colunas) não diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0,01$), pelo teste DMS (diferenças mínimas significativas)

TABELA 22 – Valores de TBA encontrados em tilápia analisada no verão e inverno.

Lotes	TBA mgMa/Kg am verão	TBA mgMa/Kg am inverno
lote 1	0,255	0,387
lote 2	0,249	0,059
lote 3	0,202	0,120
lote 4	s.a.	0,173
Média	0,235^{***a}	0,117^{*b}

*Média de quatro lotes analisados em triplicata.

**Média de três lotes analisados em triplicata. s.a. (sem amostra)

Médias seguidas da mesma letra (colunas) não diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$), pelo teste DMS (diferenças mínimas significativas)

TABELA 23 – Valores de TBA encontrados em curimatá analisado no verão e inverno.

Lotes	TBA mgMa/Kg am verão	TBA mgMa/Kg am inverno
lote 1	0,856	0,167
lote 2	0,906	0,135
lote 3	0,182	0,279
lote 4	0,507	0,355
Média*	0,756^a	0,194^b

*Média de quatro lotes analisados em triplicata.

Médias seguidas da mesma letra (colunas) não diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0,01$), pelo teste DMS (diferenças mínimas significativas)

TABELA 24 – Valores de TBA encontrados em camarão-sete-barbas analisado no verão e inverno.

Lotes	TBA mgMa/Kg am verão	TBA mgMa/Kg am inverno
lote 1	0,783	0,724
lote 2	0,378	0,041
lote 3	0,233	0,569
lote 4	0,264	0,173
Média	0,292^a	0,489^a

*Média de quatro lotes analisados em triplicata.

Médias seguidas da mesma letra (colunas) não diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0,01$), pelo teste DMS (diferenças mínimas significativas)

As análises estatísticas mostraram que, para o TBA, a sardinha analisada no verão e inverno, com médias de 0,701 mgMA/kg e 0,918 mgMA/kg, respectivamente (TABELA 20) e o camarão-sete-barbas analisado, igualmente nas duas estações, com médias de 0,292mgMA/kg e 0,489 mgMA/kg (TABELA 24), não apresentaram diferença significativa entre as estações. A corvina (TABELA 21) e a tilápia (TABELA 22) apresentaram diferenças com significância em nível de 5% e a diferença apresentada pelo curimatá (TABELA 23) foi em nível de 1%.

Os valores de TBA encontrados em sardinha e corvina, no presente trabalho, foram inferiores aos relatados por TORRES e OKANI (1997), as autoras estudaram teores de TBA em diversos alimentos de origem animal, entre eles algumas espécies de pescado, encontraram valores de 0,35 mgMA/Kg em corvina, 0,02 mgMA/Kg em camarão-rosa e 1,96 mgMA/Kg em sardinha. Segundo afirmaram, esses valores são baixos para serem percebidos por análise sensorial, porém se situam dentro da faixa encontrada na literatura de 0,215 a 3,32 mgMA/Kg (BALOGUN *et. al.* 1984; PICCINI *et. al.* 1986).

As causas de oxidação de ácidos graxos poliinsaturados e suas possíveis implicações foram revisadas por PEARSON *et. al.* (1983) e ADDIS (1986). Além dos lipídios totais, a oxidação e a lipólise de peixes envolvem também os fosfolipídios que igualmente têm a sua oxidação diretamente ligada à composição de ácidos graxos, tendo concentrações mais altas de ácidos graxos insaturados (BRADOCK e DUNGAN Jr. 1972; ALLEN e FOEGEDING 1981; SHEWFELT 1981; WU e SHELDON 1988; MAIA 1992).

Na literatura, são poucos os trabalhos que indicam limites de malonaldeído, acima dos quais o produto estaria oxidado e portanto impróprio ao consumo. KELLEHER *et. al.* (1994) indicam que valores de TBARS de 6 a 10 μ moles/Kg são acompanhados de odor desagradável,

mas odores de rancidez ocorrem quando valores de TBARS são superiores a 10 $\mu\text{moles/Kg}$. Por outro lado, KURADE e BARANOWISKI (1987) afirmam que só valores de TBARS superiores a 18 $\mu\text{moles/Kg}$ indicam rancidez.

MELTON (1985) relata que a variação no valor de TBA não deve ser considerada como valor único de referência, pois pode ser influenciado pela espécie, dieta, idade e abate, sendo que ainda deve-se levar em consideração o fato da amostra ser cozida ou crua e o método usado para análise desse parâmetro.

SIMÕES *et. al.* (1998) investigaram parâmetros bioquímicos de filé de pescada olhada e encontraram valores de TBARS em torno de 3,08 mgMA/Kg amostra.

Em estudo com concentrado protéico utilizando tilápia CÂNDIDO *et. al.* (1998) encontraram valores de 4,32 $\mu\text{moles/Kg}$ no peixe "in natura". Os valores encontrados nesse estudo, no verão, variaram de 0,20 mgMA/Kg a 0,25 mgMA/Kg. No inverno, tanto na tilápia como nas demais espécies, esses valores tenderam a aumentar; sendo assim variaram entre 0,06 mgMA/Kg amostra e 0,17 mgMA/Kg.

A carne de curimatá tem sido utilizada no processamento de produtos alimentícios à base de pescado (MORAIS *et. al.* 1988) e um dos principais problemas com tais produtos é a perda da qualidade atribuída à rancidez oxidativa (DENG *et. al.* 1977). Quando foram analisados os números de TBARS em curimatá, encontramos valores que, no verão, variaram de 0,50mgMA/Kg a 0,90 mgMA/Kg. No inverno os valores encontrados foram significativamente menores ($p \leq 0,01$), variando de 0,17mgMA/Kg a 0,35 mgMA/Kg.

Entretanto, com camarão-sete-barbas não foram encontrados trabalhos que avaliassem o teor de malonaldeído. No presente trabalho os valores de TBA para essa espécie, no verão, foram de 0,292 (\pm 0,1) mgMA/kg e se mostraram significativamente inferiores aos encontrados no inverno, 0,489 (\pm 0,2) mgMA/kg. Porém, nas duas estações os valores são significativamente superiores, se comparados aos relatados para o camarão-rosa (TORRES e OKANI 1997).

Quando as espécies analisadas foram comparadas entre si, os testes estatísticos determinaram que não houve diferença significativa entre as médias encontradas.

5.3 Teores de Colesterol

O conteúdo de colesterol encontrado nas espécies analisadas no verão e no inverno constam nas TABELAS 25 a 29

TABELA 25 - Valores de colesterol encontrados em sardinha analisada no verão e no inverno.

Lotes	Colesterol mg/100g Verão	Colesterol mg/100g Inverno
lote 1	92,63	74,08
lote 2	66,63	52,87
lote 3	64,32	106,02
lote 4	66,63	112,75
Média*,**	72,55 \pm 13,4 ^a	86,43 \pm 28,0 ^a

*Média e estimativa de desvio padrão de quatro lotes analisados em triplicata

**Médias acompanhadas da mesma letra (coluna) não apresentam diferença significativa entre si.

Com base nos dados da TABELA 25, a sardinha adquirida no verão apresentou valores de colesterol que variaram de 64,32 a 92,63 mg/100g, com média de $65,86 \pm 13,4$ mg/100g. No inverno esses valores ficaram entre 74,08 e 112,75 mg/100g, resultando na média de $86,43 \pm 28,0$ mg/100g. Os valores de colesterol, juntamente com os de lipídios e ácidos graxos totais, nessa espécie, apresentaram uma discrepância acentuada nas duas estações, sendo que as repetições efetuadas confirmaram esses valores.

TABELA 26 – Valores de colesterol encontrados em corvina analisada no verão e no inverno

Lotes	Colesterol mg/100g Verão*	Colesterol mg/100g Inverno*
lote 1	79,85	108,80
lote 2	68,18	86,18
lote 3	70,80	76,94
lote 4	67,65	85,83
Média*,**	$71,62 \pm 1,4^a$	$82,98 \pm 0,2^b$

*Média e estimativa de desvio padrão de quatro lotes analisados em triplicata

**Médias acompanhadas da mesma letra (coluna) não apresentam diferenças significativas entre si.

Em corvina adquirida no verão encontraram-se valores de colesterol variando entre 67,65 e 79,85 mg/100 g, com média de $71,62 \pm 1,4$ mg/100 g; no inverno, esses valores variaram de 76,94 a 108,80 com média de $82,98 \pm 0,2$ mg/100 g

TABELA 27 – Valores de colesterol encontrados em tilápia analisada no verão e inverno.

Lotes	Colesterol mg/100g Verão	Colesterol mg/100g Inverno
lote 1	56,22	74,03
lote 2	72,21	56,28
lote 3	71,93	73,43
lote 4	s.a.	66,66
Média*,**	66,79±0,2^a	71,37±0,3^a

*Média e estimativa de desvio padrão de quatro lotes analisados em triplicata

**Médias acompanhadas da mesma letra (coluna) não apresentam diferenças significativas entre si. s.a. (sem amostra)

A TABELA 27 demonstra os resultados de colesterol em tilápia, no verão e no inverno. A variação foi de 56,22 a 72,21 mg/100 g, com média de $66,79 \pm 0,2$ mg/100 g, nas amostras adquiridas no verão. No inverno, foi de 56,28 a 74,03 mg/100g, com média de $71,37 \pm 0,3$ mg/100 g. Essa espécie teve seus resultados prejudicados devido a falta do produto na última semana de análise, durante o verão.

TABELA 28 – Valores de colesterol encontrados em curimatá analisado no verão e no inverno.

Lotes	Colesterol mg/100g Verão	Colesterol mg/100g Inverno
lote 1	87,29	74,12
lote 2	98,48	71,74
lote 3	94,83	74,32
lote 4	87,53	133,63
Média*,**	92,03±3,5^a	73,39±1,2^b

*Média e estimativa de desvio padrão de quatro lotes analisados em triplicata.

**Médias acompanhadas da mesma letra (coluna) não apresentam diferenças significativas entre si.

Os valores de colesterol variaram de 87,29 a 98,48 mg/100 g, com média de $92,03 \pm 3,5$ mg/100g, no verão. No inverno, os valores encontrados foram de 71,74 a 74,32 mg/100g, com media de $73,39 \pm 1,2$ mg/100g (TABELA 28). O desvio padrão encontrado para essa espécie, no verão, foi alto. Essa variação entre os lotes pode ser atribuída à diferença de tamanho entre os peixes analisados (MAIA 1992).

TABELA 29 – Valores de colesterol encontrados em camarão-sete-barbas analisado no verão e no inverno.

Lotes	Colesterol mg/100g Verão	Colesterol mg/100g Inverno
lote 1	174,26	171,60
lote 2	163,08	164,51
lote 3	169,35	163,84
lote 4	163,71	159,33
Média*,**	165,38±2,8 ^a	164,82±2,3 ^a

*Média e estimativa de desvio padrão de quatro lotes analisados em triplicata.

**Médias acompanhadas da mesma letra (coluna) não apresentam diferenças significativas entre si.

De acordo com os dados apresentados na TABELA 29, para o camarão-sete-barbas, os valores de colesterol ficaram entre 163,08 e 174,26 mg/100 g, com média de $165,38 \pm 2,8$ mg/100 g, no verão; já, no inverno, os valores estiveram entre 159,33 e 171,60 mg/100g, com média de $164,82 \pm 2,3$ mg/100 g. Em relação à saúde humana, o fato do camarão apresentar valores altos de colesterol, é compensado pelo baixo teor de lipídios e altos níveis de ácidos graxos poliinsaturados, especialmente EPA (20:5 ω 3) e DHA (22:6 ω 3) encontrados, fazendo com que seja tolerado em dieta hipocolesterolêmica (KRZYNOWEK e PANUNZIO 1989).

BRAGAGNOLO (1997) encontrou valores um pouco mais baixos quando analisou colesterol em camarão-sete-barbas, 134 ± 12 mg/100g. Resultados, também mais baixos, foram encontrados por KRYTHEVSKY e TEPPER (1961) que detectaram valores de 138 mg/100g para camarão marinho (espécie não identificada).

Por outro lado, alguns autores chegaram a resultados bem superiores aos do presente estudo. JOHNSTON *et. al.* (1983) relataram média de 201mg/100g em *P. aztecus* e KRITCHEVSKY *et. al.* (1967) média de 200mg/100g para espécie de camarão não identificada. Essa diferença, segundo BRAGAGNOLO (1997), pode ser atribuída à espécie, tipo de alimentação, tamanho, local de origem, método utilizado e estação do ano. Porém, no presente trabalho, não se detectou diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as estações do ano quando a espécie em estudo foi o camarão-sete-barbas.

Nas espécies estudadas, em relação ao colesterol, os testes estatísticos baseados nas TABELAS 20 a 24 demonstram que a corvina ($p \leq 0,01$) e o curimatá ($p \leq 0,05$) sofreram influência da sazonalidade apresentaram.

Quando se comparou as espécies, análises estatísticas ($p \leq 0,05$) estabeleceram que os valores de colesterol entre sardinha, corvina, tilápia e curimatá não apresentaram diferença significativa entre si, entretanto todas elas guardaram diferença significativa quando foram comparadas com o camarão-sete-barbas, que apresentou valores de colesterol visivelmente mais elevados que os detectados nos peixes.

No presente trabalho, não houve preocupação em determinar outros esteróis além do colesterol, pois vários autores (KING *et. al.* 1990; KRZYNOVEK e PANUNZIO 1989; GORDON 1982; GAGOSIAN 1975; IDLER e WISEMAN 1971; KRITCHEVSKY *et. al.* 1967) encontraram colesterol como o principal esterol em camarão e na maioria dos peixes pesquisados.

No entanto, é preciso atentar para o fato de que dietas com teores de esteróis altos, diferentes do colesterol, não sejam indicadas como hipocolesterolêmicas. Autores que estudaram outros esteróis como o

brassicasterol (KING *et. al.* 1990); o desmosterol (IDLER e WISEMAN 1971); o C₂₉ esterol, dehydrocolesterol, brassicasterol, 24-methylene colesterol e C₂₆ esterol (KRITCHEVSKY *et. al.* 1967) afirmaram que todos esses esteróis têm se mostrado aterogênicos, embora não tenha sido encontrado trabalhos comparando essa relação.

KING *et. al.* (1990) verificaram que os teores de lipídio e colesterol não foram afetados pelo clima em camarão *Pandalus borealis* e *P. jordani*, embora no inverno os teores verificados tenham sido levemente maiores que no verão (1,3% e 1,2%)

Na mesma linha de pesquisa, THOMPSON (1964) observou que não houve influência da estação do ano no teor de lipídios e colesterol em camarão *Penaeus aztecus* e *P. setiferus*.

Valores de colesterol entre 50,0 e 90,0 mg/100 g foram encontrados em músculos de peixes (CRINER e FEELEY 1972) e em peixes de água-doce (KINSELLA *et. al.* 1977; SWEENEY e WEIHRAUCH 1977). Os autores afirmam ser o colesterol o esterol preponderante.

O U.S. Department of Agriculture (1995) divulgou valores de 121mg/100g de colesterol em sardinha frita. SÁNCHEZ-MUNIZ *et. al.* (1992) encontraram valores similares em sardinhas fritas em diferentes óleos. Estes autores encontraram valores bem maiores de colesterol em sardinha crua: $210,5 \pm 5,1$ mg/100g.

KINSELLA *et. al.* (1977) explicam que a proporção do colesterol dos lipídios totais aumenta quando o total de lipídios contido no filé do pescado decresce; também há uma correlação positiva significativa entre a concentração de colesterol e o nível de proteínas totais

Quando analisou colesterol em tilápia, sem determinar a espécie, HEARN *et. al.* (1987) encontraram resultados superiores aos do presente trabalho

KRZYNOWEK e PANUNZIO (1989) estudaram várias espécies de camarão (*Pandalus borealis*, *Pandalus borealis*) (Canadá), *Penaeus set.iferous* (Georgia-USA), *Penaeus set.iferous* (Carolina do Norte-USA), *Penaeus set.iferous* (Texas-USA), *P. durarum notialis*, *P. vannamei*, *P. aztecus aztecus* (Louisiana-USA), *P. aztecus aztecus* (Texas-USA), *P. durarum durarum* e *P. aztecus subtilis*) e encontraram valores de colesterol variando de 152 ± 15 mg/100g. Quando a espécie estudada foi o *Penaeus aztecus*, camarão marinho que ocorre no Brasil, encontraram valores de 161 ± 5 mg/100g. No entanto, BERENBERG e PATTERSON (1981) atentam para o fato de o total de esteróis não ser afetado pela área geográfica, mas sim pelo fato da espécie ser cultivada ou silvestre.

Os resultados, ora encontrados, também têm respaldo no trabalho de THOMPSON (1964), que encontrou média de 156 e 157 mg/100g para o camarão *Penaeus aztecus* e *Penaeus set.iferus*.

6. CONCLUSÕES

- Em relação à composição química, a tilápia foi a única espécie que não sofreu influência da sazonalidade nos parâmetros analisados.
- A proteína sofreu influência da sazonalidade em sardinha, corvina, curimatá e camarão-sete-barbas, sendo também o parâmetro que mais influenciou na diferença encontrada entre as médias
- Do ponto de vista nutricional, os maiores teores de lipídios foram encontrados na sardinha analisada no verão, seguida pelo curimatá e no tocante ao valor calórico essa ordem se inverteu.
- A sardinha, tilápia e camarão-sete-barbas não sofreram influência da sazonalidade quando o parâmetro analisado foi o colesterol.
- Nas duas estações estudadas, o camarão foi a espécie que apresentou os maiores teores de colesterol.
- A sardinha e o camarão-sete-barbas foram as espécies que não sofreram influência da sazonalidade para os valores de TBARS.
- A análise dos ácidos graxos saturados demonstrou que houve diferença significativa entre as espécies analisadas em nível de 5%.
- A análise dos ácidos graxos insaturados demonstrou que a diferença entre as espécies não foi significativa e o curimatá foi a espécie com maiores teores de insaturados.

- Os principais ácidos graxos encontrados para todas as espécies tanto no verão quanto no inverno foram: saturados, palmítico (C16:0); monoinsaturado, palmitoléico (C16:1) e oléico (C18:1); poliinsaturados, eicosapentanoico (EPA, C20:5) e docosahexaenóico (DHA, C22:6).
- A somatória EPA e DHA teve os maiores valores em sardinha, no verão, seguida do camarão-sete-barbas, no inverno.
- Referente aos ácidos graxos saturados e insaturados, o camarão-sete-barbas foi a única espécie que sofreu influência entre as estações analisadas, apresentando teores maiores de ácidos graxos saturados e insaturados no verão.
- Em ambas as estações estudadas, a sardinha se mostrou a espécie mais indicada para elaboração de dieta à base de pescado, devido ao teor lipídico e aos teores de EPA e DHA.

7. REFERÊNCIAS *

Addis PB. Occurrence of lipid oxidation products in foods. **Food Chem. Tox.** 1986; **24**: 1021-30.

Allen CE, Foegeding EA. Some lipid characteristics and interactions in muscle foods – a review. **Food Technol.** 1981; **35**:523-57.

Allison DB, Kathleen E, Barraj LM, Caughman C, Heimbach JT. Estimated intakes of trans fatty and other fatty acids in the US population. **J. Am. Diet. Assoc.** 1999; **99(2)**:166-174.

Andrade MO. **Estudo da fração lipídica de mandis (*Pimodolus clarias* Bloch) “in natura” e processados.** São Paulo, 1978. [Tese de Doutorado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP]

[AOAC] - Ass. of. An. Ch. **Official methods of analysis.** 16. ed. Arlington, 1995.

Armstrong SG, Leach DN, Wyllie SG. Nutritional evaluation of lipids in fish from temperate Australian waters. **J. Food Sci.** 1991; **56(4)**:1111-2.

Ascherio A., Rimm EB, Stampfer MJ, Giovannucci El., Willett WC. Dietary intake of marine n-3 fatty acids, fish intake and the risk of coronary disease among men. **N. Engl. J. Med.** 1995; **332(15)**:977-82.

*Normas do Guia de Apresentação de Teses da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - 1998

Balogun OO, Afolabi O, Ibiyemi SA, Akindele TM. Malonaldehyde content of indigenous and imported foods and foodstuffs in Nigeria. **Food Chem.** 1984; **14**:157-165.

Bardolato ESG, Carvalho JB de, Amaral Mello MRP do, Tavares M, Campos NC, 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** 1994; **54**(1)27-35.

Berenberg CJ, Paterson GW. The relationship between dietary phytosterols and sterols of wild and cultivated oysters. **Lipids** 1981; **16**: 276-82

Bierenbaum ML., Fleischman AI, Green DP. The five years experience of modified fat diets on younger men with coronary heart disease. **Circulation** 1970; **42**: 943-51.

Bjerve KS. ω 3 fatty acid deficiency in man: implications for requirement of alpha-linolenic acid and long-chain ω 3 fatty acids. **World Rev. Nutr. Diet.** 1991; **66**:p.133.

Bohac CE, Rhee KS, Cross HR, Ono K. Assessment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. **J. Food. Sci.** 1988; **53**:1642-93.

Botta JR, Kennedy K, Squires BE. Effect of method of catching and time of season on the composition of Atlantic cod (*Gadus morhua*) **J. Food Sci.** 1986; **52**(4):922-27.

Braddock RJ, Dugan Jr LR. Phospholipid changes in muscle from frozen stored lake Michigan coho salmon. **J. Food Sci.** 1972; **37**:426-29.

Bragagnolo N. **Fatores que influenciam o nível de colesterol, lipídios totais e composição de ácidos graxos em camarão e carne.** Campinas, 1997 [Tese de Doutorado - Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas].

Bronsgest-Schoute HC, Van Gent CM, Luten JB, Rutter A. The effect of various intakes of n-3 fatty acids on the blood lipid composition in health human subjects. **Am. J. Clin. Nutr.** 1981; **34**:1752-57.

Budowski P. Nutritional effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. **Isr. J. Med. Sci.** 1981; **17**:223-31.

Burr ML. Fish and the cardiovascular systems. **Prog. Food Nutr. Sci.** 1989; **13**: 291-316.

Bush MA. Shellfish and ômega-3 fatty acid. **Nutrition and M.D. (USA)** 1986; **12**(12):3.

Candela M, Astiasarán I, Bello J. Deep-fat frying modifies high-fat fish lipid fraction. **J. Agric. Food Chem.** 1998; **46**: 2793-6.

Candido LMB; Nogueira A.; Sgarbieri VC. Propriedades funcionais de concentrados protéicos de pescados preparados por vários métodos. **Braz. J. Food Technol.** 1998; **1**(1, 2): 77-89.

Carlson SE.; Cooke RJ.; Werkman SH.; Tolley EA. First year growth of pattern infants fed standard compared to marine oil ω 3 supplemented formula. **Lipids** 1992; **27**:901-7.

Castelo FP, Rodrigues-Amaya D, Strong III FC. Aproveitamento e características da gordura cavitária do tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). **Acta Amazonica** 1980; **10**: 557-76.

Castro LAB de. Bioquímica de pescado. 1 – composição química. **Bol. Tec. Ins. Pesca** 1988; **2(2):1-16**.

[CEAGESP] Companhia Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Boletim Anual CEAGESP**. São Paulo. 1997.

[CEAGESP] Companhia Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. Departamento de Estatística comercialização **Boletim Mensal** (Março e julho) CEAGESP. São Paulo, 1999.

Cervato AM. **Dieta habitual e fatores de risco para doenças cardiovasculares**. São Paulo, 1995 [Dissertação de Mestrado - Faculdade de Saúde Pública da USP].

Chaunmugam P; Donovan J; Wheeler CI; Hwang DH. Differences in the lipid composition of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and marine shrimp. **J. Food Sci.** 1983; **42**: 1440-1.

Cladinin MT, Foxwell A, Goh YK, Layne K, Jumpsen JA. Omega 3 fatty acid intake results in relationship between the fatty acid composition of LDL cholesterol ester and LDL cholesterol content in human. **Biochim. Biophys. Acta** 1997; **1346**:247-52.

[COI] – Conselho Oleícola Internacional. **Azeite de oliva e a saúde**. Madrid, 1997.

[COMA] - Committee On Medical Aspects Of Food Policy Report on *Health and Social Subjects No 28*, HMSO, London, 1984.

Connor WE, Ling DS. The effect of shellfish in the diet upon the plasma lipid levels in humans. **Metabolism** 1982; **31**: 1046-51.

Costa KMP da, Macêdo SJ. Composição química de algumas espécies de peixes estuarinos capturados no canal de Santa Cruz-Itamaracá (Pernambuco). **Arq. Biol. Technol.** 1985; **28**(4): 501-19.

Crawford MA, Sinclair AJ, Msuya PM. Structural lipids and their polyenoic constituents in human milk. In: **Dietary lipids and postnatal development**. Galli C, Jacini G, Pecile A. 1973, eds. New York, Raven Press.

Criner P, Feeley RM. Evaluating analytical data on cholesterol in foods. **J. Am. Diet. Assoc.** 1972; **61**: 115-125.

D'abramo LR Production and marketing strategies for *Macrobrachium rosenbergii*, in the USA In: **Simpósio Brasileiro sobre Cultivo de Camarões**, 4º, João Pessoa, Programa e resumos, 1983.

Deng JC, Matheus RF, Watson CM. Effect of chemical and physical treatment on rancidity development of frozen mullet (*Mugil cephalus*) fillet. **J. Food Sci.** 1977; **42**: 344-50.

Dwyer JT. Future directions in food composition studies. **J. Nutr.** 1994; **124**(9S): 1783S - 8S.

Dyerberg J, Bang HO, Stoffersen E, Moncada S, Vane JR. Eicosapentanoic acid and prevention of thrombosis and atherosclerosis. **Lancet** 1978; **2**:117-20.

Dyerberg J. Linoleate: derived polyunsaturated fatty acids and prevention of atherosclerosis. **Nutr. Rev.** 1986; **44**:125-34.

ESPGAN Committee on Nutrition, Committee report, Comment on the content and composition of lipids in infant formulas. **Acta Paediatr. Scand.** 199; (80): 887-90.

Ewin J. **O lado sadio das gorduras: ácidos graxos essenciais para uma vida e uma aparência saudáveis.** Campus- Rio de Janeiro, 1997.

Exler J. Composition of foods: finfish and shellfish products. US Department of Agriculture **Handbook.** 1987; 8-15. Washington, DC: Department of Agriculture, Human Information Service.

Feinleib M. The magnitude and nature of the decrease in coronary artery disease mortality rate. **Am. J. Cardiol.** 1994; **54**:2-6.

Freitas JVF, Gurgel JJS, Machado ZL. Estudos de alguns parâmetros biométricos e da composição química, inclusive sua variação sazonal, da tilápia do Nilo, *Sarotherodon niloticus* (L.), do açude público "Paulo Sarasate"(Reriutaba, Ceará, Brasil), durante os anos de 1978 e 1979. **Bol. Tecn. DNOCS** 1979, **37**: 135-51.

Frias ACD. Utilização de ácidos graxos da família ω 3 na prevenção de doenças cardiovasculares: revisão de literatura. **Bol. Cult. Univ. Sagrado Coração** 1995; **19**:5-30.

Fuentes JAG. Que alimentos convêm ao coração? **Hig. Aliment.** 1998; **12**(53):7-11.

Gagosian RB. Sterol of the lobster (*Homarus americanus*) and the shrimp (*Pandalus borealis*). **Experientia** 1975; **31**: 878-82.

Germano PM, Germano MI, Oliveira, CAF de. Aspectos da qualidade do pescado de relevância em saúde pública. **Hig. Aliment.** 1998; **12**(53): 30-7.

Geromel EJ, Forster RJ. – Princípios fundamentais em tecnologia de pescados. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. Coordenadoria da Indústria e Comércio 1989; 127p (Série Tecnologia Agro-industrial, 11).

Goodnight SH Jr, Harris WS, Connor WE, Allingworth RD. Polyunsaturated fatty acids, hyperlipidemia and thrombosis. **Artherosclerosis** 1982; **2**:87-113.

Gopakumar K. Fatty acid composition of three species of freshwater fishes. **Fish. Technol.** 1975; **12**: 21-24.

Gordon DT. Steroids in mollusks and crustacea of the Pacific Northwest. **J. Am. Oil Chem. Soc.** 1982; **59**: 536-39.

Grundy SM, Bilheimer D, Blackburn H. Rationale of the diet heart statement of the American Heart Association: report of Nutrition Committee. **Circulation.** 1982; **65**:839 A-854 A.

Grundy SM, Denke MA. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. **J. Lip. Res.** 1990; **31**:1149-72.

Gurgel JJS, Freitas JVF. Variação estacional do teor de gordura da curimatã, *Prochilodus cearensis* Steindachner, pescada do Piauí, *Plagioscion squamisissimus* (Heckel) e traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch) no açude Orós, em Orós, Ceará. **Bol. Tecn. DNOCS**1977; **35**: 149-63.

Haard NF. Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. **Food Res. Int.** 1992; **25**: 289-307.

Harper HA, Rodwell WM, Mayes PA. *Metabolismo dos lipídeos*. 1. Ácidos graxos. **Manual de Química Fisiológica** 5 ed. São Paulo: Atheneu; 1982. p.334-56.

Harris W. Fish oils, omega-3 polyunsaturated fatty acids, and coronary heart disease. **Backgrounder** 1997; (2) 1:1-7.

Hart FL, Fisher HJ. **Analisis modernos de los alimentos**. Zaragoza, Acribia 1971; cap. 10, p 249.

Hearn TL, Sgoutas AS, Hearn JÁ, Sgoutas DS. Polyunsaturated fatty acids and fat in fish flesh for selecting species for health benefits. **J. Food Sci.** 1987; **52**: (5) 1209-11.

Henderson RJ, Tocher DR. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. **Lipid Res.** 1987; **26**: 281-347.

Herold PM, Kinsella JE. Fish oil consumption and decreased risk of cardiovascular disease: a comparison of findings from animal and human feeding trial. **Am. J. Clin. Nutr.** 1986; **43**: 566-98.

Idler DR, Wiseman P. Sterols of crustacea. **Int. J. Biochem.** 1971; **2**: 91-5.

Ilha JCG. Long-chain polyunsaturated fatty acids – Nutritional, technical and marketing aspects (1): 30-72. Seminário sobre Óleos e Gorduras: Tendências e inovações [SBOG] SOCIEDADE BRASILEIRA DE ÓLEOS E GORDURAS, 1999.

Jauncey K. The effects of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilápias (*Sarotheredon mossambica*). **Aquaculture** 1982; **27**: 43-54.

Johnston JJ, Ghanbari HÁ, Wheeler WB, Kirk JR. Characterization of shrimp lipids. **J. Food Sci.** 1983; **48**: 33-35.

Kagawa Y, Nishizawa M, Suzuki M. Eicosapentanoic acids of serum lipids of Japanese Islanders with low incidence of cardiovascular disease, *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 1982; **28**: 441-7.

Kanazawa A. Essencial fatty acid and lipid requerement of fish. In: Cowey CB, Mackie AM e Bell JG. Eds., **Nutrition and Feeding in fish**, Academic Press, London, 1985; p. 281-98.

Kelleher SD, Hultin H, Wilhelm KA. Stability of mackerel surimi prepared under lipid-stabilizing processing conditions. **J. Food Sci.** 1994; **59**(2):269-71.

Keys A, Menotti A, Karvonene MJ. The diet and 15-years death rate in the Seven Country Study. **Am. J. Epidemiol.** 1986; **124**:903-15.

King I, Childs T, Dosett C, Ostrander JG, Monsen R. Shellfish: proximate composition, minerals, fatty acids and sterols. **J. Am. Diet. Assoc.** 1990; **90**(5): 677-85.

Kinsella JE, Shimp J, Weihrauch J. Sterol, phospholipid, mineral content and proximate composition of filets of select freshwater fish species. **J. food bioch.** 1977; **1**: 131-140.

Kinsella JE. Food componnts with potential therapeutic benefits: The n-3 polyunsaturated fatty acids of fish oil. **Food Technol.** 1986; **40**(2):89-97.

Kirk RS; Sawyer R **Pearson's composition and analysis of foods.** 9th ed. Harlow Essex, Long-man; 1981. p. 504-18.

Kotb AR, Hadeed AFA. Omega-3 polyunsaturated fatty acid content of some popular species of Arabian Gulf fish. **Food Chem.** 1991; **40**:185-90.

Kritchevsky D, Tepper SA. The free and ester sterol content of various foodstufs. **J. Nutrition** 1961; **74**: 441-8.

Kritchevsky D, Tepper SA, Ditullo NW, Holmes WL. The sterols of seafood. **J. Food Sci.** 1967; **32**: 64-6.

Krzynowek J. Sterols and fatty acids in seafood. **Food Technol.** 1985; **39**:61-8.

Krzynowek J, Panunzio LJ. Cholesterol and fatty acids in several species of shrimp. **J. Food Sci.** 1989; **54**:237-9.

Kurade S, Baranowisk JD. Prediction of shelf-life of frozen minced fish in terms of oxidative rancidity as measured by TBARS number. **J. Food Sci.** 1987; **52** (2): 302-11.

Lazos ES, Aggelousis G, Alexakis A. Metal and proximate composition of the edible portion of 11 freshwater fish species. **J. Food Comp. Anal.** 1989; **2**: 371-81.

Lerdele J. **Enciclopédia moderna de higiene alimentar.** São Paulo, Manole Dois, 1991.

Lichtenstein AH, Kennedy E, Barrier P, Danford D, Ernest ND, Grundy SM, Leveille GA, Horn LV, Williams CL, Booth SL. Dietary fat consumption and health. **Nutr. Rev.** 1998; **56** (5): S3 -S19.

Lobão VL, Mandelli MQ, Takino M, Valenti WC. Rendimento, congelamento, cozimento, princípios químicos imediatos e minerais em carne de *Macrobrachium acanthurus* e *Macrobrachium carcinus*. **Bol. Téc. Inst. Pesca** 1984; 11(único):25-34.

Lovell RT, Mohammed T. Content of omega-3 fatty acids can be increased in farm-raised *catfish*. **Hig. Agric. Res.** 1989; **35**:16.

Lovell RT Foods from aquaculture. **Food Tech.** 1991; **9**:87-92.

[LSRO] - Life Science Research Office. Assessment of Nutrient Requirements for Infant Formulas. **The J. Nutr.** 1998; **128**: 11S: 2059S-2294S.

Lucas A, Morley R, Cole TJ, Lister G, Leeson-Payne C. Breast milk and subsequent intelligence quotient in children born preterm. **Lancet** 1992; **339**:261-4.

Machado MGS. **Composição em nutrientes e caracterização das proteínas do filé de pacu (*Colossoma mitrei*, Berg 1895)**. Campinas, 1989 [Tese de Mestrado – Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP].

Maia EL, Rodriguez-Amaya DB, Amaya-Farfán J. Proximate, fatty acid and amino acid composition of the Brazilian freshwater fish *Prochilodus scrofa*. **Food Chem** 1983;**12**: 275-86.

Maia EL. **Otimização da metodologia para caracterização de constituintes lipídicos e determinação da composição em ácidos graxos e aminoácidos de peixes de água doce**. Campinas, 1992 [Tese de Doutorado - Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas. UNICAMP].

Maia EL, Oliveira CCS, Santiago AP, Cunha FEA, Holanda FCA Sousa JA. Composição química e classes de lipídios em peixe de água doce curimatã comum, *Prochilodus cearensis*. **Cienc. Tech. Alim.** 1999; **19**(3):433-37.

Marzzoco A, Torres BB. **Bioquímica básica**. Guanabara, Rio de Janeiro, 1990.

Marmer WN., Maxwell RJ. Dry column method for the quantitative extraction and simultaneous class separation of lipids from muscle tissue. **Lipids** 1981; **16**:365-71.

Mattson FH, Erickson BA, Kligman AM, Effect of dietary cholesterol on serum cholesterol in man. **Am. J. Clin. Nutr.** 1972; **25**: 589-91.

Melton SL. Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. **Food Technol.** 1983; **37**, 105-11.

Mensink RP, Katan MB. Effect of monounsaturated fatty acids versus complex carbohydrate on high density lipoprotein in healthy men and women. **Lancet** 1987; **1**: 122-5.

Mensink RP, Katan MB. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoprotein. A meta-analysis of 27 trials. **Arterioscl. Thromb.** 1990; **12**:911-19.

Monteiro CA, Mondini L, Souza ALM. de. Da desnutrição para a obesidade: a transição nutricional no Brasil. In: Monteiro, C. A., org. **Velhos e novos males da saúde no Brasil: a evolução do País e de suas doenças**. São Paulo, Hucitec/Nupens/USP, 1995.

Moraes T, Santos JE. Lipídeos In: Dutra de Oliveira, J. E.; Marchini, S. **Ciências Nutricionais**. Sarvier, São Paulo, 1998; p. 87-97.

Morais C de, Campos SD da S de. Carne de pescado separada mecanicamente da ictiofauna acompanhante da captura de camarão-sete-barbas: obtenção e utilização de bloco congelado. **Colet. ITAL** 1993; **23(1):56-67**.

Morais C de, Carvalho JB de, Tavares M, Gonçalves LAG, Cavaletti RN. Avaliação da eficiência de antioxidantes em óleo de carne de Curimatá (*Prochilodus scrofa*) separada mecanicamente através do rancimat. **Rev. Inst. Adolfo Lutz** 1994; **54(1): 5-10**.

Morrison WR, Smith LM. Preparation of fat acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluorid-methanol. **J. Lip. Res.** 1974; **5:600-8**.

National Research Council. **Diet and health: implications for reducing chronic disease risk**. Report of the Committee on Diet and Health, Food and Nutrition Board. Commission on Life Sciences. Washington, DC. National Academy Press, 1989.

National Cholesterol Education Program. Report of the National Cholesterol Education Program Expert Panel on detection, evaluation and treatment of high blood cholesterol in adults. **Arch. Int. Med.** 1988; **148: 36**.

Needleman P, Raz A, Minkes MS, Triene prostaglandins:protacyclin and tromboxane biosynthesis and unique biological properties, **Proc. Natl. Acad. Sci.** 1979; **76: 944-56**.

Nelson GI, Schmidt PC, Corash L. The effect of salmon diet on blood clotting platelet aggregation and fatty acids in normal adult men. **Lipids** 1991; **26: 87-96**.

Neto FM. Modificações químicas, bioquímicas e sensoriais do híbrido de tilápia estocado no gelo. Campinas, 1984 [Tese de Mestrado - Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da UNICAMP].

Nettleton JA Are n-3 fatty acids essential nutrients for fetal and infant development? **J. Am. Diet. Assoc.** 1993; **93**: 58-64.

Newman WP, Middangh JP, Propst MT, Rogers DR. Artherosclerosis in Alaska natives and non natives. **Lancet** 1993; **342**:1056-7.

Nunes ML. Hidrolisado protéico de pescado: obtenção de um produto funcional. Campinas , 1981[Tese de Mestrado – Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da UNICAMP].

Oliver MF. Diet and coronary heart disease. **Brit. Med. Bull** 1981; **37**: 49-51.

Pacchioni VM. Ácidos graxos essenciais ômega-3 e ômega-6. **Rev. Oxidolog.** 1998; 30-1.

Pearson AM, Gray JI, Wolzak AM, Horestein NA. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. **Food Techn.** 1983; **27(7)**: 121-9.

Pedraja RR. Change of composition of shrimp and other marine animals during processing. **Food Techn.** 1970; **24**:(37), 1355-60.

Pfeifer JR, Janssen NF, Ahn P, Cox W, Lindenberg OW. Studies on the distribution lipides in hypercholesterolemic rats I: The effect of feeding palmitate, oleate, linoleate, linolenate, menhaden and teina oils. **Arch Biochem. Biophys.** 1960; **86**:302-8.

Pelt CKV, Huang MC, Tschanz CL., Brenna T. An octaene fatty acid, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25 – octacosaoctanoic acid (28:8n -3), found in marine oils. **J. lipid Res.** 1999; **40**:1501-5.

Pezzato LE. **Efeito de diferentes níveis de gordura animal e vegetal sobre o desempenho e deposição de ácidos graxos em pacu (*Piractus mesopotamicus*)**. Jaboticabal, 1990 [Tese de Doutorado – Fac. De Ciên. Agr. Veter. da UNESP].

Piccini JL, Evans DR, Quaranta HO. Comparison of TBA number of irradiated fish with sensory quality. **Food Chem.** 1986; **19**:163-71.

Pimentel Gomes F. **Curso de estatística experimental**. 11^a ed. Piracicaba Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1985.

Ramirez-Tortosa C, López-Pedrosa JM, Suarez A, Ros E, Mataix J, Gil A. Olive oil-and fish oil-enriched diets modify plasma lipids and susceptibility of LDL to oxidative modification in free-living male patients with peripheral vascular disease: the Spanish Nutrition Study. **Brit. J. Nutr.** 1999; **82**: 31-9.

Rios EC. Variação estacional da composição química de pescado. **Anais da Assoc. Bras. de Química** 1957; **XVI**(1-4):97-112.

Riva E. I grassi nella alimentazione dell'età pediatrica – Ist. Scotti Bassani per la Ricerca e l'Informazione Scientifica e Nutrizionale, Scheda informativan. 1/90 Milano, 19 ott. p. 46, 1989.

Ruivo UE. Fórum metropolitano da baixada santista traça diretrizes para o desenvolvimento da pesca e da aquicultura. **Hig. Aliment.** 1996; **10**(45): p.3.

Sánchez-Muniz FJ, Viejo JM, Medina R. Deep-frying of sardines in different culinary fats. Changes in the fatty acid composition of sardines and frying fats. **J Agric. Food Chem.** 1992; **40**:2252-8.

Santos TM, Santos JE. Lipídios. In Oliveira JED de, Santos AC, Wilson ED. **Nutrição básica.** São Paulo; 1982. p.15-28. Sarvier.

Sargent JR, Henderson RJ. Marine (n - 3) polyunsaturated fatty acids. In: Hamilton RJ. **Developments in oils and fats.** London; 1995. p. 32-65. Chapman and Hall.

Sargent JR. Fish oils and human diet. **Br. J. Nutr.** 1997; **78** (suppl. 1):S5-S13.

Sgarbieri VC. Metabolismo celular e importância nutricional dos lipídeos. **Aliment. Nutr.** 1987; Cap. 5 110-121.

Shahidi F, Rubin J, Wood DF. Control of lipid oxidation in cooked meats by combinations of antioxidants and chelators. **Food Chem.** 1987; **23**(2):151-7.

Shewfelt RL. Fish muscle lipolysis – a review. **J. Food Biochem.** 1981; **5**: 79-100.

Sidwell VD. Chemical and nutritional composition of finfishes, whales, crustaceans, mollusks and their products. United States Department of Commerce, 1981. Washington, DC. NOAA Technical Memorandum, NMFS F/ SEC-11.

Sikorski ZE, Kolakowska A, Pan BS. The nutritive composition of the major groups of marine food organisms. In: Sikorski, ZE., **Seafood resources,**

nutrition, composition and preservation. Boca Raton, CRC Press, 1990. p. 29-54.

Silva SMCS da. **Efeito do processamento sobre ácidos graxos poliinsaturados da fração lipídica de duas espécies e peixes.** São Paulo, 1992 [Tese de Mestrado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo].

Simões DRS, Pedroso MA, Ruiz WA, Almeida TL. Hambúrgueres formulados com base protéica de pescado. **Cienc. Tecnol. Aliment.** 1998; 18 (4): 414-20.

Simopoulos AP. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. **Am. J. Clin. Nutr.** 1991; 54: 438-42.

Simopoulos AP, Leaf A, Salen N. Workshop on the essentiality of and recommended dietary intakes for omega 6 and omega-3 fatty acids. **Food Rev. Int.** 2000; 16 (1): 113-7.

Sinclair AJ, O'dea K, Naughton JM. Elevated levels of arachidonic acid in fish from northern Australian coastal waters. **Lipids** 1983; 18(12):877-81.

Sinclair AJ. Dietary fat and cardiovascular disease: the significance of recent developments for the food industry. **Food Australia** 1993; 46: 226-31.

Spiller GA. **Handbook of lipids in human nutrition.** Boca Raton, CRC. Press, 1995.

Staessen L, Debacquer D, Dehenauw S, Debacker G, Van-Peteghem C. Fatty acid composition of the Belgian diet: estimates derived from the

Belgian Interuniversity Research on nutrition and health. **Ann. Nutr. Metab.** 1998; **42**:151-9.

Stansby ME. **Industrial fishery technology**. New York, Reinhold Publishing Corporation, 1963.

Stansby ME. Nutritional properties of fish oils. **World Rev. Nutr. Diet.** 1969; **11**:46-105.

Sweeney JP, Weihrauch J. Summary of data for cholesterol in foods and methods for its determination. **Crit. Revs. Food Sci. And Nutr.** 1977; **8**: 131-160.

Thompson RH. Cholesterol content of various species of shellfish. 1. Methods of analysis and preliminary survey of variables. **Fish. Ind. Res.** 1964; **2**: 11-19.

Torres EAFS, Okani ET. Teste de TBA: ranço em alimentos. **Rev. Nacional da Carne** 1997; **243**: 68-76.

Uauy R, Birch D, Peirano P. Visual and brain function measurements in studies on n-3 fatty acid requirements on infants. **J. Pediatr.** 1992; **120**: S168-75.

[USDA] United States Department of Agriculture. Nutrition and your health. Dietary guidelines for americans. U. S. Dept^o Health and Human Services: **Fourth Ed. Home and Garden Bull.** 1995; 232-37.

[US/DHHS] United States Department of Health And Human Services. Surgeon general's report on nutrition and health. Washington, D.C.: Public Health Service, U.S. Department of health on human services, 1988.

Vliet T. van, Katan MB. Lower ratio of n-3 to n-6 fatty acids in cultured than wild fish. **Am. J. Cl. Nutr.** 1990; **51**: 1-2.

Vyncke, M. Evaluation of the direct thiobarbituric acid extraction method for determining oxidative rancidity in mackerel (*Scomber scombrus* L.). **Fette Seif. Anstrich.** 1975; **77**(6):239-40.

Watanabe T, Kobayashi I, Utsue O, Ogino C. Effect of dietary methyl linolenate on fatty acid composition of lipids in rainbow trout. **Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.** 1982; **40**: 493-99.

Watt B, Merrill AL. Composition of foods: raw, processed, prepared. Washington, DC: Consumer and Food Economics Research Division/Agricultural Research Service, **Agricult. Handbook** 1963; **8**: p. 198.

World Health Organization. Expert Committee: Prevention of Coronary Heart Disease **Report.** Geneva; 1982. (WHO Technical. Report. Series, 678).

Willet WC, Stampfer MJ, Colditz GA, Rosner BA, Speizer FE. A prospective study of diet and colon cancer in women, **Am. J. Epidemiol.** 1989; **130**:820-1.

Wu TC, Sheldon BW. Influence of phospholipid on the development of oxidized of flavors in cooked turkey rolls. **J. Food Sci.** 1988; **53**: 55-61.

Xiong YL, Decker EA. Alterations of muscle protein functionality by oxidative and antioxidative processes. **J. Muscle Foods Barking** 1995; **6**(2): 139-60.

Zaitsev V, Kizeveiter I, Lagunov L, Makarova T, Minder L, Podsevalov V.
Fish curing and processing. Moscou 1969; Mir. Publicashers, 722p.

Zamboni C de Q. Estudo sobre a composição de 12 espécies e peixes nacionais. **Rev. Inst. Adolfo Lutz** 1961; **21**: 65-82.

ANEXOS

No anexo 1 estão relacionados os símbolos numéricos (I) seguidos das designações das famílias (somente para Ácidos graxos insaturados), posição(ões) da(s) dupla(s) ligação(ões) em relação à extremidade carboxílica (COOH) (II), nomes vulgares (III) e sistemáticos (IV) da maioria dos Ácidos graxos comumente encontrados em lipídios de peixes.

ANEXO 1 – Nomenclatura dos Ácidos graxos .

a) Ácidos graxos saturados.

I	III	IV
10:0	<i>Cáprico</i>	<i>Ácido decanóico</i>
11:0	<i>n-undecílico</i>	<i>Ácido hendecanóico</i>
12:0	<i>Láurico</i>	<i>Ácido dodecanóico</i>
13:0	<i>n-tridecílico</i>	<i>Ácido tridecanóico</i>
14:0	<i>Mirístico</i>	<i>Ácido tetradecanóico</i>
15:0	<i>n-pentadecílico</i>	<i>Ácido pentadecanóico</i>
16:0	<i>Palmitico</i>	<i>Ácido hexadecanóico</i>
17:0	<i>Margárico</i>	<i>Ácido heptadecanóico</i>
18:0	<i>Esteárico</i>	<i>Ácido octadecanóico</i>
19:0	<i>n-nonadecílico</i>	<i>Ácido nonadecanóico</i>
20:0	<i>Araquídico</i>	<i>Ácido eicosanóico</i>
21:0	<i>n-heneicosóico</i>	<i>Ácido heneicosanóico</i>
22:0	<i>Behênico</i>	<i>Ácido docosanóico</i>
24:0	<i>Lignocérico</i>	<i>Ácido tetracosanóico</i>

b) Ácidos graxos monoinsaturados ou monoenólicos.

I	II	III	IV
14:1 ω 9	5	Ácido fisetérico	Ácido-5-tetradecenóico
14:1 ω 5	9	Ácido miristoléico	Ácido-9-tetradecenóico
16:1 ω 7	9	Ácido palmitoléico	Ácido-9-hexadecenóico
18:1 ω 12	6	Ácido petroselinico	Ácido-6-octadecenóico
18:1 ω 9	9	Ácido oléico	Ácido-9-octadecenóico
18:1 ω 7	11	Ácido cis-vacênico	Ácido-11-octadecenóico
20:1 ω 11	9	Ácido gadoléico	Ácido-9-eicosenóico
20:1 ω 9	11	Ácido gondóico	Ácido-11-eicosenóico
22:1 ω 11	11	Ácido cetoléico	Ácido-11-docosenóico
22:1 ω 9	13	Ácido erúico	Ácido-13-docosenóico
24:1 ω 9	14	Ácido nervônico	Ácido-15-tetracosenóico

c) Ácidos graxos diinsaturados ou dienólicos

I	II	III	IV
16:2 ω 6	7,10	–	Ácido-7,10-hexadecadienóico
18:2 ω 6	9,12	Ácido linoléico	Ácido-9,12-octadecadienóico
20:2 ω 9	8,11	–	Ácido-8,11-eicosadienóico
20:2 ω 6	11,14	–	Ácido-11,14-eicosadienóico

d) Ácidos graxos poliinsaturados ou polienólicos

I	II	III	IV
18:3 ω 6	6,9,12	Ác. γ -linolênico	Ácido-6,9,12-octadecatrienólico
18:3 ω 3	9,12,15	Ác. α -linolênico	Ácido-9,12,15- octadecatrienólico
20:3 ω 9	5,8,11	Ác. "mead"	Ácido-5,8,11-eicosatrienólico
20:3 ω 6	8,11,14	Ác. dihomog γ - linolênico	Ácido-8,11,14-eicosatrienólico
20:3 ω 3	11,14,17	—	Ácido-11,14,17- eicosatrienólico
18:4 ω 3	6,9,12,15	Ác. morótico	Ácido-6,9,12,15-octadecatetraenólico
20:4 ω 6	5,8,11,14	Ác. araquidônico	Ácido-5,8,11,14-eicosatetraenólico
22:4 ω 6	7,10,13,16	Ác. adrênico	Ácido-7,10,13,16-docosatetraenólico
20:4 ω 3	8,11,14,17	—	Ácido-8,11,14,17-eicosatetraenólico
22:4 ω 3	10,13,16,19	—	Ácido-10,13,16,19-docosatetraenólico
20:5 ω 3	5,8,11,14,17	Ác. Timnodônico, EPA	Ácido-5,8,11,14,17-eicosapentanólico
22:5 ω 6	4,7,10,13,16	Ácido docosapentaenólico	Ácido-4,7,10,13,16 docosapentaenólico
22:5 ω 3	7,10,13,16,19	Ác. clupanodônico, DPA	Ácido-7,10,13,16,19- docosapentaenólico
22:6 ω 3	4,7,10,13,16,19	Ác. cervônico, DHA	Ácido-4,7,10,13,16,19- docosahexaenólico

No anexo 2 estão relacionados todos os Ácidos graxos detectados pelo padrão *Fatty Acid Methyl Ester Mixture # 189-19* (Método FAME).

ANEXO 2 - Ácidos Graxos detectados pelo padrão utilizado.

Nº	Componentes
1	(C4:0) Ácido butírico
2	(C6:0) Ácido caprónico
3	(C8:0) Ácido caprílico
4	(C10:0) Ácido cáprico
5	(C11:0) Ácido undecanóico
6	(C12:0) Ácido láurico
7	(C13:0) Ácido tridecanóico
8	(C14:0) Ácido mirístico
9	(C14:1) Ácido miristoléico
10	(C15:0) Ácido pentadecanóico
11	(C15:1) (98%) Ácido cis-10-pentadecenóico
12	(C16:0) Ácido palmítico
13	(C16:1) Ácido palmitoléico
14	(C17:0) Ácido heptadecanóico
15	(C17:1) Ácido cis-10-heptadecenóico
16	(C18:0) Ácido esteárico
17	(C18:1) Ácido oléico
18	(C18:1, trans-9) Ácido eláidico
19	(C18:2) Ácido linoléico
20	(C18:2, trans-9,12) Ácido linoleláidico
21	(C18:3) Ácido linolênico
22	(C18:3) Ácido γ -linolênico
23	(C20:0) Ácido araquídico

N ^o	Componentes
24	(C20:1) Ácido cis-11-eicosenóico
25	(C20:2) Ácido cis-11,14-eicosadienóico (98%)
26	(C20:3 ω 3) Ácido cis-11,14,17-eicosatrienóico (97-99%)
27	(C20:3 ω 6) Ácido cis-8,11,14-eicosatrienóico
28	(C20:4) Ácido araquidônico
29	(C20:5) Ácido cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenóico
30	(C21:0) Ácido heneicosanóico
31	(C22:0) Ácido behênico
32	(C22:1) Ácido erúcico
33	(C22:2) Ácido cis-13,16-docosadienóico
34	(C22:6) Ácido cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenóico
35	(C23:0) Ácido tricosanóico
36	(C24:0) Ácido lignocérico
37	(C24:1 ω 9) Ácido nervônico