

**Universidade Federal de Alagoas  
Centro de Ciências Exatas e Naturais  
Instituto de Química  
Curso de Pós-Graduação em Química e Biotecnologia – CPGQB**

**Valor Nutricional de Espécies de Peixes (água  
salgada e estuário) do Estado de Alagoas**

*MARIA EMÍLIA DA SILVA MENEZES*

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas, para obtenção do título de Mestre em Química e Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Euzébio Goulart Sant'Ana  
Co-Orientação: Profa. Dra. Giselda Macena Lira

**Maceió / AL, 2006**

**Fevereiro de 2006**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**

**INSTITUTO DE QUÍMICA – CCEN**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA E  
BIOTECNOLOGIA - CPGQB**

Campus A. C. Simões  
Cidade Universitária  
57072-970 - Maceió-AL  
Brasil  
Tel. (082) 214 – 1384  
Fax. (082) 214 –1615

Membros da comissão julgadora da Dissertação de Mestrado de Maria Emília da Silva Menezes, apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas, em 24 / 02 /2006.

Comissão:

---

(Dr. Antônio Euzébio Goulart Sant’Ana / UFAL – Orientador)

---

(Dra. Giselda Macena Lira / UFAL – Co-Orientadora)

---

(Dra. Cláudia Sampaio de Andrade Lima / DQ-UFPE - Titular)

---

(Dra. Denise Maria Pinheiro / DQ-UFAL - Titular)

---

(Dra. Terezinha da Rocha Ataíde / DN-UFAL - Titular)

---

(Dra. Ruth Rufino do Nascimento / DQ-UFAL - Suplente)

**“OI,  
JESUS,  
É O ZÉ!”.**

Todos os dias, ao meio-dia, um pobre velho entrava na igreja e, em poucos minutos, saía. Certa vez, o sacristão lhe perguntou o que vinha fazer (pois havia objetos de valor na igreja).

“-Venho rezar, respondeu o velho”.

“-Mas é estranho”, disse o sacristão, “que você consiga rezar tão depressa”.

“-Bem”, recrutou o velho, “eu não sei recitar aquelas orações compridas. Todos os dias, nesta igreja, eu só falo; Oi, Jesus, é o Zé! Num minuto, já estou de saída. É só uma oraçõzinha, mas tenho certeza que Ele me ouve”.

Alguns dias depois, o Zé sofreu um acidente e foi internado num hospital. Na enfermaria, passou a exercer uma grande influência sobre todos: os doentes mais tristes se tornaram alegres e muitas risadas passaram a serem ouvidas.

“-Zé!”, disse-lhe uma irmã, “os outros doentes dizem ser você o causador desta mudança na enfermaria, já que está sempre tão alegre...”

“-É verdade, irmã, estou sempre alegre. É por causa daquela visita que recebo todo dia. Me faz feliz”.

A irmã ficou atônita. Já tinha notado que a cadeira encostada na cama do Zé estava sempre vazia. Ele era um velho solitário, sem ninguém.

“-Que visita? A que horas?”

“-Todos os dias”, respondeu o Zé, com um brilho nos olhos.

“-Todos os dias, ao meio-dia, Ele vem e fica ao pé da cama. Quando olho em sua direção, Ele sorri e diz: - Oi, Zé, é Jesus!”.

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais José Xavier de Menezes e Maria José da Silva Menezes, vocês emprestaram-me seu amor para que eu pudesse existir: mais que isso, trabalharam sacrificando seus sonhos em favor dos meus. Por tudo, sou infinitamente grata.*

*A minha querida avó Emília Xavier de Moura (in Memoriam), com todo amor, carinho e gratidão.*

## AS INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS

Este trabalho contou com o apoio financeiro das seguintes instituições:

Universidade Federal de Alagoas  
CAPES; CNPq; FAPEAL.

A todas, o meu muito obrigada.

## AGRADECIMENTOS

- \* A Deus, por ter-me dado forças nas horas mais difíceis, ajudando-me a não desistir;
- \* À Virgem Nossa Senhora de Fátima que sempre serviu de modelo e alento nos momentos difíceis;
- \* Às minhas irmãs Karla Luzia da Silva Menezes e Ana Lúcia da Silva Menezes, que tanto confiaram em meus passos, dando-me crédito para acertar e errar, incentivando-me com palavras de estímulo, carinho e muito amor;
- \* Ao Prof<sup>o</sup>. Dr. Antônio Euzébio Goulart Sant'Ana, pela paciência e amizade contidos no constante estímulo ao meu engrandecimento profissional, dedicação, entusiasmo, e por ter me permitido embeber-me um pouco com o seu conhecimento durante a orientação e elaboração deste trabalho;
- \* À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Giselda Macena Lira, pela valiosa experiência compartilhada em todas as etapas da minha formação profissional, assim como, na elaboração do trabalho da dissertação e, em especial, pelo carinho, dedicação, paciência e amizade contidos no constante estímulo ao meu engrandecimento profissional;
- \* À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Denise Maria Pinheiro, pela amizade, incentivo, constante estímulo e pela disposição em ajudar sempre que necessário;
- \* Aos Professores das disciplinas cursadas: Prof<sup>o</sup>. Dr. Antônio Euzébio Goulart Sant'Ana, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Denise Maria Pinheiro, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marília Goulart Sant'Ana, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lúcia Conversa, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lúcia Rebouças e Prof<sup>o</sup>. Dr. Edson Bento, pela inigualável contribuição a minha formação profissional;
- \* Aos membros das bancas de qualificação e de defesa, pelas valiosas sugestões na elaboração do trabalho de dissertação;
- \* Aos pescadores Antônio da Silva Melo (Costa Marítima-AL) e José Francisco Martins (Lagoa Mundaú-AL) pela dedicação, paciência e lição de vida durante a coleta das espécies;
- \* A Johnnatan Duarte de Freitas pela amizade, paciência e auxílio na injeção do material no aparelho de cromatografia gasosa;
- \* A José Madalena Silva pela amizade e realização das análises estatísticas;

- \* Aos amigos e amigas do Laboratório de Produtos Naturais (Departamento de Química - UFAL): Josiane, Dulce, Valdiléia, Jussara, Mércia, Margarida Teodoro, Henrique Goulart, João Donato, Carlos, Aldenir, Silvio, Samila, Rosevaldo Júnior, Daniel Santos;
- \* Ao Aldy dos Santos por sua dedicação e por seu sorriso franco, que sempre tornava mais doce, os momentos difíceis do curso;
- \* À Karla Rejane de Andrade Porto pela amizade sincera e pelo apoio nos momentos de dificuldade;
- \* Aos amigos de todas as horas: James Bispo, Carlos Eduardo Silva, Walfrido Bispo, Edmilson, Adriana Lima e Aislane;
- \* Aos que são mais do que amigos: Tânia Andrade e José Andrade, Acácia Melo, Ana Lucila Costa, Daniel Melo, Valkicia, Brancilene de Araújo, Adriana Todaro, Amaro, Charles Estevam, Carolina Tavares, Milena Lima, Maria Raquel, Cenira Carvalho, Cristhiane Omena, Michelle Almeida, Priscila Brigide, Sâmia Silva, Andréa Barros, Glaucevane Guedes, Janine, André Galvão e Marcos Silva;
- \* À Cristhiane Omena, bolsista de Iniciação Científica do Laboratório de Bromatologia pela companhia agradável e ajuda sempre demonstrada;
- \* Aos amigos do Laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição: Alba Vasconcelos, Bento e Alane Cabral, pela amizade e companheirismo durante todo o mestrado;
- \* À galera dos Laboratórios do Departamento de Química-UFAL: Valéria Vilma, Patrícia Oliveira, Rui Reys, Paulo Rogério, Cícero, Antônio Albuquerque, Fabiana, Tiago, Alan Duarte, Tânia Brito, Amaro Carlos, Anderson, Danielle Melo, Sandra Mary Vasconcelos, Aline Fidelis, Francine de Paula, Natalia Velasquez, Tatiane, Sandovânio Lima, Flávio Tenório, Cinthia Freitas, Íris Santos, pelo companheirismo, pela contribuição com seus conhecimentos, pelos conselhos e muita ajuda;
- \* Aos funcionários da Secretária da Pós-Graduação do Departamento de Química pela ajuda na condução dos procedimentos burocráticos durante o mestrado;
- \* Ao Departamento de Nutrição pela disponibilidade dos Laboratórios de Bromatologia e Técnica Dietética para o desenvolvimento das pesquisas;
- \* Aos funcionários do Centro de Ciências da Saúde (CSAU), Biblioteca Central (UFAL) e do Departamento de Química, pelo pronto atendimento sempre que solicitado;
- \* Aos bibliotecários da Biblioteca Setorial do Departamento de Química, sempre solícitos e atenciosos em suas funções;

- \* À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo outorgada;
- \* À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pelo financiamento da pesquisa;
- \* Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq) pelo financiamento da pesquisa;
- \* Impossível não me emocionar enquanto escrevo estes agradecimentos, pois graças a vocês meu sonho tornou-se realidade e chegou ao fim. Que será apenas o começo ... MUITO OBRIGADA !!!

## SUMÁRIO

Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	xiii
Lista de Abreviações	xiv
Resumo	xv
Abstract	xvi
Justificativa	xvii
Objetivos	xviii
1. Introdução	1
2. Revisão da Literatura	
2.1 Importância da Determinação da Composição Química de Alimentos	4
2.2 Composição e Valor Nutricional de Peixes	6
2.3 Lipídeos	11
2.4 Ácidos Graxos	13
2.5 Colesterol	20
3. Metodologia	
3.1 Material	26
3.2 Descrição da Área de Coleta das Amostras	27
3.3 Preparo das Amostras	28
3.4 Métodos	
3.4.1 Composição Centesimal	29
3.4.2 Lipídeos Totais	29
3.4.3 Umidade	31
3.4.4 Cinzas	32
3.4.5 Proteínas	32
3.4.6 Carboidratos	34
3.4.7 Valor Calórico	34
3.4.8 Colesterol	34
3.4.9 Ácidos Graxos	37
3.5 Análise Estatística	39
4. Resultados e Discussão	40
5. Conclusão	71
6. Referências Bibliográficas	72
Anexo A	

## LISTA DE FIGURAS

### 2. Revisão da Literatura

Figura 1. Estruturas das Vitaminas Lipossolúveis Encontradas nos Peixes	8
Figura 2. Estruturas das Vitaminas Hidrossolúveis Encontradas nos Peixes	9
Figura 3. Estrutura do Ácido Oléico ( $\omega$ -9), Ácido Linoléico ( $\omega$ -6) e do Ácido $\alpha$ -Linolênico ( $\omega$ -3)	15
Figura 4. Conversão do Ácido Linoléico em Ácido $\alpha$ -Linolênico	17
Figura 5. Vias da Biossíntese dos Ácidos Graxos Poliinsaturados	19
Figura 6. Estrutura do Lanosterol	22
Figura 7. Estrutura do Colesterol	23

### 3. Metodologia

Figura 8. Carapeba-listrada ( <i>Eugerres plumieri</i> Cuvier, 1830) Procedente da Costa Marítima-AL	26
Figura 9. Cavala ( <i>Scomberomorus cavalla</i> Cuvier, 1829) Procedente da Costa Marítima-AL	26
Figura 10. Tainha ( <i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758) Procedente da Lagoa Mundaú-AL	27
Figura 11. Camurim ( <i>Centropomus undecimalis</i> Bloch, 1792) Procedente da Lagoa Mundaú-AL	27
Figura 12. Mapa do Complexo Lagunar	28
Figura 13. Mapa da Costa de Alagoas	28
Figura 14. Fluxograma das Análises Realizadas	29
Figura 15. Obtenção da Fração Lipídica	30
Figura 16. Cálculo de Lipídeos Totais	31
Figura 17. Cálculo de Determinação de Umidade	31
Figura 18. Cálculo de Determinação de Cinzas	32
Figura 19. Cálculo de Determinação de Proteínas	33

Figura 20. Cálculo de Determinação de Carboidratos	34
Figura 21. Cálculo de Determinação do Valor Calórico	34
Figura 22. Determinação de Colesterol por Colorimetria	36
Figura 23. Equação para Determinação de Colesterol	36
Figura 24.Obtenção dos Ésteres Metílicos de Ácidos Graxos	38
Figura 25. Cromatógrafo Gasoso Acoplado ao Espectrômetro de Massas	39
<b>4. Resultados e Discussão</b>	
Figura 26. Composição Centesimal e Valor Calórico da Carapeba-listrada ( <i>Eugerres plumieri</i> Cuvier, 1830) e da Cavala ( <i>Scomberomonus cavalla</i> Cuvier, 1829) Procedentes da Costa Marítima-AL	41
Figura 27. Composição Centesimal e Valor Calórico da Tainha ( <i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758) e do Camurim ( <i>Centropomus undecimalis</i> Bloch, 1792) Procedentes da Lagoa Mundaú-AL	44
Figura 28. Teor de Colesterol dos Peixes do <i>Habitat</i> Marinho	47
Figura 29. Teor de Colesterol dos Peixes do <i>Habitat</i> Estuarino	48
Figura 30. Fragmentação do Pico Base Característico de Ésteres Metílicos	50
Figura 31. Cromatograma dos Ácidos Graxos da Cavala ( <i>Scomberomonus cavalla</i> Cuvier, 1829) Procedente da Costa Marítima-AL	51
Figura 32. Cromatograma dos Ácidos Graxos da Carapeba-listrada ( <i>Eugerres plumieri</i> Cuvier, 1830) Procedente da Costa Marítima-AL	51
Figura 33. Cromatograma dos Ácidos Graxos do Camurim ( <i>Centropomus undecimalis</i> Bloch, 1792) Procedente da Lagoa Mundaú-AL	52
Figura 34. Cromatograma dos Ácidos Graxos da Tainha ( <i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758) Procedente da Lagoa Mundaú-AL	52
Figura 35. Perfil dos Ácidos Graxos da Cavala ( <i>Scomberomonus cavalla</i> Cuvier, 1829)	56
Figura 36. Perfil dos Ácidos Graxos da Carapeba-listrada ( <i>Eugerres plumieri</i> Cuvier, 1830)	56
Figura 37. Ácidos Graxos Saturados e Insaturados dos Peixes do <i>Habitat</i> Marinho	57

Figura 38. Perfil dos Ácidos Graxos do Camurim ( <i>Centropomus undecimalis</i> Bloch, 1792)	65
Figura 39. Perfil dos Ácidos Graxos da Tainha ( <i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758)	65
Figura 40. Ácidos Graxos Saturados e Insaturados dos Peixes do <i>Habitat</i> Estuarino	66

## LISTA DE TABELAS

### 2. Revisão da Literatura

Tabela 1. Nomes dos Principais Ácidos Graxos	14
--	----

### 4. Resultados e Discussão

Tabela 2. Composição Centesimal e Valor Calórico dos Peixes do <i>Habitat</i> Marinho	40
Tabela 3. Composição Centesimal e Valor Calórico dos Peixes do <i>Habitat</i> Estuarino	43
Tabela 4. Teor de Colesterol dos Peixes do <i>Habitat</i> Marinho	46
Tabela 5. Teor de Colesterol dos Peixes do <i>Habitat</i> Estuarino	48
Tabela 6. Tempo de Retenção de Ácidos Graxos dos Lipídeos da Cavala ( <i>Scomberomorus cavalla</i> Cuvier, 1829) Procedente da Costa Marítima - AL	54
Tabela 7. Tempo de Retenção de Ácidos Graxos dos Lipídeos da Carapeba-listrada ( <i>Eugerres plumieri</i> Cuvier, 1830) Procedente da Costa Marítima - AL	54
Tabela 8. Perfil de Ácidos Graxos dos Peixes do Habitat Marinho	55
Tabela 9. Tempo de Retenção de Ácidos Graxos dos Lipídeos do Camurim ( <i>Centropomus undecimalis</i> Bloch, 1792) Procedente da Lagoa Mundaú - AL	63
Tabela 10. Tempo de Retenção de Ácidos Graxos dos Lipídeos da Tainha ( <i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758) Procedente da Lagoa Mundaú - AL	63
Tabela 11. Perfil de Ácidos Graxos dos Peixes do <i>Habitat</i> Estuarino	64

## LISTA DE ABREVIações

EPA	Ácido Eicosapentaenóico
DHA	Ácido Docosaexaenóico
AGSCC	Ácido Graxo Saturado de Cadeia Curta
AGSCM	Ácido Graxo Saturado de Cadeia Média
AGCL	Ácido Graxo de Cadeia Longa
AGCML	Ácido Graxo de Cadeia Muito Longa
CELMM/AL	Complexo Estuarino – Lagunar Mundaú / Manguaba – Alagoas
Kcal	Kilocaloria
LDL	Lipoproteína de Baixa Densidade
$\Sigma$ AGS	Somatório de Ácido Graxo Saturado
$\Sigma$ AGM	Somatório de Ácido Graxo Monoinsaturado
$\Sigma$ AGPI	Somatório de Ácido Graxo Poliinsaturado
$\omega$ -6 / $\omega$ -3	Relação entre Ômega-6 e Ômega-3
UI	Unidade Internacional
AGS	Ácido Graxo Saturado
AGI	Ácido Graxo Insaturado

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo determinar a composição centesimal, o teor de colesterol, o perfil de ácidos graxos e o valor calórico de quatro espécies de peixes em dois *habitats* (água salgada e estuário) do Estado de Alagoas. Foram analisadas 80 amostras de filés de peixes. As espécies estudadas são as mais comercializadas: carapeba-listrada (*Eugerres plumieri* Cuvier, 1830) e cavala (*Scomberomorus cavalla* Cuvier, 1829) da Costa Marítima Alagoana; tainha (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) e camurim (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792) do Complexo Estuarino Lagunar-Lagoa Mundaú-AL. Os resultados obtidos demonstraram elevados teores de umidade no camurim e na carapeba-listrada em base úmida. A cavala e a tainha apresentaram os maiores percentuais de proteína em base úmida. Os teores de lipídeos totais foram iguais em ambas às espécies estudadas. Quanto às cinzas, os maiores valores foram detectados na cavala e no camurim em base úmida. Os maiores valores calóricos foram encontrados na cavala e na tainha. Com relação ao colesterol a tainha e a cavala foram às espécies que demonstraram maiores teores. Em ambas às espécies estudadas destacaram-se os ácidos graxos: palmítico, pentadecanóico, margárico, mirístico, láurico, esteárico, heptadecenóico, oléico, palmitoléico, linoléico,  $\alpha$ -linolênico, araquidônico, eicosapentaenóico, docosapentaenóico e o docosaexaenóico. Considerou-se a cavala no *habitat* marinho e a tainha no *habitat* estuarino como as espécies saudáveis do ponto de vista nutricional, devido aos teores lipídico-protéico e de eicosapentaenóico e docosaexaenóico. Estas informações podem servir de subsídio para posterior inclusão destes dados em Tabela de Composição de Alimentos Regionais/Nacionais.

**Palavras-chave:** *Eugerres plumieri*; *Scomberomorus cavalla*; *Mugil cephalus*; *Centropomus undecimalis*; composição centesimal; colesterol e ácidos graxos.

## ABSTRACT

This study aimed to determine centesimal composition, cholesterol content, fatty acid profile, and caloric content of some commonly commercialized fish species from two environments in Alagoas State, Brazil. Samples of 80 fish fillets of four species: carapeba-listrada (*Eugerres plumieri* Cuvier, 1830) and mackerel (*Scomberomorus cavala* Cuvier, 1829) from Alagoas coast; and mullet (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) and camurim (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792) from the Mundaú Lagoon Estuary Complex, a marine-estuarine environment, were analyzed. The samples analyzed presented high moisture for camurim and carapeba-listrada. The mackerel and mullet presented the largest protein percent content. The total lipid contents of all samples were similar. As to ash content, the mackerel and camurim presented the largest values. The largest caloric contents were found for mackerel and mullet. In relation to cholesterol contents the mullet and camurim had the eminence. Fatty acid contents, saturated (palmitic acid, pentadecanoic acid, heptadecanoic acid, tetradecanoic acid, dodecanoic acid, and stearic acid), monounsaturated (heptadecenoic acid, oleic acid, and 9-hexadecenoic acid), and polyunsaturated (linoleic acid,  $\alpha$ -linolenic acid, arachidonic acid, eicosapentaenoic acid, docosapentaenoic acid, and docosaexaenoic acid) were analyzed. Marine mackerel and estuarine mullet are the most indicated fish in nutritional terms due to their content lipid-protein and eicosapentaenoic and docosaexaenoic acid contents. This information will be valuable for later inclusion in the Regional/National Food Composition Table.

**Keywords:** *Eugerres plumieri*; *Scomberomorus cavalla*; *Mugil cephalus*; *Centropomus undecimalis*; centesimal composition; cholesterol and fatty acid.

## JUSTIFICATIVA

Na medida em que os constituintes químicos no peixe variam entre diferentes espécies, e mesmo entre indivíduos de mesma espécie, em função da época e local de captura, habitat, gênero, idade, natureza da alimentação, entre outros fatores (JACQUOT, 1961; STANSBY, 1954; STANSBY, 1962; ARMSTRONG e col. 1991; BOTTA e col. 1986; CASTRO, 1988; STANSBY, 1981; ZAMBONI, 1961), faz-se necessário conhecer o potencial nutricional destas espécies de peixes regionais frente ao seu próprio *habitat* aquático. Apesar do amplo consumo de peixes em Alagoas não existem dados sobre os seus constituintes químicos. Há trabalhos que relatam a qualidade dos ácidos graxos de peixes no combate ou prevenção de doenças como diabetes, hipertensão CONNOR, (1995); asma HODGEL, (1996); prevenção de ataque cardíaco HAGSTRUP, (2000); depressão HIBBELN e SALEM, (1995); câncer GOGOS , (1998) e na redução dos níveis de colesterol e triglicerídeos TIDWELL e cols., (1993). Como não há informações sobre a composição centesimal, o teor de colesterol, o perfil de ácidos graxos e o valor calórico destes peixes regionais, torna-se necessário investigações sobre o seu potencial nutricional. Dentre as espécies regionais mais comercializadas do Estado de Alagoas, segundo o Boletim Estatístico da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil (IBAMA, 2001) são as espécies: carapeba-listrada (*Eugerres plumieri*) e cavala (*Scomberomorus cavalla*) procedentes da Costa Marítima de Alagoana; tainha (*Mugil cephalus*) e camurim (*Centropomus undecimalis*) procedentes do Complexo Estuarino Lagunar – Lagoa Mundaú-AL. Os produtos de origem animal são boas fontes de proteínas de elevado valor biológico, podendo ser vantajoso para o consumidor o conhecimento dos resultados obtidos em estudos, no sentido de atender melhor à demanda de proteína animal; assim sendo, as informações serão muito importantes tanto do ponto de vista nutricional quando econômico (LIRA e col. 2004). Desta forma, os resultados obtidos no presente trabalho contribuirão para os profissionais da área de saúde para uma adequada orientação dietética, bem como na obtenção de dados que possam ser incluídos em Tabelas de Composição de Alimentos Regionais/Nacionais.

## OBJETIVOS

### Objetivo Geral:

Determinar o valor nutricional de quatro espécies de peixes (água salgada e estuário) do Estado de Alagoas.

### Objetivos Específicos:

- Determinar a composição centesimal (umidade, proteínas, lipídeos, carboidratos e cinzas), em base úmida e seca, na carapeba-listrada, cavala, tainha e camurim;
- Quantificar o teor de colesterol destas espécies, em base úmida e seca;
- Determinar a qualidade da gordura presente nos peixes, através da análise do perfil de seus ácidos graxos;
- Determinar o valor calórico existente nestes peixes;
- Comparar os parâmetros encontrados nas espécies estudadas com relação ao seu *habitat*.

## 1 . INTRODUÇÃO

A pesca é uma das atividades mais antigas utilizada pelo homem para suprir suas necessidades de subsistência. Os peixes são um importante constituinte da dieta humana em inúmeros grupos populacionais, já que representam uma fonte de diversos componentes com significativo valor nutricional, como as proteínas, além de serem a maior reserva de ácidos graxos poliinsaturados, especialmente o eicosapentanóico (EPA-C20:5  $\omega$ -3) e o docosaexaenóico (DHA-C22:6  $\omega$ -3), da série  $\omega$ -3, aos quais são atribuídos numerosos benefícios ao organismo humano (BADOLATO e col. 1991).

A composição aproximada do peixe varia muito de uma espécie a outra e, inclusive, dentro de uma mesma espécie, entre um e outro indivíduo STANSBY (1978). Para PIGOTT e TUCKER (1990), fatores geográficos e ambientais influenciam na composição da porção comestível do peixe, embora STANSBY (1978) afirme que, essas variações são causadas na realidade, principalmente, pela quantidade de alimento ingerido pelo peixe e, conseqüentemente, pela energia necessária gasta para metabolização desse alimento. Observando as variações individuais dessa composição poderemos citar fatores tais como as estações do ano em que a espécie foi capturada, o *habitat* onde foi pescado ou particularidades como a idade, gênero e tamanho do peixe.

Com relação aos ácidos graxos, a variação apresentada em relação à sua composição é explicada pela flutuação na qualidade e quantidade de alimentos, especialmente fitoplâncton e zooplâncton, disponíveis aos peixes. Esses alimentos são a maior fonte de diversos ácidos graxos, principalmente os da série  $\omega$ -3 (STANSBY, 1969).

A natureza do ácido graxo da dieta é um fator importante sobre a concentração do colesterol sérico. Os ácidos graxos saturados tendem a elevá-lo, enquanto os ácidos graxos poliinsaturados o reduzem. Por muitos anos se considerou que os ácidos graxos monoinsaturados fossem neutros a este respeito, no entanto, foi demonstrado que a substituição dos ácidos graxos monoinsaturados por poliinsaturados reduzem o colesterol sangüíneo (ROOS e col. 2002).

Pesquisas nutricionais e epidemiológicas relatam que a relação dos ácidos graxos poliinsaturados  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 na dieta são tão ou mais importantes na prevenção de

doenças cardiovasculares que a relação de ácidos graxos saturados e insaturados. Além do efeito benéfico que o equilíbrio da relação  $\omega$ -6: $\omega$ -3 tem sobre a prevenção de doenças cardiovasculares, destaca-se sua importância em outras enfermidades, como: dermatite atópica, lúpus, psoríase, artrite reumática, esclerose múltipla, diabetes melitos, colite ulcerativa e câncer (BELDA e POURCHET-CAMPO, 1991).

Dentre as espécies de peixes regionais mais comercializadas no Estado de Alagoas, segundo o BOLETIM ESTATÍSTICO DA PESCA MARÍTIMA E ESTUARINA DO NORDESTE DO BRASIL ANO 2001 (IBAMA, 2001), destacam-se as espécies: carapeba-listrada (*Eugerres plumieri* Cuvier, 1830) e a cavala (*Scomberomorus cavalla* Cuvier, 1829) procedentes da Costa Marítima Alagoana e a tainha (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) e o camurim (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792) procedentes do Complexo Estuarino Lagunar – Lagoa Mundaú - AL.

Apesar do enorme valor nutritivo do pescado e, em particular, dos peixes, poucas informações estão disponíveis sobre a sua composição química, principalmente quanto aos peixes brasileiros, prejudicando o estabelecimento de dietas balanceadas para diversas coletividades (MUSTAFA e MEDEIROS, 1985). Das principais fontes de dados utilizadas, apenas algumas são publicadas no país, mesmo assim com dados compilados de tabelas estrangeiras (LAJOLO, 1995).

Trabalhos analíticos sobre os nutrientes em alimentos brasileiros foram bastante desenvolvidos entre as décadas de quarenta e cinquenta e início da década de sessenta. Porém, após este período, este tipo de pesquisa perdeu interesse no campo de investigação, cedendo lugar para as pesquisas na área de toxicologia. Nos últimos anos, pouco se fez no Brasil para conhecer melhor o nosso alimento do ponto de vista nutricional. Em virtude de novos conceitos científicos surgidos em nutrição e ciência dos alimentos e do reconhecimento da importância do assunto, o interesse começou a renovar-se (LAJOLO, 1995).

Com a finalidade de implementar as atividades relativas à composição de alimentos no Brasil foi criado o Projeto Integrado de Composição de Alimentos, coordenado pelo Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas-USP. Ele está ligado ao BRASILFOODS (INFOODS/LATINFOODS) e ao Grupo de Trabalho de Composição de Alimentos da

Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologia de Alimentos (SBCTA), além de contar com a participação de diversas universidades, organizações e industriais de alimentos (MENEZES e col. 2002).

Um dos resultados desse projeto foi à criação das Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos – USP (TBCA – USP) (USP, 1998) e da NEPA-UNICAMP (2004) elaboradas seguindo os critérios do INFOODS/LATINFOODS, visando a obtenção de dados confiáveis e atualizados sobre composição de alimentos.

Devido à falta de informações sobre os constituintes químicos destes peixes regionais, tais fatos são suficientes para justificar a necessidade de desenvolver estudos, através de técnicas analíticas disponíveis, que auxiliarão os profissionais da área de saúde na elaboração de uma orientação dietética adequada, bem como na obtenção de dados relevantes que possam ser inseridos em Tabelas de Composição de Alimentos Regionais/Nacionais.

## **2 . REVISÃO DA LITERATURA**

### **2. 1. Importância da Determinação da Composição Química de Alimentos**

Os dados sobre a composição química dos alimentos consumidos nas diferentes regiões do Brasil fornecem elementos básicos para ações de orientação nutricional baseada em princípios de desenvolvimento local e diversificação da alimentação balanceada, em contraposição a uma dieta monótona (NEPA-UNICAMP, 2004). A determinação da composição química dos alimentos é muito importante para o conhecimento dos valores nutritivos dos seus constituintes químicos. BELDA e POURCHET-CAMPO (1991) descrevem que as estruturas químicas dos compostos que integram os alimentos são, em geral, as responsáveis pelo seu desempenho metabólico, respondendo pelos aspectos nutricionais verificados após o seu uso.

Considerando a importância dos dados sobre composição de alimentos, torna-se imperativa a elaboração de tabelas completas e atualizadas, as quais devem contemplar nutrientes e não nutrientes, estarem de acordo com a realidade local dos alimentos consumidos, levarem em conta os métodos analíticos e adotarem uma linguagem padrão para facilitar o intercâmbio de dados (LAJOLO e VANUCCHI, 1987). Apesar da relevância dos dados sobre composição de alimentos, o Brasil, durante muito tempo, utilizou tabelas antigas. O uso destas informações deve ser feito com cautela, uma vez que os alimentos foram produzidos e/ou cultivados em diferentes países ou regiões. Dietas baseadas nestas tabelas podem apresentar erro nos cálculos (LAJOLO, 1987).

Pesquisas sobre a importância da composição química dos alimentos e seu valor nutricional datam de 1894, quando W. O. Atwater elaborou a primeira tabela de composição de alimentos, a qual possibilitou o desenvolvimento dos primeiros conceitos sobre a relação entre dieta e saúde da população, iniciando o estudo das necessidades nutricionais (ITO, 2003).

Problemas relacionados com tabelas de composição de alimentos referem-se à limitada confiabilidade dos dados (falta de descrição de procedimentos analíticos, reduzido número de amostras analisadas e/ou uso de técnicas inadequadas) e a sua desatualização, por incluir alimentos que não são freqüentemente consumidos ou por não incluir novos alimentos, além da falta de

informações a respeito dos teores de vitaminas e minerais (LAJOLO, 1987; HOLDEN, 1997; GREENFIELD e SOUTHGATE, 1992).

Uma das principais preocupações é o estabelecimento da relação entre a dieta consumida pela população e a prevalência e incidência de doenças crônicas não transmissíveis (ARAYA, 1997; DWYER, 1994). MARCHINI e col. (1993) ressalta que dados sobre a composição química de alimentos são importantes para a saúde pública, para: realização de balanço alimentar com o objetivo de avaliar a ingestão alimentar em programas de merenda escolar; avaliação indireta do estado nutricional de grupos populacionais ou do seu nível de risco; planejamento de programas que visam fornecer ou suplementar a dieta de grupos específicos, como idosos, pré-escolares, diabéticos, obesos, entre outros; utilização por indústrias de alimentos, para o melhoramento do potencial nutritivo de seus produtos; educação alimentar, que vise um fornecimento de todos os elementos essenciais ao organismo através de diferentes fontes alimentares, e terapêutica nutricional para pessoas que apresentam carência em determinados compostos, ou ainda, que não sintetizem alguns compostos.

Dados específicos sobre a composição química de alimentos de origem marinha são muito importantes devido a diversos fatores. GALL e col. (1983) verificaram que o padrão de consumo de organismos marinhos, nos Estados Unidos, mudou significativamente, aumentando em mais de 20,0% em 10 anos, sendo o aspecto nutritivo, citado pelos consumidores, como o principal atrativo.

MUSTAFA e MEDEIROS (1985) afirmaram que dados sobre a composição química de produtos da pesca são importantes para nutricionistas, biólogos e cientistas que trabalham com alimentos, para auxiliar na formulação de dietas, classificação nutricional, processamento e conservação do peixe, pesquisas ecológicas e para a aquicultura. Portanto, este tipo de dado gera subsídios para as indústrias de alimentos, para um melhoramento do potencial nutritivo destes produtos, visando assim, uma mudança no que se refere ao consumo de peixe no Brasil, assumindo que é possível fornecer os nutrientes essenciais ao organismo humano através de diferentes alimentos.

Diversos fatores contribuem para a grande variação da composição da parte comestível dos peixes, tais como espécie, gênero e grau de maturidade sexual, tamanho, *habitat*, temperatura da água, natureza da alimentação e estação do ano (CASTRO, 1988; ARMSTRONG e col. 1991; BOTTA e col. 1986; STANSBY,

1981; ZAMBONI, 1961). ROCHA e col. (1982) ressaltam que devido a essa variação de uma região para a outra, o uso de valores da composição obtidos somente através de literaturas podem causar erros na avaliação de consumo de nutrientes, podendo acarretar danos à saúde humana, fazendo com que seja necessário proceder à análise de alimentos locais.

## **2. 2. Composição e Valor Nutricional de Peixes**

Um maior interesse foi dado ao peixe após a expansão da nutrição como área de conhecimento, que apresentou as vantagens do peixe como alimento, devido ao seu valor nutritivo, principalmente em relação aos teores de vitaminas A e D e da qualidade dos lipídeos do peixe marinho (OETTERE, 1991; SIKORSKI e col. 1994).

Embora extremamente variável, a composição química da carne do pescado, particularmente dos peixes, aproxima-se bastante da composição de aves, bovinos e suínos. Seu principal componente é a água, cuja proporção, na parte comestível, pode variar de 64,0% a 90,0%, seguido pelas proteínas, de 8,0% a 23,0% e pela gordura, de 0,5% a 25,0%. Entre os constituintes minoritários dos pescados encontram-se os sais minerais, cujo teor varia de 1,0% a 2,0%, os carboidratos, que, no caso dos peixes, não chegam a representar 1,0% da sua composição, e as substâncias nitrogenadas não protéicas, sem importância nutricional, que não atingem a 0,5% na carne dos peixes frescos. Deve ser ressaltado que a carne de peixe apresenta a mesma proporção de proteínas que as carnes bovinas, suínas e de aves, porém de qualidade superior devido ao fato de conter menor teor de tecido conjuntivo – constituído de proteínas de baixa qualidade – do que as outras (BADOLATO e col. 1994).

Dentro do aspecto da qualidade protéica do peixe, um estudo sobre implicações nutricionais da qualidade de peixes e alimentos marinhos, determinou que os peixes contêm níveis de proteínas de 17,0% a 25,0%, ressaltando que a proteína de peixe é altamente digerível e também rica em metionina e lisina, considerados aminoácidos essenciais, não sendo sintetizados pelo organismo humano e cuja ingestão na dieta é fundamental (KINSELLA, 1988).

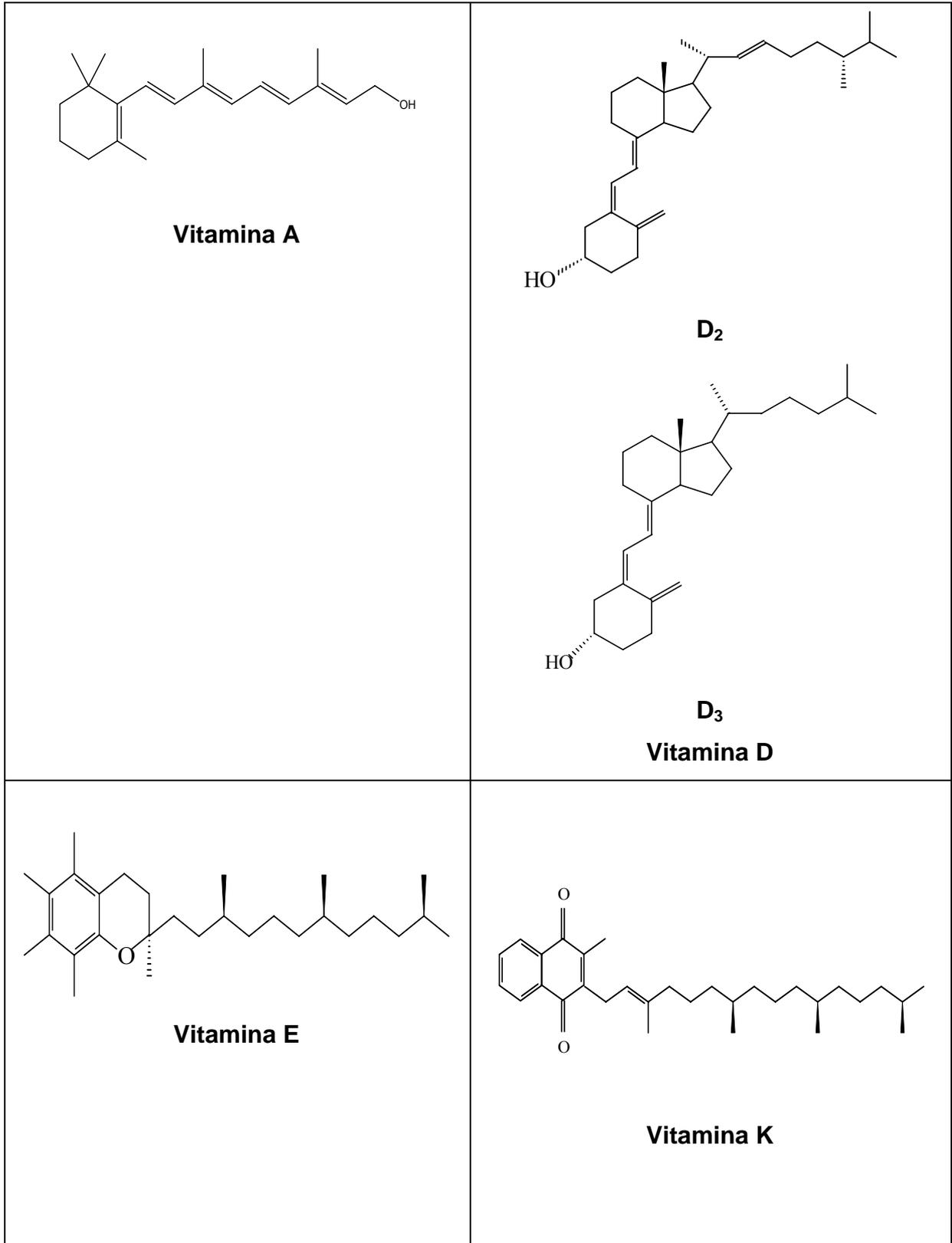
A composição de aminoácidos essenciais (histidina, isoleucina, leucina, lisina, metronima, fenilalanina, treonina, triptofano e valina) no peixe é completa, balanceada e bastante semelhante entre as espécies de água doce e água salgada. Quanto às proteínas da carne dos peixes, a miosina é rica em ácido glutâmico 22,5%, ácido aspártico, lisina, leucina e isoleucina, que juntos perfazem cerca de 55,0% dos aminoácidos totais (GEIGER, 1962) e pode variar em função da espécie, tamanho, gênero, *habitat* e estação do ano, compreendendo, geralmente, cerca de 20,0% de proteína total (OGAWA e MAIA, 1999).

Dentre os carboidratos do peixe estão o glicogênio e mucopolissacarídeos, mas também existem açúcares livres e fosfossacarídeos. Seu conteúdo é de 0,3% a 1,0%, mas, certos mariscos estocam parte da reserva energética como glicogênio, o qual contribui para o sabor adocicado característico destes produtos (OGAWA e MAIA, 1999).

O peixe é boa fonte de vitaminas, no entanto, na prática, nos processos de conservação, como durante a cocção, podem ocorrer perdas devido à lixiviação pelo calor, luz, oxigênio e enzimas. As vitaminas lipossolúveis (**Figura 1**) são encontradas, sendo que alguns tipos de peixes concentram até 50.000 UI de vitamina A e 45.000 UI de vitamina D. Como vitaminas hidrossolúveis (**Figura 2**), distribuídas por todo o organismo do peixe, temos: tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido pantotênico, ácido fólico e vitamina C, presentes no tecido muscular do peixe. Os peixes magros são mais pobres em vitamina A e os elasmobrânquios, ou peixes cartilagosos, apresentam apenas traços de vitamina D (FERREIRA, 1987).

Com relação aos minerais, a carne de peixe é considerada uma fonte valiosa de cálcio e fósforo, em particular, apresentando quantidades razoáveis de sódio, potássio, manganês, cobre, cobalto, zinco, ferro e iodo (CONTRERAS-GUSMÁN, 1994). Segundo OGAWA e MAIA, (1999), no músculo dos peixes encontram-se magnésio, cloro, enxofre, selênio, cromo e níquel, entre outros.

Um consumo mais acentuado de peixe se iniciou quando sua qualidade nutricional foi destacada, uma vez que apresenta um balanço protéico, vitamínico e mineral, associado a um baixo valor calórico, superior ao da carne vermelha (VENUGOPAL e col. 1999).



**Figura1. Estruturas das Vitaminas Lipossolúveis Encontradas nos Peixes.**

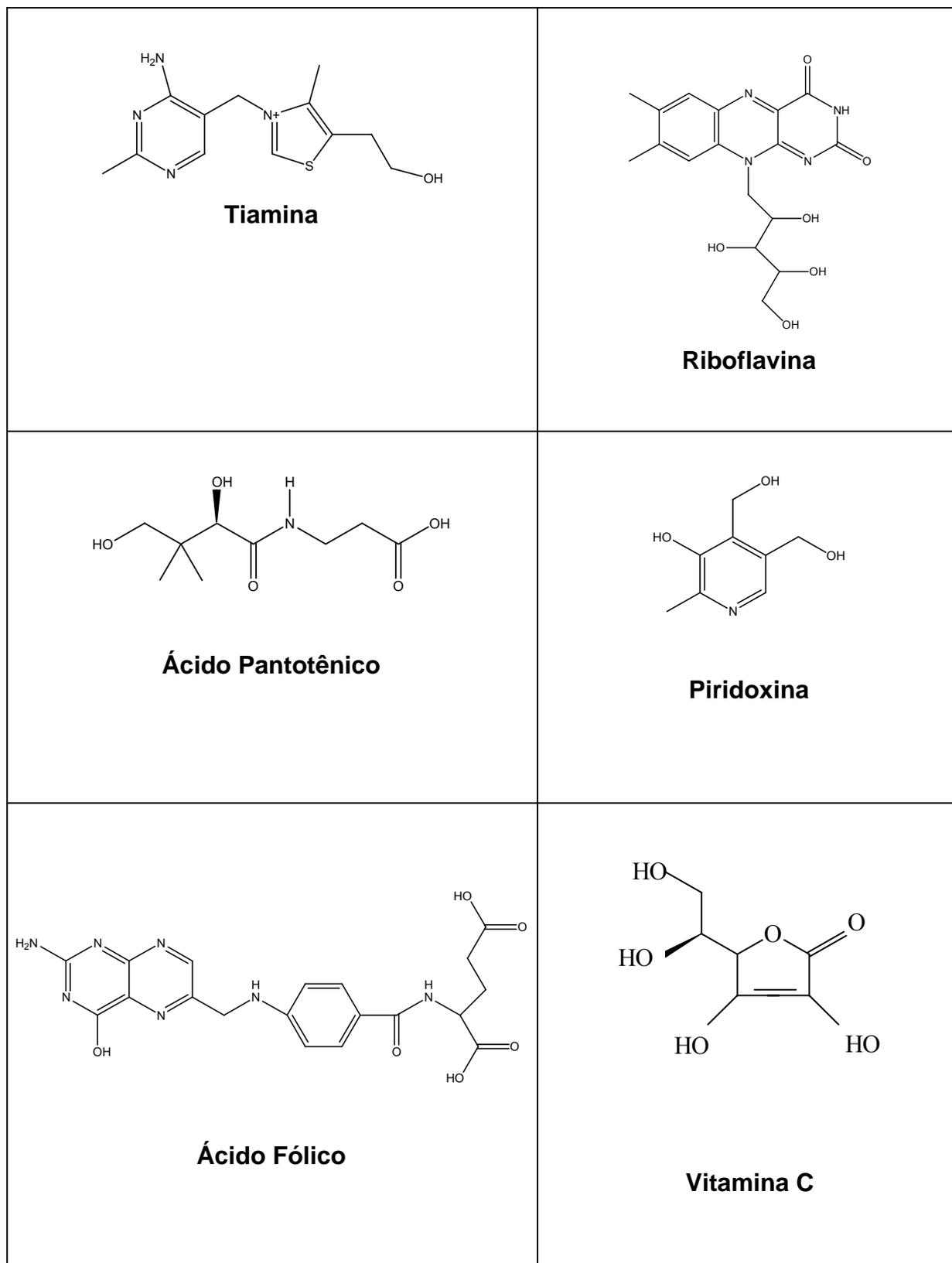


Figura 2. Estruturas das Vitaminas Hidrossolúveis Encontradas nos Peixes.

A composição de lipídeos do peixe é responsável pelas maiores diferenças observadas, variando bastante entre diferentes espécies e também dentro da mesma espécie, durante diferentes fases do ano. ROCHA e col. (1982) ressaltam que os peixes onívoros ou herbívoros, migradores, com desova total uma vez ao ano, apresentam grande variação de gordura entre os períodos de inverno e verão. Esta variação é menor ou ausente nos peixes carnívoros, os quais ocupam o fim da cadeia alimentar, não migram tanto e têm desova contínua.

Com relação ao conteúdo de lipídeos, os peixes dividem-se em dois grupos: peixes magros e peixes gordos, conforme a idade, estado biológico, tipo de alimentação e estado de nutrição do peixe, como também, da temperatura da água (SANCHEZ, 1989).

Para BOBBIO e BOBBIO (1992), um outro fator que torna o conhecimento dos teores de lipídeos muito importante é a presença de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente os da família  $\omega$ -3. BELDA e POURCHET-CAMPO (1991) destacam que o fornecimento de ácidos graxos  $\omega$ -3 para a espécie humana depende da fonte alimentar, sendo portanto, importante conhecer quais são as fontes capazes de suprir essas necessidades. Dentre estas fontes, podem ser citados o leite humano, óleos vegetais, peixes, óleos de peixes, diversos animais marinhos e margarinas fortificadas, entre outros (BELDA e POURCHET-CAMPO, 1991).

Segundo BADOLATO e col. (1994), os óleos de peixes contêm uma grande variedade de ácidos graxos com 20 a 22 átomos de carbono, altamente insaturados, destacando-se o eicosapentaenóico (EPA-C20:5  $\omega$ -3) e o docosaexaenóico (DHA-C22:6  $\omega$ -3), da série  $\omega$ -3, os quais não ocorrem em outros animais em quantidades além de traços. Estes ácidos graxos têm a capacidade de reduzir o risco de doenças coronarianas, além de serem atribuídos outros efeitos imunológicos e antiinflamatórios, principalmente no caso de asma, artrite reumatóide e autoimunidade. Estes efeitos são resultado do fato de que estes ácidos possuem a capacidade de reduzir o teor de lipídeos séricos, levando a sua conversão a compostos chamados eicosanóides, que apresentam ação direta sobre a fisiologia do sistema vascular (BELDA e POURCHET-CAMPO, 1991).

Além da redução do risco de doenças coronarianas, outros efeitos são ainda atribuídos aos ácidos graxos da família  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6. Segundo VISENTAINER e

col. (2000), pesquisas com ácidos graxos pertencentes à família  $\omega$ -3, particularmente o EPA-(C20:5  $\omega$ -3) indicaram uma interferência na produção de prostaglandina trombotica e tromboxano, ou são transformados em prostaglandinas antitrombóticas e, devido aos estudos com os eicosanóides, têm se conhecido as suas ações vasculares e hemostáticas. Ainda segundo os mesmos autores, o ácido graxo DHA-(C22:6- $\omega$ -3) é o maior constituinte da porção fosfolipídica das células receptoras e está presente na retina, no cérebro humano e em diversos tecidos corporais.

Os lipídeos de alimentos marinhos possuem baixa quantidade total de óleos saturados, o que favorece a formação do colesterol do tipo LDL (lipoproteína de baixa densidade), com concentração variando de 11,0% a 17,0%, enquanto que em carne de suínos a proporção é, em média, de 36,0% e de bovinos de 48,0% (PIGOTT e TUCKER 1987). Além disso, os ácidos graxos poliinsaturados, que compõem os óleos de pescados, são responsáveis pela fluidez das membranas biológicas (BELDA e POURCHET-CAMPO, 1991) ou seja, são essenciais às membranas biológicas para que desempenhem adequadamente suas funções. A microviscosidade e a fluidez de proteínas associadas a membranas são afetadas pela qualidade dos ácidos graxos presentes e, por essa alteração, tem sua difusão melhorada ou prejudicada. A difusão é muito maior em membranas que possuem um alto teor de ácidos graxos poliinsaturados (BELDA e POURCHET-CAMPO, 1991).

KINSELLA (1988) descreve que os ácidos graxos poliinsaturados presentes nos lipídeos de peixes podem reduzir efetivamente o teor de lipídios no plasma sanguíneo. Entretanto, não se sabe ainda quais as quantidades que deveriam ser ingeridas para produzir os efeitos desejados. Segundo o mesmo autor, estudos epidemiológicos realizados no Japão e na Groelândia indicaram que um consumo aproximado de 30 g de óleos de pescados por dia poderia ser o suficiente para causar efeitos benéficos ao organismo humano, principalmente em moléstias cardíacas.

### 2. 3. Lipídeos

Lipídeos são biomoléculas orgânicas insolúveis na água que podem ser extraídas de células e tecidos por solventes de baixa polaridade, como, por

exemplo, o clorofórmio e o éter (LEHNINGER e col. 2000). Junto com as proteínas e os carboidratos, os lipídeos são um dos mais importantes nutrientes, que fornecem ao corpo energia e mantêm os processos celulares vitais (MARZZOCO e TORRES, 1990). Os lipídeos de reserva incluem triglicerídeos, diglicerídeos, monoglicerídeos, ácidos graxos, colesterol, ésteres do colesterol e fosfolipídeos (SALEM, 1999). Outros lipídeos, embora presentes em quantidades relativamente pequenas, desempenham papel importante como cofatores enzimáticos, carregadores de elétrons, pigmentos, agentes emulsificantes, hormônios e mensageiros intracelulares (LEHNINGER e col. 2000).

Os lipídeos possuem um número grande de funções, entre elas: energética, provendo uma energia de 9 Kcal por grama, sendo armazenados pelo corpo como triglicerídeos, até sua utilização: estrutural, pois são uns dos principais componentes das membranas celulares e são vitais para manter a integridade celular, forma, flexibilidade e permeabilidade; processos fisiológicos, uma vez que os lipídeos da dieta são decisivos para o funcionamento de cada órgão e tecido, por estarem diretamente envolvidos na produção de eicosanóides (substâncias parecidas aos hormônios que regulam muitos sistemas do organismo); participam na manutenção da parede vascular e nas respostas imunes; absorção de vitaminas, pois os lipídeos atuam como transportadores de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), ajudando na sua absorção e, palatabilidade, pois os lipídeos proporcionam aos alimentos sabor, odor e textura, além de darem a sensação de saciedade (SALEM, 1999).

Quimicamente, os lipídeos mais abundantes são misturas de glicerídeos que, por sua vez, são moléculas formadas pela associação química entre o glicerol e uma, duas ou três moléculas de ácidos graxos. Os ácidos graxos mais comuns nos alimentos consistem em um número par de átomos de carbono, variando de 12 a 22 carbonos, se bem que, ácidos graxos mais curtos, mais compridos ou com um número ímpar de carbonos têm sido identificados em alimentos (SALEM, 1999).

Mais importante que o teor lipídico dos alimentos, é a forma com que estes são encontrados e a existência, ou não, de produtos de oxidação lipídica (de ácidos graxos ou colesterol) e ácidos graxos insaturados (forma *cis/trans*) (MIN e LEE, 1996).

Especialistas em nutrição e alimentos fazem as seguintes recomendações ligadas à nutrição e saúde (USDA, 1995): a ingestão de ácido linoléico (C18:2  $\omega$ -6) deve fornecer entre 4,0% a 10,0% das energias. Ingestões no limite superior são recomendadas quando a ingestão de ácido graxo saturado e colesterol são relativamente altos; o consumo de colesterol na dieta deve ser limitado a menos que 300 mg/dia; níveis elevados de colesterol sérico, LDL e ácido graxo *trans* constituem os maiores fatores de risco para ateroscleroses e doenças coronárias; os ácidos graxos láurico, mirístico e palmítico elevam a LDL e colesterol; o ácido graxo poliinsaturado linoléico reduz moderadamente a LDL e colesterol e o colesterol dietético eleva o colesterol sérico e os níveis de LDL, mas a extensão do aumento é altamente variável.

## 2. 4. Ácidos Graxos

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos, geralmente monocarboxílicos, que podem ser representados pela forma  $\text{RCO}_2\text{H}$ , freqüentemente nomeados em forma abreviada de acordo com suas estruturas químicas e são classificados como saturados e insaturados (**Tabela 1**). Na maioria das vezes, o grupamento R é uma cadeia carbônica longa, não ramificada, com número par de átomos de carbono, podendo ser saturada ou conter uma ou mais insaturações (LEHNINGER e col. 2000).

Segundo MOREIRA e col. (2002) a nomenclatura química convencional é a sistemática, a qual inicia a numeração dos átomos de carbonos pelo grupo carboxila terminal. Os átomos de carbono de número 2 e 3 adjacentes ao grupo carboxila, são denominados de carbonos  $\alpha$  e  $\beta$ , respectivamente, enquanto que o último carbono é o  $\omega$ . A posição da dupla ligação é indicada pelo símbolo  $\Delta$ , seguido por um número, por exemplo:  $\Delta^9$  refere-se à dupla ligação entre os carbonos 9 e 10, numerados a partir do grupo carboxila.

Os ácidos graxos saturados se encontram, predominantemente, em alimentos como carne, ovos, queijo, leite e manteiga, óleos de coco e palma, como também em vegetais oleaginosos (DZIEZAK, 1989). O ácido oléico (C18:1 $\omega$ -9) é o mais comum dos ácidos graxos monoinsaturados encontrado na maioria das gorduras animais, incluindo aves, carne de vaca e cordeiro, bem como em

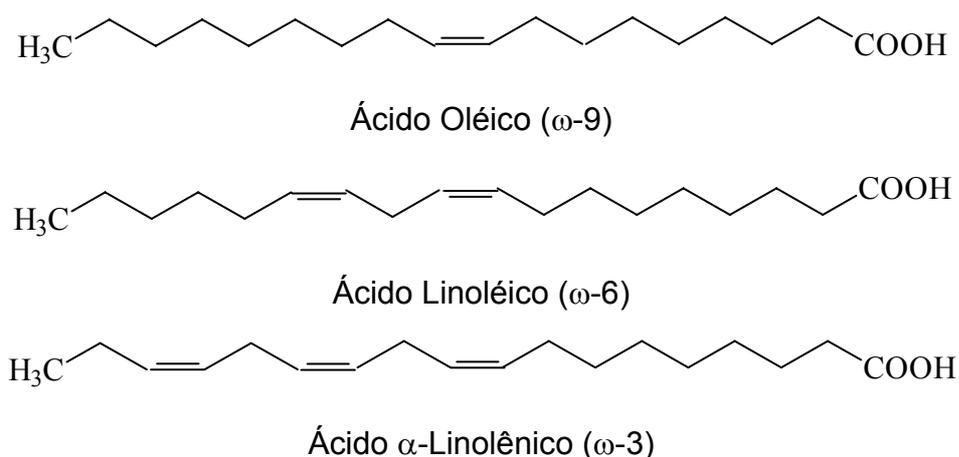
azeitonas, sementes e nozes; ele tem uma ligação dupla localizada entre os carbonos 9 e 10 do grupo metila final e é designado como ácido graxo monoinsaturado  $\omega$ -9 (LEHNINGER e col. 2000).

**Tabela 1. Nomes dos Principais Ácidos Graxos**

<b>NOME COMUM</b>	<b>Nº DE CARBONO Nº DE INSATURAÇÃO</b>	<b>NOMENCLATURA</b>
<b>AGSCC</b>		
Butírico	C4:0	Butanóico
<b>AGSCM</b>		
Capróico	C6:0	Hexanóico
Caprílico	C8:0	Octanóico
Cáprico	C10:0	Decanóico
Laúrico	C12:0	Dodecanóico
<b>AGCL</b>		
Mirístico	C14:0	Tetradecanóico
Palmítico	C16:0	Hexadecanóico
Esteárico	C18:0	Octadecanóico
Palmitoléico	C16:1	<i>cis</i> 9-hexadecaenóico $\omega$ -7
Oléico	C18:1	<i>cis</i> 9-octadecaenóico $\omega$ -9
Elaídico	C18:1	<i>trans</i> 9-octadecaenóico $\omega$ -9
Linoléico	C18:2	<i>cis</i> 9,12-octadecadienóico $\omega$ -6
<b>AGCL</b>		
$\alpha$ -Linolênico	C18:3	<i>cis</i> 9,12,15-octadecatrienóico $\omega$ -3
$\gamma$ -Linolênico	C18:3	<i>cis</i> 6,9,12-octadecatrienóico $\omega$ -6
Columbínico	C18:3	<i>trans</i> 5,9,12-octadecatrienóico $\omega$ -6
<b>AGCML</b>		
Araquídico	C20:0	Eicosanóico
Behênico	C22:0	Docosanóico
Eicosenóico	C20:1	<i>cis</i> 11-eicosenóico $\omega$ -9
Erúcico	C22:1	<i>cis</i> 13-docosaenóico $\omega$ -9
Brassídico	C22:1	<i>trans</i> 13-docosaenóico $\omega$ -9
Cetoléico	C22:1	<i>cis</i> 11-docosaenóico $\omega$ -11
Nervônio	C24:1	15-tetracosanóico
Dihomo- $\gamma$ -Linolênico	C20:3	<i>cis</i> 8,11,14-eicosatrienóico $\omega$ -6
Araquidônico	C20:4	<i>cis</i> 5,8,11,14-eicosatetraenóico $\omega$ -6
Timnodônico	C20:5	<i>cis</i> 5,8,11,14,17-eicosapentaenóico $\omega$ -3
Clupanodônico	C22:5	<i>cis</i> 7,10,13,16,19-docosapentaenóico $\omega$ -3
Docosaexaenóico	C22:6	<i>cis</i> 4,7,10,13,16,19-docosahexaenóico $\omega$ -3

O ácido oléico (C18:1 $\omega$ -9) pode ser sintetizado por todos os mamíferos, incluindo humanos (TEITELBAUM e WALKER, 2001). Já os ácidos graxos linoléico (C18:2  $\omega$ -6) e  $\alpha$ -linolênico (C18:3  $\omega$ -3) são essenciais para funções celulares normais e atuam como precursores para a síntese de ácidos graxos poliinsaturados

de cadeia longa como os ácidos araquidônico (AA – C20:0  $\omega$ -3), eicosapentaenóico (EPA) e docosaexaenóico (DHA), que fazem parte de numerosas funções celulares como a integridade e fluidez das membranas, atividade das enzimas de membrana, interações lipídio-proteína e síntese de eicosanóides como as prostaglandinas, leucotrienos e tromboxanos (**Figura 3**) (YOUUDIM e col. 2000).

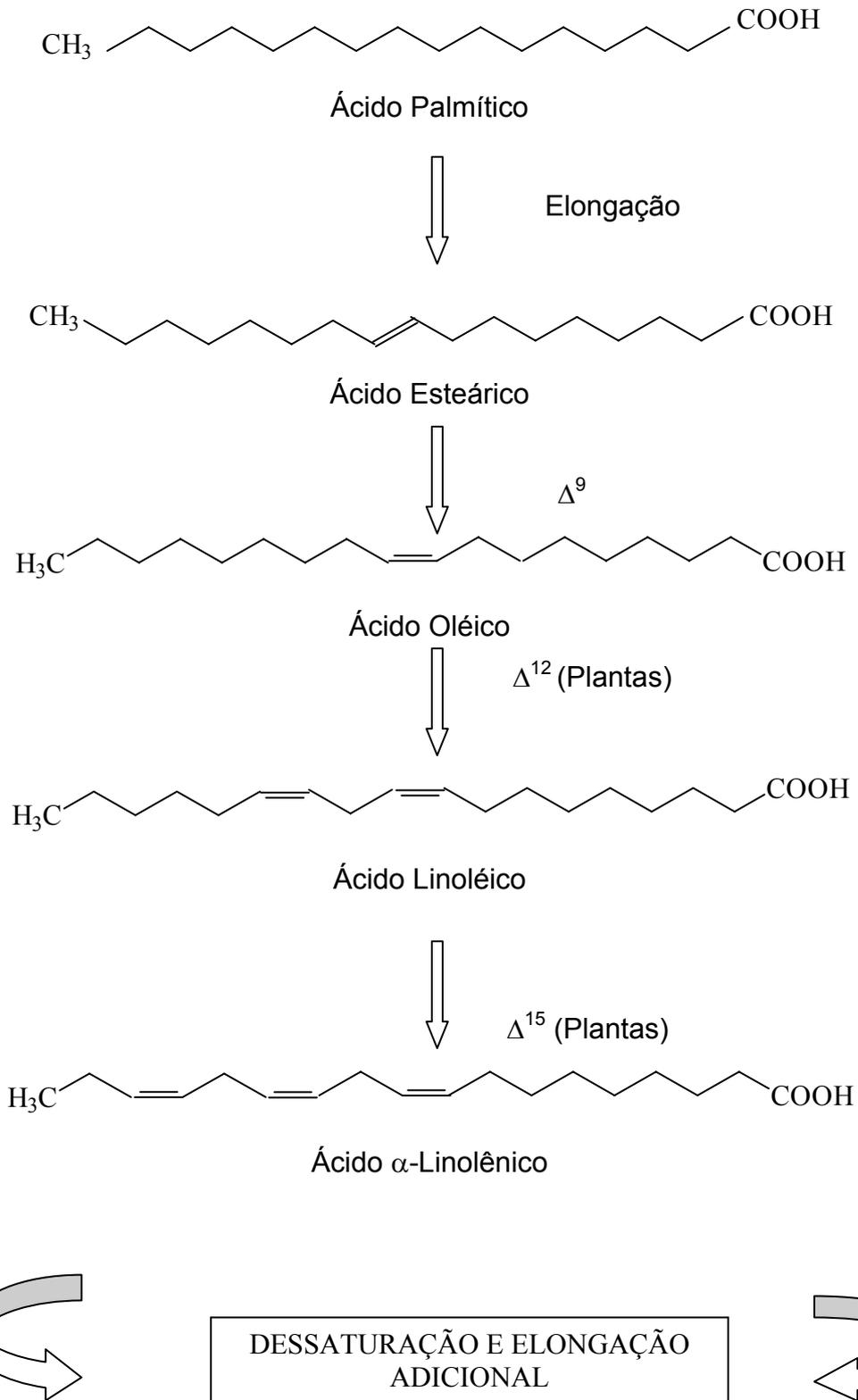


**Figura 3. Estrutura do Ácido Oléico ( $\omega$ -9), Ácido Linoléico ( $\omega$ -6) e do Ácido  $\alpha$ -Linolênico ( $\omega$ -3) (ROSE e CONNOLLY, 1999).**

A biossíntese dos ácidos graxos se inicia após hidrólise na cavidade oral e, no estômago. Os lipídeos da dieta são emulsificados no duodeno com a ajuda dos ácidos biliares. Os lipídeos e os sais biliares interagem para formar as micelas. As micelas são formadas por triacilgliceróis, ésteres de colesterol e fosfolipídeos, que são digeridos com a ajuda da lipase e colipase e, subseqüentemente, os lipídeos digeridos entram passivamente nos enterócitos (MOREIRA e col. 2002). Os ácidos graxos de cadeia curta são transportados no sangue ligados à albumina. A absorção dos ácidos graxos poliinsaturados para dentro dos enterócitos é facilitada por uma proteína ligante de ácidos graxos (FABP). A FABP é uma pequena proteína que tem grande afinidade por ácidos graxos de cadeia longa (BELDA e POURCHET-CAMPO, 1991). Após absorção, os ácidos graxos de cadeia longa são esterificados novamente a triacilglicerol por aciltransferases, e são liberados na circulação linfática como quilomícrons (WOUTERSEN e col. 1999).

Os mamíferos podem sintetizar ácidos graxos *de novo* a partir da acetil coenzima A. O produto final da enzima sintetase de ácidos graxos é o ácido palmítico, que pode ser alongado para ácido esteárico. Esse ácido graxo com 18 átomos de carbono é muito importante para a síntese de ácidos graxos insaturados. A introdução de uma dupla ligação entre os átomos de carbonos 9 e 10 é catalisada pela enzima  $\Delta$ -9 dessaturase. Esta enzima está presente em plantas e animais, e converte o ácido esteárico em ácido oléico (**Figura 4**) (CALDER, 1998). Portanto, o ácido oléico não é ácido essencial; ele pode competir com os ácidos linoléico e  $\alpha$ -linolênico e seus produtos intermediários, para as reações mediadas por dessaturases e elongases (WOUTERSEN e col. 1999). Nas plantas, a enzima  $\Delta$ -12 dessaturase converte o ácido oléico em ácido linoléico e a  $\Delta$ -15 dessaturase converte o ácido linoléico em ácido  $\alpha$ -linolênico (CALDER, 1998; TEITELBAUM e WALKER, 2001).

Nas células animais, os ácidos graxos linoléico e  $\alpha$ -linolênico sofrem dessaturação e alongação das cadeias, nas quais eles competem pelas enzimas elongases e  $\Delta$ 6-,  $\Delta$ 5- e  $\Delta$ 4-dessaturases. O ácido linoléico é dessaturado e alongado ao ácido dihomo- $\gamma$ -linolênico e subseqüentemente dessaturado ao ácido araquidônico. O ácido  $\alpha$ -linolênico é dessaturado e alongado para o ácido eicosapentaenóico e docosaexaenóico. Os processos enzimáticos de dessaturação e alongação dos ácidos graxos estão localizados principalmente na fração microsomal do fígado. A dessaturação dos ácidos graxos  $\omega$ -3 é um pouco mais efetiva que a dos ácidos graxos  $\omega$ -6, porque a enzima  $\Delta$ 6-dessaturase atua preferencialmente nos ácidos graxos  $\omega$ -3 (CALDER, 1998; TEITELBAUM e WALKER, 2001).



**Figura 4. Conversão do Ácido Palmítico em Ácido α-Linolênico nas Células Vegetais (CALDER, 1998).**

Muitas plantas marinhas (especialmente algas unicelulares) e alguns óleos de peixes marinhos são ricos em EPA e DHA, que são os produtos de alongação e dessaturação do ácido  $\alpha$ -linolênico (**Figura 5**) (TEITELBAUM e WALKER, 2001).

Tem sido atribuída uma elevada importância nutricional aos ácidos da família  $\omega$ -3, especialmente aos ácidos  $\alpha$ -linolênico C18:3  $\omega$ -3 (LNA), eicosapentaenóico C20:5  $\omega$ -3 (EPA) e docosaexaenóico C22:6  $\omega$ -3 (DHA). Assim, inúmeras pesquisas surgiram sobre os ácidos graxos  $\omega$ -3 e, conseqüentemente, as indústrias alimentícias e farmacêuticas suplementaram alimentos e desenvolveram concentrados com  $\omega$ -3 em todo o mundo (MAIA, 1992).

Os resultados das pesquisas vêm confirmando que um aumento na ingestão de ácido graxo poliinsaturado  $\omega$ -3 reduz a taxa total de colesterol no sangue (MAIA, 1992). Além disso, estudos realizados com base em intervenções de dietas comprovaram que o consumo de ácido graxo poliinsaturado e/ou óleos de pescado reduz fatores bioquímicos de risco associados às doenças cardiovasculares (HARRIS, 1999; UAUY e VALENZUELA, 2000), psoríase (MAYSER e col. 1998), artrite e câncer (SIGUEL, 1996; SIMOPOULOS, 1991; WEAVER e HOLOB, 1998) e pode estar envolvido na fertilidade humana (CONQUER e col. 2000).

Pesquisadores acreditam que as dietas de ácidos graxos  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6 nos países ocidentais apresentam razão  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 de aproximadamente 20 a 30:1, valores muito elevados quando comparados com aqueles considerados ideais de 1 a 2:1 (SIMOPOULOS e col. 1999). Os valores elevados da razão  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 geram um desbalanceamento de ácido graxo no organismo humano e, provavelmente, contribuem para o desenvolvimento de processos inflamatórios, desordem do sistema imune, hipertensão e disfunções neurológicas (KINSELLA, 1986).

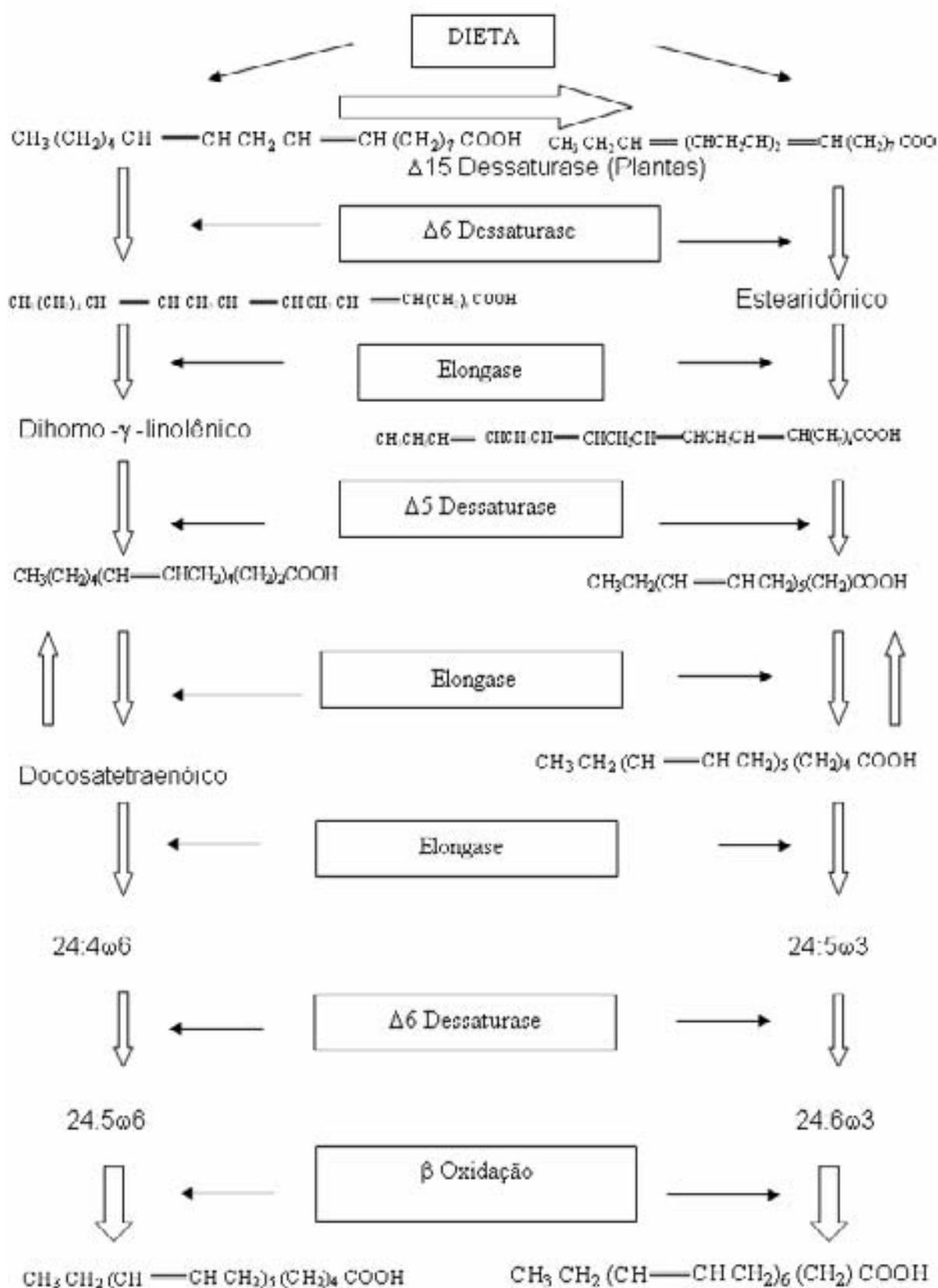


Figura 5. Vias da Biossíntese dos Ácidos Graxos Poliinsaturados (CALDER, 1998; YODIM e col. 2000; TEITELBAUM e WALKER, 2001).

Os ácidos graxos poliinsaturados são encontrados em óleos vegetais, principalmente os da série  $\omega$ -6, na qual destaca-se o ácido linoléico. Alguns óleos como de soja, linhaça e colza (mais conhecido como óleo de canola) apresentam ácido graxo da família  $\omega$ -3 (BELDA e POURCHET-CAMPOS, 1991). Os ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes apresentam como principais funções biológicas a manutenção do mosaico fluído das membranas, bem como a reserva de energia e a regulação da densidade, através do acúmulo em depósitos de gordura, preferencialmente na forma de triglicerídeos (PITCHER e HART, 1982; STANSBY, 1990; LEHNINGER e col. 2000; SILVA e CHAMUL, 2000).

Segundo VISENTAINER e col. (2000) nos últimos anos diversas pesquisas objetivaram determinar os efeitos desses ácidos graxos na prevenção de doenças cardiovasculares, no sistema vascular e hemostático, no cérebro, retina e outros tecidos corporais, pois são considerados de grande importância no metabolismo, exercendo funções biológicas específicas.

Para a análise da composição química de ácido graxo, a literatura cita principalmente como ferramenta mais utilizada, a cromatografia gasosa na forma dos respectivos ésteres metílicos dos ácidos graxos.

## 2. 5. Colesterol

Um outro lipídeo muito importante na alimentação é o colesterol que se diferencia dos triglicerídios por não apresentar ácidos graxos e ser insaponificável. O colesterol é o mais importante e abundante dos esteróides, que são lipídeos cíclicos de grandes dimensões. A síntese de colesterol se dá na fração microssômica das células. O acetil-CoA é a fonte de todos os átomos de carbono que formam a estrutura polinuclear do colesterol. O colesterol não é considerado um nutriente essencial por ser sintetizado no próprio organismo, mas é o precursor de substâncias de importância vital tais como a vitamina D<sub>3</sub>, os sais biliares, os estrógenos, a aldosterona, o cortisol entre outras (BELDA e POURCHET-CAMPOS, 1991). O colesterol faz parte de uma classe de compostos heterogêneos segundo CONN e STUMPF, (1975), os chamados terpenóides que de acordo com HOFFMANN (1989), possuem um sistema de quatro anéis condensados formando uma estrutura chamada ciclopentanofenantreno.

Os esteróides, carotenóides e tocoferóis, conforme ROBINSON (1991), apresentam-se como acil ésteres, glicosídeos e em forma não esterificada, sendo mais ou menos solúveis em gordura e completamente insolúveis em água, dissolvem-se facilmente em piridina, clorofórmio, acetona, como também em álcool aquecido e ácido acético glacial (HOFFMANN, 1989). Segundo esse autor, predominantemente os esteróis livres e esteróis glicosídicos possuem o grupo hidroxila polar e os anéis condensados como elementos apolares. Assim possui forte afinidade com água e gordura, resultando numa grande habilidade em reduzir a tensão interfásica da água em mistura de óleo.

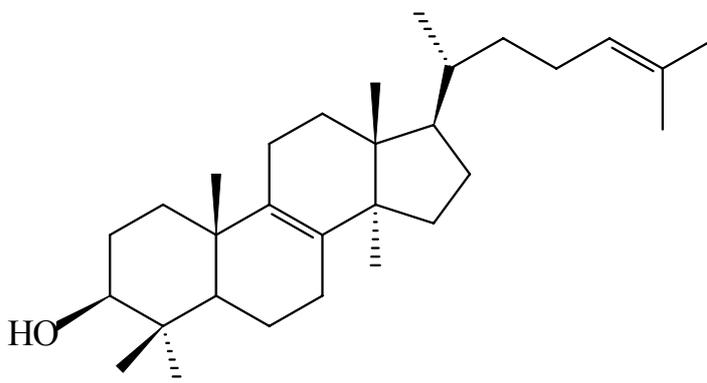
O hidrocarboneto saturado correspondente ao colesterol chama-se “colesteno” e a numeração usada para este é empregada internacionalmente para os esteróis (ALLINGER e col. 1978). As três fusões de anéis são “*trans*” no colestano; a molécula com os três anéis de ciclo-hexano na forma de cadeira; a cadeia lateral em C -17 possui posição equatorial; os grupos metilas angulares (C -18 e C -19) são axiais e a rigidez do núcleo do esteróide é tal que os substituintes possuem uma estereoquímica bem definida.

Segundo CONN e STUMPF (1975), desde o início da década de 30, quando a estrutura química do colesterol já estava determinada, a biossíntese desse composto era uma questão intrigante. Somente após vários anos, de acordo com PEIFER (1967), foi reconhecido que esse álcool poderia ser sintetizado pelos tecidos do corpo, sendo o acetato, produto metabólico dos ácidos graxos e açúcares, o bloco básico de construção usado para a biogênese desse esteróide.

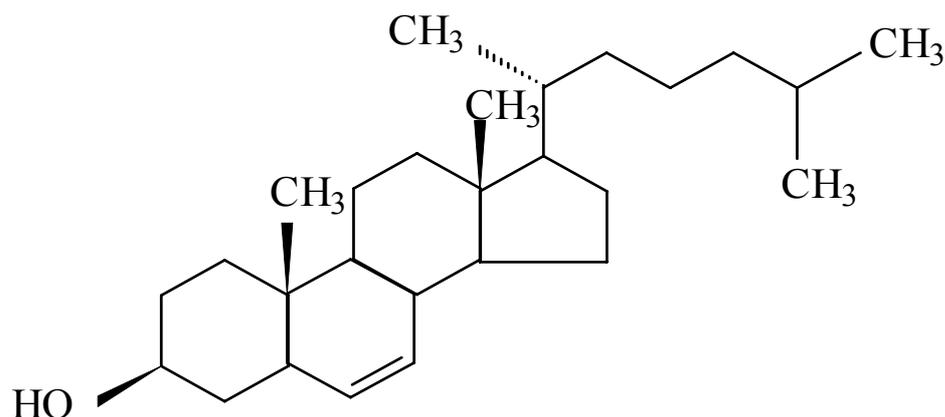
Aproximadamente os dois terços do conteúdo corporal de colesterol das pessoas adultas são sintetizados no fígado FENNEMA (1993) e o terço restante é proveniente da dieta. Embora PIGOTT e TUCKER (1990) reconheçam que, apesar da dieta ser fonte desse esterol, grande parte (geralmente 1.000 a 1.500 mg/dia ou mais de 50) de nosso soro e tecidos sintetizam colesterol, mais predominantemente no fígado, mucosas e intestinos. Para SGARBIERI (1987), entre os tecidos capazes de sintetizar o colesterol estão o fígado, o córtex supra-renal, a pele, os intestinos, os testículos e a aorta. De um modo geral, aproximadamente 700 – 900 mg de colesterol são sintetizados por pessoa ao dia e, a taxa dessa síntese varia consideravelmente entre diferentes tecidos e entre determinado tecido sob condições distintas (MAZIER e JONES, 1991).

Segundo SGARBIERI (1987), a síntese do colesterol se dá na fração microssômica das células e o iniciador dessa síntese é o acetil-CoA (ROBINSON, 1991), que necessita de uma molécula de ATP para ativar esse processo (OLIVEIRA e col. 1982; SIQUEIRA, 2001). A ativação de 3 moléculas de acetil-CoA produz o ácido mevalônico que é precursor dos terpenos (ALLINGER e col. 1978).

A conversão de ácido mevalônico em esqualeno (CONN e STUMPF, 1975) dá-se em presença de enzimas solúveis do citoplasma, dando lugar à formação de compostos de 10 átomos de carbono e, após essa conversão, a molécula de esqualeno cicliza-se para originar o anel do esterol (ROBINSON, 1991). De acordo com ALLINGER e col. (1978), com a oxidação do esqualeno e com o fechamento dos anéis, há um rearranjo imediato de alguns grupos metilas, levando à formação do primeiro cíclico isolável, o lanosterol (**Figura 6**) que se converte em colesterol (**Figura 7**) após cerca de vinte diferentes etapas enzimaticamente distintas.



**Figura 6. Estrutura do Lanosterol**



**Figura 7 . Estrutura do Colesterol**

A biossíntese do lanosterol é influenciada pelos tipos de ácidos graxos existentes na dieta e quando esta é rica em colesterol (PIGOTT e TUCKER, 1990), a síntese é fortemente inibida e, quando é deficiente, a mesma é estimulada (SGARBIERI, 1987). As secreções hormonais têm sido reconhecidas como forças mediadoras as quais servem para regular a biossíntese deste esterol e convertê-lo em ácidos biliares (PEIFER, 1967), bem como para o metabolismo e transporte de ácidos graxos e açúcares. Dessa forma, altas taxas calóricas ou de ácidos biliares incrementam a biossíntese do mesmo e instabilizam os processos metabólicos por parte dos hormônios. A influência de uma dieta gordurosa nos níveis de colesterol sérico tem gerado consideráveis debates e valiosas pesquisas (MAZIER e JONES, 1991). Para esses autores alguns estudos revelam que misturas de dietas contendo alimentos ricos em ácidos graxos poliinsaturados, produzem uma significativa queda nos níveis de colesterol no soro humano.

As ingestões periódicas de colesterol e gorduras saturadas elevam o nível de colesterol no soro sanguíneo, o que aumenta o risco de haver deposição de placas ateroscleróticas nas paredes das artérias. Várias organizações, apoiadas nessa teoria, têm recomendado dietas específicas, com a “Inter Society Commission for Heart Disease Resource” que, sugere uma ingestão total de gordura menor que 35,0% das calorias totais, com ácidos graxos reduzidos a menos que 10,0% das calorias totais; ácidos graxos insaturados mantendo-se a nível mínimo de 10,0% das calorias totais e o colesterol da dieta menor que 300 mg/dia, sem contudo comprometer a ingestão dos nutrientes essenciais (FENNEMA, 1993).

Estudos epidemiológicos têm demonstrado que, quando o nível sérico de colesterol é menor que 220 mg/100 mL, o risco de doença coronariana é pequeno e que este risco aumenta com a elevação das taxas acima deste nível (OLIVEIRA e col. 1982). Os óleos de pescado são importantes agentes no tratamento de hipertrigliceridemia e o mecanismo pelo qual poderia ser explicado o efeito dos ácidos poliinsaturados contidos nesses óleos sobre o nível de lipídios, seria provavelmente, a diminuição da absorção do colesterol, induzida pelo grau de redução da formação de lipoproteínas de transporte (quilomícron secundário), devido à lenta síntese de triglicerídeos no interior da célula (DESLYPERE, 1990).

A ingestão de colesterol e o desenvolvimento de lesões nas paredes das artérias, ocasionando a formação de placas ateromatosas, há muito vem sendo estudada (HORLICK e KATZ, 1949). RADCLIFFE e TRAMPOSCH (1988), pesquisando a formação de aterosclerose em codornas, relataram que o colesterol hepático e o plasmático aumentaram com a elevação do colesterol da dieta.

A partir da década de 1960 proliferaram programas de intervenção, principalmente nos países desenvolvidos, onde a mortalidade por doenças cardiovasculares se mostrava bastante expressiva. Foram convocados diferentes comitês de peritos em nutrição, com a responsabilidade de formular recomendações de consumo de colesterol e de perfis de dietas, considerando a contribuição calórica das gorduras e dos ácidos graxos (MARTINS e col. 1994). Diversas pesquisas, nesse período, foram voltadas à busca de indicadores de aterogenicidade de dietas a partir de seus conteúdos energéticos, teores de colesterol e dos ácidos graxos saturados e insaturados (HEGSTED, 1965; SMITH, 1991; WHYTE e HAVENSTEIN, 1979).

O colesterol do plasma humano depende não somente do nível de colesterol, mas também do conteúdo de gordura e composição de ácidos graxos da dieta. Apenas algumas pessoas são sensíveis ao colesterol da dieta, sendo o colesterol sangüíneo influenciado mais pela quantidade de gordura ingerida e pela composição de ácidos graxos do que pelo colesterol (McNAMARA, 1990). O efeito dos ácidos graxos da dieta no nível de colesterol plasmático foi descrito em detalhes há mais de 30 anos (KEYS e col. 1965).

Publicações têm dado ênfase a este fato (GRUNDY e DENKE, 1990; MAZIER e JONES, 1991; MENSINK, 1995; O'DEA e col. 1990; SINCLAIR, 1993). Para manter o colesterol sanguíneo em baixos níveis, a dieta deve ser pobre em

colesterol, gordura e ácidos graxos saturados (NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM, 1988). Uma investigação conjunta destes três constituintes faz-se necessária.

A dieta, ainda que haja alguma controvérsia (PURATH e col. 1995), tem assumido um papel primordial na medida em que o alto teor de colesterol, o baixo consumo de fibra alimentar, a alta proporção de calorias lipídicas e ácidos graxos saturados têm sido associado com o aumento da colesterolemia (VOBECKY e NORMAND, 1995; WAJI DALI e col. 1995). Por outro lado, a redução da colesterolemia, mesmo que pequena, parece ser eficiente na diminuição dos índices de mortalidade por doenças cardiovasculares (McCABE, 1993).

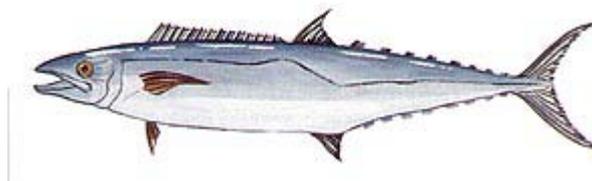
### 3. Metodologia

#### 3. 1. Material

Foram analisadas 80 amostras de filés de peixes de dois *habitats*, em triplicata, distribuídas da seguinte forma: I – água salgada (Costa Marítima - AL): 20 amostras de carapeba-listrada (*Eugerres plumieri* Cuvier, 1830) (**Figura 8**) e 20 amostras de cavala (*Scomberomorus cavalla* Cuvier, 1829) (**Figura 9**); II – estuário (Lagoa Mundaú - AL) 20 amostras de tainha (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) (**Figura 10**) e 20 amostras de camurim (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792) (**Figura 11**). Não foram levados em consideração o gênero das espécies, fatores fisiológicos, idade, estágio de maturação e diferenças anatômicas. Assim sendo, foram tomados cuidados na escolha de peixes de 500 g procedentes do mesmo *habitat* e coletados no mesmo período: a tainha em março de 2004, o camurim em junho de 2004, a carapeba-listrada em agosto de 2004 e a cavala em outubro de 2004.



**Figura 8. Carapeba-listrada (*Eugerres plumieri* Cuvier, 1830) Procedente da Costa Marítima-AL.**



**Figura 9. Cavala (*Scomberomorus cavalla* Cuvier, 1829) Procedente da Costa Marítima-AL. (www. cpgg.ufba.br - Acesso em: 17/03/2005).**



**Figura 10. Tainha (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) Procedente da Lagoa Mundaú-AL.**



**Figura 11. Camurim (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792) Procedente da Lagoa Mundaú-AL.**

### **3. 2. Descrição da Área de Coleta das Amostras**

O Complexo Estuarino-Laguar Mundaú / Manguaba (CELMM/AL) (**Figura 12**) é formado por duas grandes lagoas: Mundaú e Manguaba. Situa-se no Estado de Alagoas entre as coordenadas 9° 35' 00" – 9° 37' 00"S e 35° 42' 30" – 35° 37' 30" W, banhando os municípios de Maceió, Santa Luzia do Norte, Coqueiro Seco, Pilar e Marechal Deodoro (SOUSA e CALADO, 1998).

A Lagoa Mundaú é uma bacia intermediária entre a foz do Rio Mundaú e o Oceano Atlântico (SOUSA e CALADO, 1998). Segundo LIMA (1990), sua área é de 23.122 Km<sup>2</sup> e seu volume de água corresponde a 6.170.000 m<sup>3</sup> (MACEDO e col. 1987).

A costa marítima de Alagoas (**Figura 13**) está localizada entre os paralelos de 8° 48' 12' e 10° 29' 12' de latitude sul (LIMA, 1990). Este conceito de costa é nitidamente coincidente com o de "zona litorânea" de ZENICOVITCH, (1970).



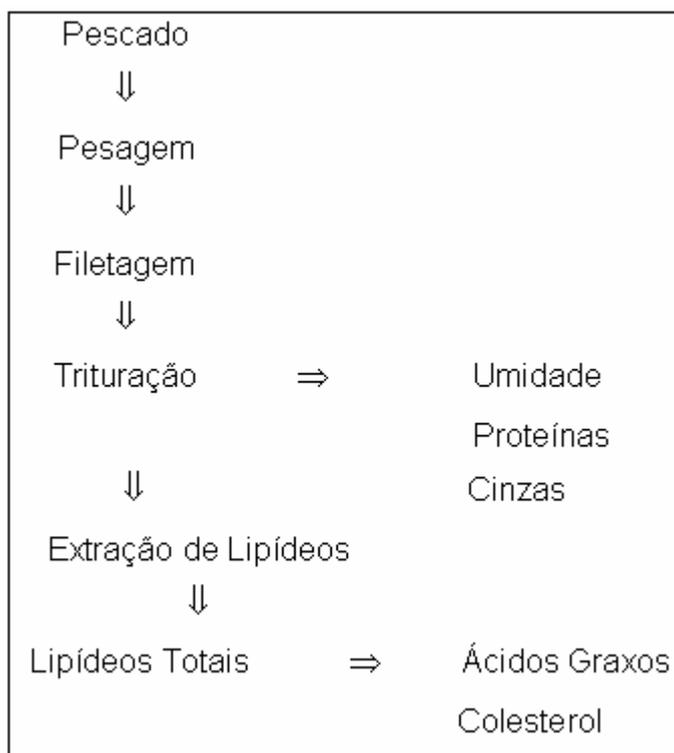
Figura 12. Mapa do Complexo Lagunar ([www.topdobrasil.com.br](http://www.topdobrasil.com.br) - Acesso em: 17/03/2005).



Figura 13. Mapa da Costa de Alagoas ([www.data.ecologysu.se](http://www.data.ecologysu.se)) - Acesso em: 17/03/2005).

### 3. 3. Preparo das Amostras

Após a coleta, as espécies *in natura* foram conduzidas ao Laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Alagoas e, em seguida foram lavadas, escamadas, evisceradas e retiradas às cabeças. As amostras *in natura*, pesando aproximadamente 250 g de filé sem pele e sem espinha, foram trituradas em um processador de carne até a formação de uma massa homogênea. Assim preparadas foram acondicionadas em sacos plásticos de polietileno, identificadas e congeladas a  $-17^{\circ}\text{C}$  até o momento da realização das análises (**Figura 14**).



**Figura 14. Fluxograma das Análises Realizadas.**

### 3. 4. Métodos

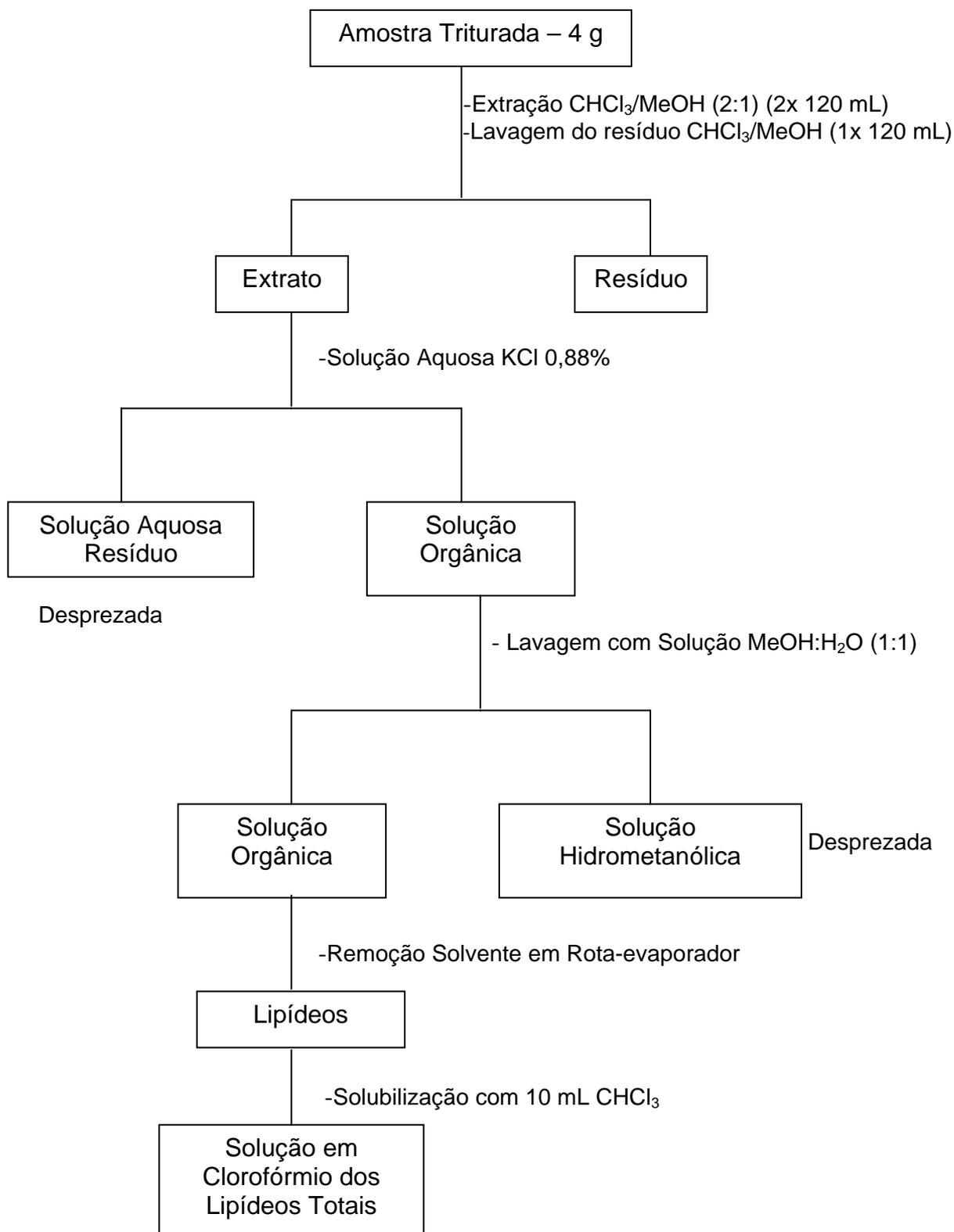
#### 3. 4. 1. Composição Centesimal

Para a determinação da composição centesimal, a proteína bruta foi quantificada pelo método de Kjeldahl AOAC, (1984). Os lipídeos totais foram obtidos pelo método de FOLCH e col. (1957). A umidade foi determinada por gravimetria, após secagem do material em estufa a 105°C AOAC, (1990) até a obtenção de peso constante. As cinzas foram determinadas por gravimetria após incineração do material em mufla a 550°C AOAC, (1990). As análises foram realizadas em triplicata.

#### 3. 4. 2. Determinação de Lipídeos Totais

Os lipídeos totais foram extraídos a frio pelo método de FOLCH e col. (1957). 4 g da amostra foram extraídos com CHCl<sub>3</sub>:MeOH (2:1, 2x), após as extrações houve lavagem do resíduo CHCl<sub>3</sub>:MeOH (2:1). Foi adicionado ao extrato um volume de 0,25 mL de KCl 0,88% em H<sub>2</sub>O. Após a separação das fases, a fase superior foi descartada e adicionou-se na fase restante 0,25 mL de MeOH:H<sub>2</sub>O (1:1). A mistura então foi agitada manualmente. O sulfato de sódio anidro foi adicionado à

fase restante e posteriormente filtrado. O filtrado foi então evaporado em rota-evaporador e a fração lipídica foi ressuspensa em  $\text{CHCl}_3$ . (**Figura 15**).



Determinação dos Lipídeos Totais por Gravimetria

**Figura 15. Obtenção da Fração Lipídica Segundo FOLCH e col. (1957).**

O teor de lipídeos totais foi determinado pela perda de peso em estufa regulada a 105°C (FOLCH e col. 1957). O vidro de relógio foi previamente aquecido em estufa a 105°C por uma hora. Após este período, resfriado em dessecador por 15 minutos até temperatura ambiente e pesado. Transferiu-se 1 mL do extrato lipídico para o vidro de relógio. Após duas horas em estufa a 105°C o vidro de relógio foi resfriado em dessecador por 15 minutos e pesado. O teor de lipídeos totais expresso foi determinado através da seguinte expressão (**Figura 16**).

$$\% \text{ Lipídeos Totais} = (P_2 - P_1) \times 100 / X$$

Onde:

$P_1$  = Peso do vidro de relógio seco  
 $X$  = Peso da amostra *in natura* (g)  
 $P_2$  = Peso do vidro de relógio + amostra

**Figura 16: Cálculo de Lipídeos Totais.**

### 3. 4. 3. Determinação da Umidade

A umidade foi determinada pela perda de peso em estufa regulada a 105°C (AOAC, 1990). Pesou-se 5 g de amostra integral em cápsula de porcelana previamente aquecida em estufa a 105°C por uma hora. Depois deste período, a cápsula foi resfriada em dessecador por 15 minutos até temperatura ambiente e pesada. Após quatro horas em estufa a 105°C a cápsula mais amostra foram resfriadas em dessecador por 15 minutos e pesadas. O teor de umidade expresso foi determinado através da expressão (**Figura 17**).

$$\% \text{ Umidade} = (P_1 + X - P_2) / X \times 100$$

Onde:

$P_1$  = Peso da cápsula seca  
 $X$  = Peso da amostra *in natura* (g)  
 $P_2$  = Peso da cápsula + amostra seca

**Figura 17. Cálculo de Determinação de Umidade.**

### 3. 4. 4. Determinação do Resíduo Mineral Fixo

O resíduo mineral fixo foi obtido por incineração de uma quantidade conhecida da amostra, em mufla a 550°C (AOAC, 1990). Para a determinação de cinzas, cerca de 3 g da amostra integral foi acondicionada em cadinho de porcelana previamente incinerado em mufla a 550°C por 1 hora, resfriado em dessecador por 15 minutos e pesado. A amostra foi então carbonizada em bico de gás durante uma hora até não mais exalar vapores e ficar na forma de carvão. Em seguida, ela foi incinerada em mufla a 550°C por aproximadamente 4 horas. Após este período, o cadinho foi resfriado em dessecador por 15 minutos e pesado. (**Figura 18**).

$$\% \text{ Cinzas} = 100 \times N / P$$

Onde:

N = Número de gramas de cinzas

P = Número de gramas da amostra

**Figura 18. Cálculo de Determinação de Cinzas.**

### 3. 4. 5. Determinação de Proteínas

O teor de proteína foi quantificado através do método Micro-Kjeldahl (AOAC, 1984), o qual consiste na determinação da quantidade de teor protéico pela multiplicação do conteúdo de nitrogênio total presente na amostra pelo fator 6,25. O processo é dividido em três etapas. A primeira etapa corresponde à digestão em meio ácido, com aproximadamente 0,2 g da amostra *in natura* exposta em tubos de digestão, a uma solução de 5 mL de ácido sulfúrico concentrado e 1,5 g de uma mistura catalisadora padronizada, composta por sulfato de cobre penta-hidratado e sulfato de potássio decaidratado (4 g:96 g).

Os tubos foram dispostos em um bloco digestor com temperatura inicial de 100°C mantendo-se nesta temperatura por 1 hora. Em seguida a temperatura foi elevada a 350°C com aumento de 50°C a cada 15 minutos. A temperatura foi mantida a 350°C por 2 horas, tendo por tempo total de digestão da amostra 6 horas. A solução digerida atingiu uma coloração azul-clara, com uma consistência líquida. Após este procedimento, foi realizada a segunda etapa do processo destilação em

meio alcalino. Nesta etapa as amostras receberam 15 mL de água destilada e foram acopladas ao destilador. Neste equipamento, as amostras foram tratadas com 15 mL de NaOH a 40%. A amônia liberada pela reação exotérmica foi condensada sob uma solução indicadora (10 mL de solução aquosa de ácido bórico 2% e 3 gotas de indicadores de pH: verde de bromocresol 1% e vermelho de metila 1%) contida em um erlenmyer de 50 mL.

O fim da reação foi indicado quando a solução indicadora passava de uma coloração vermelha para uma coloração azul e o seu volume era triplicado. A última etapa é a titulação do nitrogênio presente na amostra que foi feita com uma solução de HCl 0,02 N em bureta de 25 mL até que a solução adquirisse uma coloração transparente. Para calcular o fator, a solução aquosa de HCl 0,02 N foi padronizada com carbonato de sódio (0,0106 g em 1 L de H<sub>2</sub>O e 1,7 mL HCl). Os níveis foram medidos através de uma relação matemática, usando-se um fator de conversão específico para cada tipo de alimento, que no caso do pescado é de 6,25 para conversão do nitrogênio total em proteína bruta (**Figura 19**).

$$\text{Nitrogênio \% (AS)} = (V_a - V_b) \times N \times F \times 14 \times 100 / \text{Peso da Amostra (mg)}$$

$$\text{Proteína \% (AS)} = \% \text{ Nitrogênio} \times \text{Fator de Conversão}$$

Onde:

$V_a$  = Volume de ácido clorídrico gasto na titulação da amostra

$V_b$  = Volume de ácido clorídrico gasto na titulação do branco

N = Normalidade do HCl

F = Fator de correção do HCl

14 = Miligramas de nitrogênio ou 1 mEq de nitrogênio

100 = Porcentagem

AS = Amostra seca

**Figura 19. Cálculo de Determinação de Proteínas.**

### 3. 4. 6. Carboidratos

Os carboidratos foram quantificados por diferença. Os resultados foram expressos em porcentagem, em relação ao peso da amostra integral e seca (**Figura 20**).

$$\text{Valor de Carboidrato} = U + \text{PTn} + \text{LT} + \text{Cinzas} - 100$$

Onde:

U = Umidade da amostra  
PTn = Valor de proteína da amostra  
LT = Valor de lipídeo total da amostra

**Figura 20. Cálculo de Determinação de Carboidratos.**

### 3. 4. 7. Valor Calórico Total

Foi calculado a partir dos coeficientes calóricos correspondentes para carboidratos, proteínas e lipídeos, respectivamente 4, 4 e 9 Kcal/g (WATT e MERRIL, 1963; BRASIL, 1998) (**Figura 21**).

$$\text{Valor de Calorias} = \text{Carb.} \times 4 + \text{PTn} \times 4 + \text{LT} \times 9$$

Onde:

Carb. = Valor do carboidrato na amostra  
PTn = Valor de proteína na amostra  
LT = Valor de lipídeo total na amostra  
4 e 9 = Coeficientes calóricos dos macronutrientes

**Figura 21. Cálculo de Determinação do Valor Calórico.**

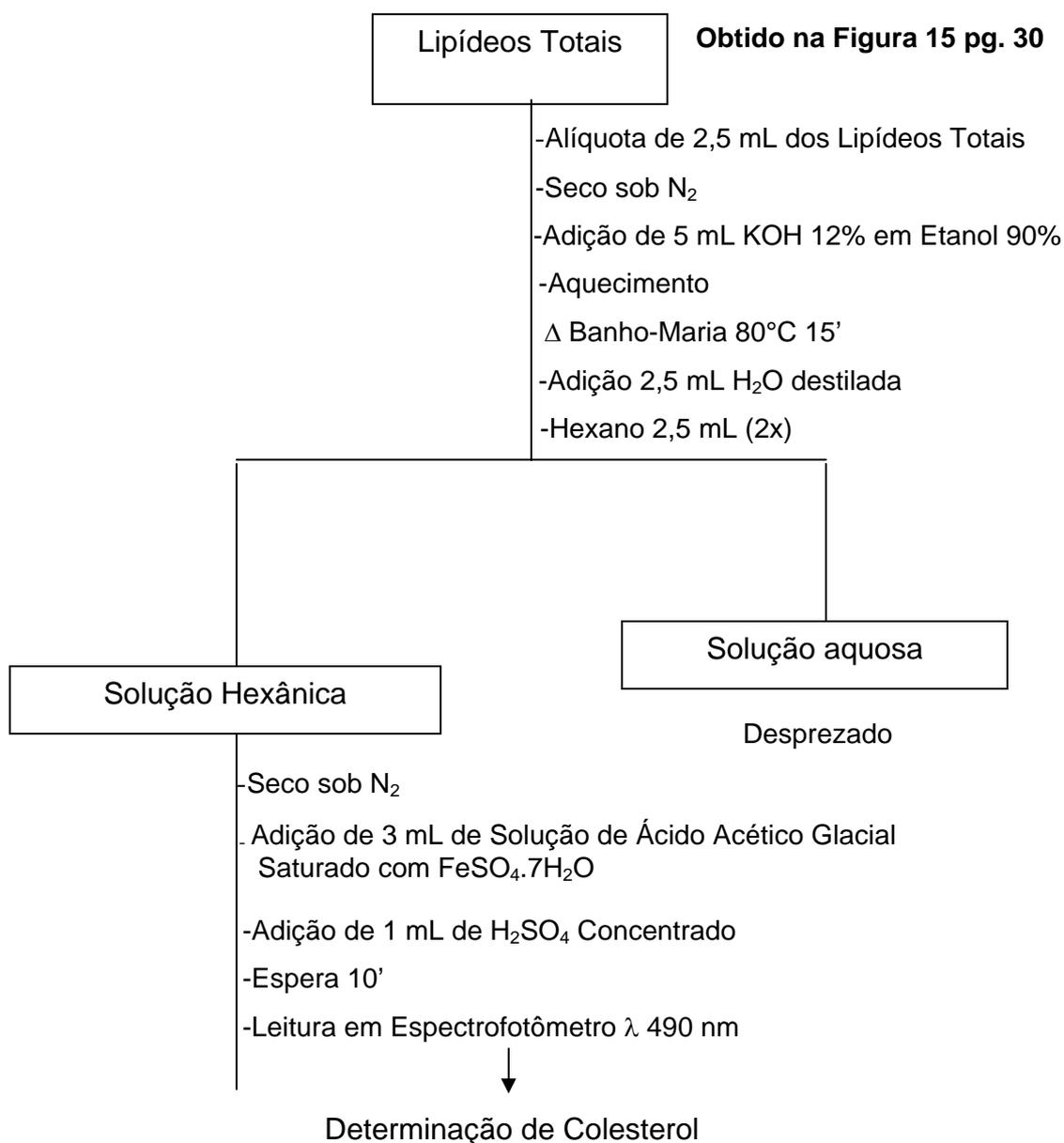
### 3. 4. 8. Determinação de Colesterol

O colesterol foi determinado por colorimetria segundo BOHAC e col. (1988) adaptado por BRAGAGNOLO e RODRIGUEZ-AMAYA, (1997) (**Figura 22**). Os lipídeos foram extraídos a frio pelo método de FOLCH e col. 1957. Para a

quantificação do colesterol total, uma saponificação prévia foi necessária para transformar os ésteres em colesterol livre. Embora a saponificação direta seja mais rápida para análise de colesterol, optou-se, neste trabalho, pela extração dos lipídeos antes da saponificação para permitir a determinação de lipídeos totais, colesterol e ácidos graxos a partir do mesmo extrato.

Uma alíquota de 2,5 mL do extrato lipídico foi evaporada sob fluxo de N<sub>2</sub> em tudo de ensaio. Livre do solvente, a amostra foi saponificada com 5 mL de hidróxido de potássio a 12,0% em etanol, em banho-maria a 80°C, com agitação, durante 15 minutos. A reação foi imediatamente resfriada com a adição de 2,5 mL de água destilada e ficou esfriando por 15 minutos. A fração insaponificável foi extraída por duas vezes consecutivas com 5 mL de hexano.

Então, foi tomada uma alíquota de 2,5 mL do extrato de hexano, evaporada sob fluxo de N<sub>2</sub>. Foi acrescentado ao resíduo 3 mL de solução saturada de sulfato ferroso em ácido acético glacial e 1 mL de ácido sulfúrico concentrado. A reação com ácido sulfúrico concentrado e ácido acético saturado mais sulfato ferroso, produziu na presença de colesterol uma cor estável após 10 minutos (SEARCY e BERGQUIST, 1960). A densidade ótica foi medida em espectrofotômetro a 490 nm (Spetrumlab 21 - Model 1058) obedecendo-se um tempo de leitura de 10 minutos. A curva de calibração para colesterol foi elaborada segundo SEARCY e BERGQUIST (1960), utilizando-se 0,06 g de colesterol (Sigma P. A., St. Louis, MO) diluído em 100 mL da solução (50 mL de acetona P. A. e 50 mL de etanol), do qual foram retiradas alíquotas de 0,1 mL a 0,8 mL da solução de colesterol padrão. Essa curva foi linear, passou pela origem e cobriu a faixa de concentração das amostras (**Figura 23**).



**Figura 22. Determinação de Colesterol por Colorimetria Segundo BOHAC e col. (1988) adaptado por BRAGAGNOLO e RODRIGUEZ-AMAYA (1997).**

Equação:  $Y = a + bX$ ,  
onde: Y = Leitura de absorvância da amostra  
a = Absortividade da amostra  
b = Espessura da amostra  
a = 0,17582  
b = 0,85888  
X = Quantidade de colesterol

**Figura 23. Equação para Determinação de Colesterol.**

### 3. 4. 9. Perfil de Ácidos Graxos

Inicialmente foi efetuada a extração da fração lipídica, segundo método de (FOLCH e col. 1957) (**Figura 15 – p. 30**). Depois foram realizadas a saponificação e esterificação dos ácidos graxos em ésteres metílicos (**Figura 24**).

Os ésteres metílicos foram obtidos modificando-se apenas as proporções dos reagentes e de amostra (HARTMAN e LAGO, 1973). Após a extração dos lipídeos totais, uma alíquota de 25 a 50 mg de lipídeos, correspondente a 3 mL do extrato lipídico, foi saponificada utilizando-se 2 mL de solução de NaOH 0,5 N em metanol. A mistura foi aquecida em banho-maria fervente em tudo de ensaio com tampa por 5 minutos e depois esfriada em temperatura ambiente.

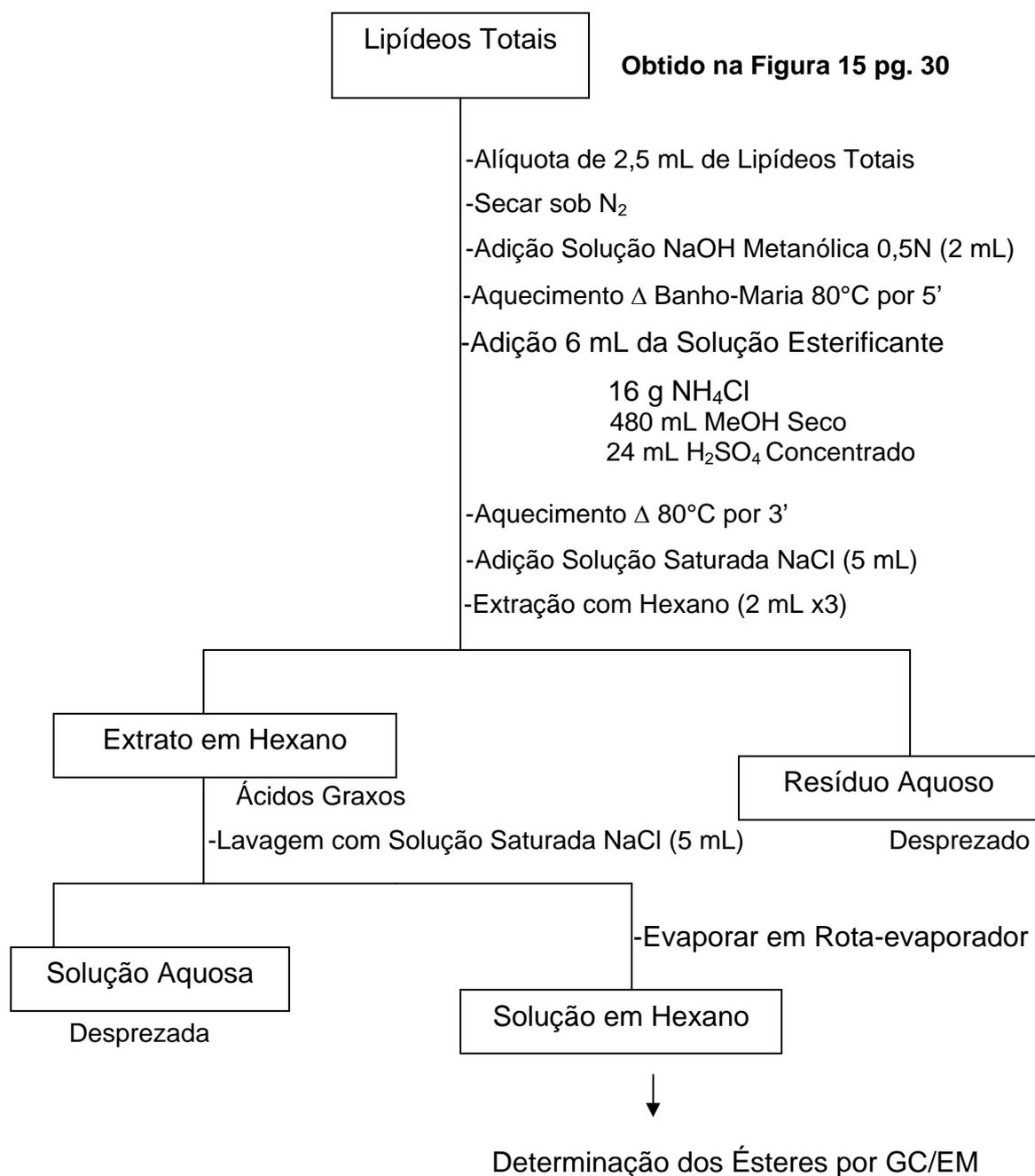
Para o processo de esterificação, foi utilizada uma solução (mistura para esterificação), cuja preparação envolveu a adição de 16 g de cloreto de amônio, com acréscimo de 480 mL de metanol seco e 16 mL de ácido sulfúrico, sob refluxo em condensador à água com sistema tipo Soxhlet, durante 15 minutos, até total solubilização do cloreto de amônio.

Após o resfriamento da solução se adicionou 6 mL da mistura esterificada em tudo de ensaio contendo o extrato lipídico e a solução de NaOH 0,5 N em metanol. Nesta fase a mistura foi aquecida em banho-maria fervente por 3 minutos e, após este período, foi adicionada à mistura 5 mL de solução saturada de NaCl e agitou-se em agitador magnético por 10 segundos.

Para a extração dos ésteres metílicos formados adicionou-se 2 mL de n-hexano por 3 vezes, transferindo a fase orgânica para um outro tubo de ensaio com o auxílio de uma pipeta Pasteur e agitador magnético. Depois se adicionou a fase extraída pelo n-hexano mais 5 mL de solução saturada de NaCl, agitando no agitador magnético por 10 segundos. Após a agitação, a fase orgânica superior foi transferida para um tudo do rota-evaporador para evaporação do solvente. A ressuspensão da amostra se deu com 1 mL de n-hexano.

A amostra foi transferida para frascos de vidro selados com tampa de teflon. Todos os reagentes utilizados foram grau analítico. Os ésteres de ácidos graxos foram submetidos à cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (**Figura 25**). O material foi injetado manualmente em cromatógrafo a gás (Shimadzu, modelo GC - 17 A), equipado com detector de ionização de chama, injetor split na razão de 1:5, coluna capilar DB - 1 (30 m; 0,25 mm; 0,25  $\mu$ m), sendo o

gás de arraste o hélio. O espectrômetro de massas acoplado e da marca Shimadzu, modelo GCMS-QP5050A com impacto eletrônico (IE) e com energia do feixe eletrônico de 70eV. O aparelho possui um software, desenvolvido pela Shimadzu.



**Figura 24. Obtenção dos Ésteres Metílicos de Ácidos Graxos Segundo HARTMAN e LAGO, (1973).**



**Figura 25. Cromatógrafo Gasoso Acoplado ao Espectrômetro de Massas Utilizado na Identificação dos Ácidos Graxos.**

As condições cromatográficas foram: temperatura da coluna programada a 150°C por 5 minutos, sendo então elevada para 240°C a uma taxa de 2°C/min. As temperaturas do injetor e detector foram 220°C e 245°C, respectivamente. As injeções foram realizadas em triplicata e o volume de injeção foi de 1  $\mu$ L. o tempo de análise cromatográfica foi de 70 minutos.

Os diferentes ácidos graxos foram identificados por comparação aos tempos de retenção apresentados pelo padrão cromatográfico (Sigma – Aldrich). A quantificação dos ácidos graxos foi feita por normalização de área, expressando-se o resultado em percentual de cada ácido graxo sobre o total de ácidos graxos.

### **3. 5. Análise Estatística**

Para avaliar a existência ou não de diferenças significativas nos teores de nutrientes entre as amostras, foi realizada Análise de Variância (ANOVA), com o auxílio do programa epi-info, versão (2000), a um nível de significância de 0,05.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

Os valores obtidos para a composição centesimal dos peixes estudados são apresentados e visualizados nas **Tabelas 2 e 3** e nas **Figuras 26, 27, 28 e 29**. Para eliminar a influência da umidade, foram calculados também os respectivos teores em base seca.

**Tabela 2. Composição Centesimal e Valor Calórico dos Peixes do Habitat Marinho.**

Composição Centesimal (g %)*	Carapeba-listrada ( <i>Eugerres plumieri</i> )		Cavala ( <i>Scomberomorus cavalla</i> )	
	Base úmida	Base seca**	Base úmida	Base seca**
Umidade	79,18 (± 2,43)	-	76,52 (± 1,77)	-
Proteínas	20,86 (± 1,61)	101,63 <sup>a</sup> (± 14,93)	23,67 (± 2,86)	98,48 <sup>b</sup> (± 10,89)
Lipídeos	2,5 (± 0)	12,20 <sup>a</sup> (± 1,78)	2,5 (± 0)	10,79 <sup>b</sup> (± 0,97)
Cinzas	1,13 (± 0,16)	5,48 <sup>a</sup> (± 0,85)	1,26 (± 0,13)	5,33 <sup>a</sup> (± 0,55)
Calorias (Kcal)	105,97	-	116,51	-

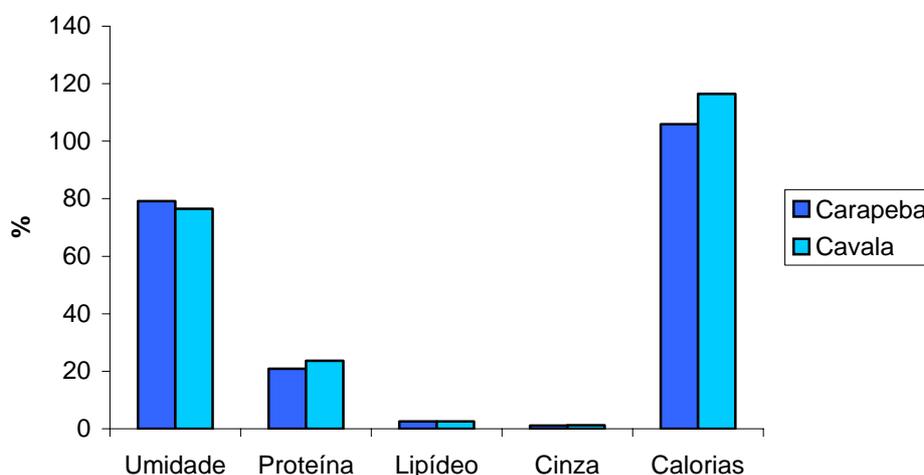
\* Média de 20 amostras analisadas em triplicata, com desvio-padrão entre parênteses.

\*\* Obtida através de cálculo.

Valores na mesma linha com letras diferentes significam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

Dentre os peixes do *habitat* marinho destaca-se a carapeba-listrada, com relação ao teor de umidade (79,18%). Todos os valores encontrados estiveram dentro da faixa referida para os peixes, que é de 64,0% a 90,0% (HART e FISHER, 1997). LUZIA (2000) obteve teores de umidade para a sardinha de 73,92% durante o verão e 72,05% no inverno e, para a corvina, 79,27% durante o verão e 77,80% no inverno, estando esses valores dentro da faixa referida para espécies marinhas. BRUSCHI (2001) descreveu teores de umidade para filés de sardinha (*Sardinella brasiliensis*), atum (*Katsuwonus pelamis*), pescada foguete (*Macrodon ancylodon*), pescada branca (*Cynoscion gatucupa*), corvina (*Micropogonias furnieri*), goete e enchova de 72,0%, 70,0%, 80,0%, 79,7%, 78,0%, 76,0%, 75,0%, respectivamente. Já BADOLATO e col. (1994) observaram para a sardinha valores entre 73,8% e 75,6%, em diferentes épocas do ano. No trabalho realizado por SILVA e col. (1993), os teores de umidade para sardinha também se mostraram similares, ficando em torno de 75,0%. Em um estudo realizado por ZAMBONI (1961), em pescada branca, corvina e goete, foram observados valores de umidade de 80,4%, 76,5% e 81,7%,

respectivamente. VASCONCELOS (1995) descreveu valores de 60,77% a 74,65% em amostras de cavala (*Scomberomus regalis*) durante 6 meses de pesquisa.



**Figura 26. Composição Centesimal e Valor Calórico da Carapeba-listrada (*Eugerres plumieri* Cuvier, 1830) e da Cavala (*Scomberomus cavalla* Cuvier, 1829) Procedente da Costa Marítima-AL.**

PIGOTT e TUCKER (1990) verificaram o valor de 67,2% de umidade na porção comestível da cavala sem especificar a espécie estudada. DUDEK e ELKINS (1986) relatam também teor mais baixo que o encontrado no presente estudo (69,8%) para a cavala, não identificando a espécie.

A cavala apresentou o maior percentual de proteína (23,67%) em base úmida. FRANCO (1998) observou valores abaixo dos encontrados para as espécies estudadas, isto é, 18,6% para a carapeba-listrada e 18,7% para a cavala. VASCONCELOS (1995) descreveu valores de 20,48% a 23,71% nas amostras de cavala (*Scomberomus regalis*) durante 6 meses de pesquisa. DESLYPERE (1990) e PIGOTT e TUCKER (1990) descreveram valores referentes à cavala de 23,0% e 19,0%, respectivamente. BRUSCHI (2001) encontrou teores para filés de sardinha (*Sardinella brasiliensis*), atum (*Katsuwonus pelamis*), pescada branca (*Cynoscion gatucupa*), pescada foguete (*Macrodon ancylodon*), corvina (*Micropogonias furnieri*), goete (*Cynoscion petranus*) e anchova de 19,0%, 24,0%, 17,0%, 14,1%, 15,0%, 14,4%, 18,0%, respectivamente.

Os teores de lipídeos encontrados em base úmida para ambas as espécies foram iguais a 2,5%. Os resultados obtidos mostram que as espécies estudadas apresentam teor de gordura baixo podendo ser indicadas para indivíduos com problemas cardiovasculares. Os valores encontrados estiveram compreendidos na faixa de 0,5% a 5,9%, estando de acordo com o previsto para a fração comestível dos peixes (STANSBY, 1973). Segundo BRUSCHI (2001), em filés foram observados teores de lipídeos de 7,7% para a sardinha (*Sardinella brasiliensis*), 6,84% para o atum (*Katsuwonus pelamis*), 4,0% para a pescada foguete (*Macrodon ancylodon*), 1,0% para a pescada branca (*Cynoscion gatucupa*), 1,0% para a corvina (*Micropogonias furnieri*), 5,0% para a goete e 2,0% para a enchova. No trabalho realizado por BADOLATO e col. (1994), os teores de lipídeos não superaram a marca de 3,4%. SILVA e col. (1993) também constataram teores de lipídeos similares aos deste trabalho. ARMSTRONG e col. (1991) observaram que peixes de águas tropicais possuem teores inferiores de lipídeos quando comparados aos de regiões frias.

No que diz respeito às cinzas, a cavala apresentou o maior valor (1,26%) em base úmida. As amostras estiveram dentro da faixa de 1,0% a 2,0% referidas na literatura (MORAIS e col. 1992; BRUSCHI, 2001). BADOLATO e col. (1994) encontraram, durante um ano, uma média de 1,02% para goete (*Cynoscion petranus*), 1,07% para a tainha (*Magil spp*) e corvina (*Micropogon furnieri*), 1,15% para o peixe-porco (*Balistes caro, Linensis*), sendo o maior valor encontrado na sardinha – verdadeira (*Sardinella brasilenisis*) de 1,65% (todas as espécies de origem marinha). VASCONCELOS (1995) descreveu valores de 1,39% a 2,75% em amostras de cavala (*Scomberomus regalis*) durante 6 meses de pesquisa. LUZIA (2000) detectou que todas as espécies de seu estudo apresentaram valores de cinzas entre 1,0% e 2,0%.

O maior valor calórico foi estimado na cavala (116,51 Kcal) e o menor na carapeba-listrada (105,97 Kcal).

Confirmando os dados obtidos na literatura, em nenhuma das amostras foi detectado a presença de carboidratos.

Do ponto-de-vista nutricional, todas as espécies foram classificadas na categoria D, ou seja, baixo teor de gordura e conteúdo protéico muito alto (acima de 20,0%) (STANSBY, 1973). Tais espécies podem ser indicadas para elaboração de dietas específicas (obesidade, diabetes melitos, câncer) pelo seu alto valor protéico

e também pelo baixo teor de gordura que é desejável na dieta humana, visto que em níveis altos a gordura apresenta-se como um fator dietético de risco para o desenvolvimento de problemas cardiovasculares.

**Tabela 3. Composição Centesimal e Valor Calórico dos Peixes do Habitat Estuarino.**

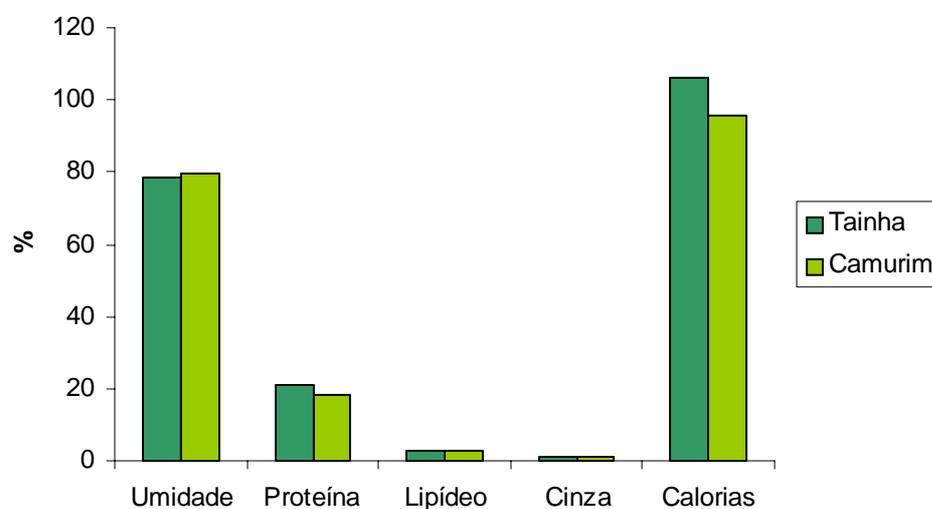
Composição Centesimal (g %)*	Tainha ( <i>Mugil cephalus</i> )		Camurim ( <i>Centropomus undecimalis</i> )	
	Base úmida	Base seca**	Base úmida	Base seca**
Umidade	78,40 (± 1,65)	-	79,62 (± 1,07)	-
Proteínas	20,85 (± 1,61)	97,03 <sup>a</sup> (± 10,27)	18,29 (± 1,16)	88,94 <sup>b</sup> (± 7,64)
Lipídeos	2,5 (± 0)	11,62 <sup>a</sup> (± 0,86)	2,5 (± 0)	12,53 <sup>b</sup> (± 1,02)
Cinzas	1,06 (± 0,13)	4,94 <sup>a</sup> (± 0,55)	1,09 (± 0,15)	5,40 <sup>b</sup> (± 0,75)
Calorias (Kcal)	105,91	-	95,66	-

\* Média de 20 amostras analisadas em triplicata, com desvio-padrão entre parênteses.

\*\* Obtida através de cálculo.

Valores na mesma linha com letras diferentes significam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

Os resultados obtidos nos filés das espécies de peixes estudados demonstraram que entre os peixes do habitat estuarino o que apresentou maior teor de umidade foi o camurim (79,62%). Os valores obtidos foram comparados com peixes de água doce pois não há dados na literatura de composição centesimal em peixes de estuário. HIANE e col. (2002) encontraram teores de 72,9% para a piraputanga (*B. orbignyana*) e 78,4% para a piranha (*P. nattereri*) que são peixes da região do Pantanal do Mato Grosso do Sul; sendo o teor encontrado na piranha igual à tainha (*Mugil cephalus*). MAIA (1992) observou valores abaixo dos encontrados neste trabalho para o pacu (70,5%); curimatá (73,4%) e tilápia (77,1%). FREITAS e col. (2002) detectaram teor similar ao verificado por MAIA (1992) para filé de tambaqui (76,8%). OLIVEIRA e SOARES (1999) obtiveram os seguintes resultados: 70,9% para o jaraqui (*Semaprochilodus spp*) e 67,7% para mapará (*Hypophthalmus spp*), espécies de peixes de água doce do estado do Amazonas. NATARAJAN e SREENIVASAN (1961) após análise de trinta e seis espécies de peixes de água doce relataram teores entre 67,9% e 83,6%, faixa observada em nosso trabalho.



**Figura 27. Composição Centesimal e Valor Calórico da Tainha (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) e do Camurim (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792) Procedente da Lagoa Mundaú-AL.**

Nas espécies estuarinas, a tainha apresentou o maior valor de proteína (20,85%) em base úmida. Este resultado mostra que a tainha apresentou maior fonte de proteína de elevado valor biológico. MAIA (1992) detectou teor menor para o pacu (17,6%) e teores similares a este estudo para curimatá (19,8%) e para a tilápia (20,0%). OLIVEIRA e SOARES (1999) detectaram um teor de (24,7%) para o jaraqui (*Semaprochilodus spp* - peixe de água doce) sendo este teor superior ao encontrado em todas as espécies estudadas neste trabalho. MAIA e col. (1999) relatam que o curimatã comum (*Prochilodus cearensis* - peixe de água doce) apresenta um teor de 18,6%. FREITAS e col. (2002) observaram teor mais elevado para filé de tambaqui (21,0%). SIQUEIRA (2001) detectou em tilápia (18,2%) teor protéico similar ao do camurim analisado em nosso trabalho e, nas demais espécies analisadas pelo autor, as concentrações de proteína encontradas foram menores que as observadas neste estudo (mandi - 14,6%; corimatá - 16,4%; pacu - 17,0%; carpa - 16,4% e tambaqui - 16,2%).

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%, o

que foi observado no trabalho. KINSELLA (1986), analisando composição química de espécies de peixes de água doce, observaram resultados que ultrapassaram 100% ( $\pm 5\%$ ).

Os teores de lipídeos encontrados em todas as espécies foram iguais a 2,5%. As espécies estudadas apresentaram um teor de gordura baixo podendo ser indicadas para indivíduos com problemas cardiovasculares. HENDERSON e TOCHER (1987), enumerando 56 espécies de peixes de água doce (a maior parte delas provenientes de países com clima temperado), constataram que os filés apresentaram teores de lipídeos totais de 0,7% - 25,8% (base úmida). LAZOS e col. (1989), em seu trabalho com 11 espécies de peixes de água doce da Grécia, encontraram teores de 0,6% a 7,6%. NUNES (1981), analisando híbridos de tilápia (peso médio 75 g), encontrou um teor de 5,4%, sendo que NETO, (1984) relatou valor de 1,67% para o mesmo componente. NATARAJAN e SREENIVASAN (1961) encontraram teores de lipídeos totais entre 0,17% e 10,10%. MAIA (1992) detectou para as espécies estudadas teores mais elevados para o pacu (11,0%) e curimatã (6,0%). Já para a tilápia, o teor de lipídeo total foi menor que o detectado em nosso trabalho (1,9%). FREITAS e col. (2002) observaram também teor menor para o tambaqui (1,4%). Uma espécie de água doce da Índia (*Etroplus suratensis*) teve sua composição lipídica estudada por NAIR e GOPAKUMAR (1984) e o teor de lipídeos totais foi de 1,9%. Um teor mais elevado que o encontrado neste trabalho foi detectado por MAI e cols, (1978) para *Catostomus commersoni* (6,2%).

Com relação às cinzas, as espécies estudadas apresentaram valores próximos em base úmida, o camurim de (1,09%) e a tainha de (1,06%). NATARAJAN e SREENIVASAN (1961), em seu trabalho, relataram 0,81% e 1,95%, sendo que, nos peixes analisados inteiros, o teor de cinza atingiu 5,15%. MORAIS e CAMPOS (1993) afirmam que o teor de cinzas em peixes magros está na faixa de 0,5% a 1,5%.

A tainha apresentou maior valor calórico (105,91 Kcal) que o camurim (95,66 Kcal).

Confirmando os dados obtidos na literatura, em nenhuma das amostras foi detectado a presença de carboidratos.

Do ponto-de-vista nutricional, pode-se dizer que os resultados de lipídeos e proteínas da espécie camurim permitiram classificá-la na categoria A, isto é, baixo teor de gordura (abaixo de 5,0%) e alto conteúdo protéico (15,0% a 20,0%). Já a

tainha foi classificada em D, ou seja, baixo teor de gordura e conteúdo protéico muito alto (acima de 20,0%) (STANSBY, 1973). Estas espécies podem ser indicadas para elaboração de dietas para pacientes com obesidade, diabetes melitos, câncer e problemas cardiovasculares, uma vez que, apresentam um altíssimo conteúdo protéico e baixo teor de gordura.

## 4. 2. COLESTEROL

As médias dos teores de colesterol das espécies estudadas no *habitat* marinho estão apresentadas na **Tabela 4** e na **Figura 29**.

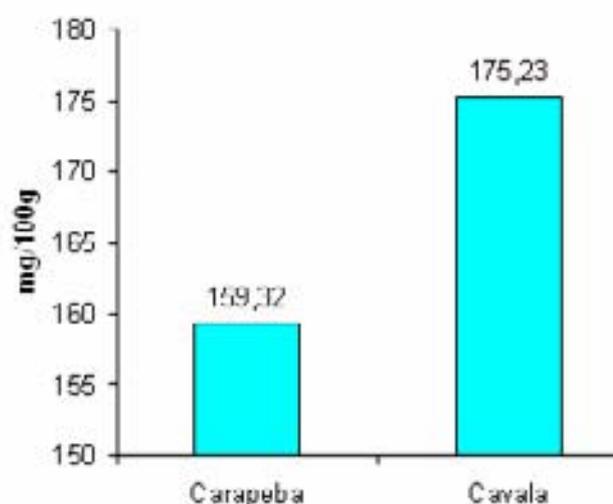
**Tabela 4. Teor de Colesterol dos Peixes no *Habitat* Marinho.**

Espécies	Colesterol (mg/100g)	
	Base úmida*	Base seca**
Carapeba ( <i>Eugerres plumieri</i> )	159,32 ( $\pm$ 4,01)	781,60 <sup>a</sup> ( $\pm$ 11,79)
Cavala ( <i>Scomberomorus cavalla</i> )	175,23 ( $\pm$ 3,89)	750,68 <sup>b</sup> ( $\pm$ 13,02)

\* Média de 20 amostras analisadas em triplicata, com desvio-padrão entre parênteses.

\*\* Obtida através de cálculo.

Valores com letras diferentes significam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ).



**Figura 28. Teor de Colesterol dos Peixes do *Habitat* Marinho.**

O maior teor de colesterol foi verificado na cavala (175,23 mg/100g), em base úmida. FRANCO (1998) relata valor de colesterol na espécie cavala similar a este estudo (170 mg/100 g). Valores inferiores são relatados em outras espécies: cação (55,0 mg/100 g), namorado (99,99 mg/100 g), salmão (65,0 mg/100 g) e truta (80,0 mg/100 g). PHILIPPI (2002) descreve para o salmão 52,0 mg/100 g, arenque 60,0 mg/100 g, atum 38,0 mg/100 g, bacalhau 152,0 mg/100 g, linguado 48,0 mg/100 g, merluza 57,0 mg/100 g, espada 39,0 mg/100 g e pescada 68,56 mg/100 g.

PIGOTT e TUCKER (1990) encontraram 53,0 mg/100 g de colesterol na cavala; KWITEROVICH (1989) descreveu o valor de 79,0 mg/100 g. DESLYPERE (1990), SIMOPOULOS e col. (1999) e ROBINSON (1991) indicaram o valor de 80,0 mg/100 g de colesterol na cavala e KINSELLA e col. (1977) verificaram um teor de 95,0 mg/100 g de colesterol na cavala do Atlântico Norte. Em estudos realizados em sardinhas do Maine foi encontrada variabilidade entre o conteúdo de colesterol no decorrer dos meses de junho, julho, outubro e novembro de 83,0 mg/100 g a 140,0 mg/100 g (KRZYNOWEK e col. 1992).

Na Tabela de Composição de Alimentos da NEPA-UNICAMP (2004) observa-se em atum 48,0 mg/100 g, bacalhau 139,0 mg/100 g, corvina de água salgada 167,0 mg/100 g, merluza 57,0 mg/100 g, pescada 65,0 mg/100 g e sardinha 61,0 mg/100 g. LUZIA (2000) encontrou valores de colesterol para sardinha de 72,55 mg/100 g durante o verão e 86,46 mg/100 g no inverno e para a corvina 71,62 mg/100 g no verão e 82,98 mg/100 g no inverno.

Os resultados de colesterol encontrados nas espécies do *habitat* estuarino encontram-se na **Tabela 5** e na **Figura 29**.

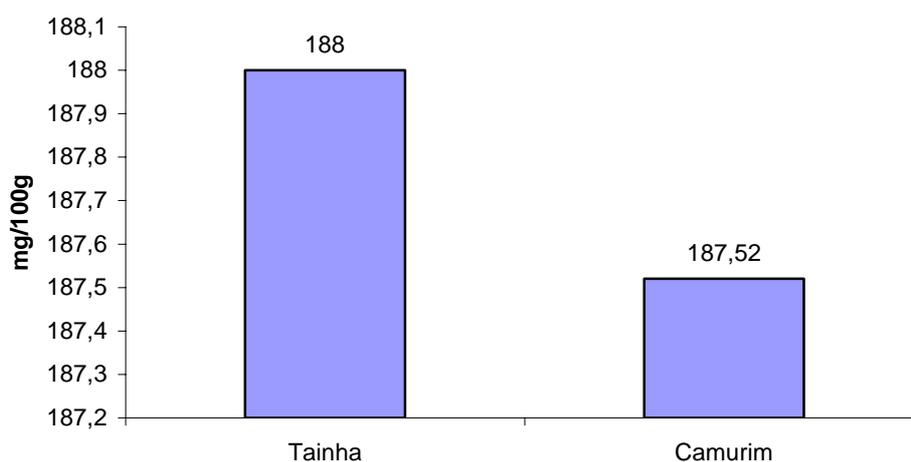
**Tabela 5. Teor de Colesterol dos Peixes no *Habitat* Estuarino.**

Espécies	Colesterol (mg/100g)	
	Base úmida*	Base seca**
Tainha ( <i>Mugil cephalus</i> )	188,00 ( $\pm$ 3,98)	876,42 <sup>a</sup> ( $\pm$ 26,56)
Camurim ( <i>Centropomus undecimalis</i> )	187,52 ( $\pm$ 3,85)	922,37 <sup>b</sup> ( $\pm$ 17,72)

\* Média de 20 amostras analisadas em triplicata, com desvio-padrão entre parênteses.

\*\* Obtida através de cálculo.

Valores com letras diferentes significam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ).



**Figura 29. Teor de Colesterol dos Peixes do *Habitat* Estuarino.**

Os teores de colesterol apresentaram valores similares em base úmida. As informações obtidas foram comparadas com peixes de água doce pois não há dados na literatura de teor de colesterol em peixes do *habitat* estuarino.

FRANCO (1998) relata valores de colesterol inferiores ao encontrado neste estudo para o bagre 82,54 mg/100 g e corvina 121,0 mg/100 g. Na Tabela de Composição de Alimentos da NEPA-UNICAMP (2004) observa-se no curimatá 40,0 mg/100 g, corvina de água doce 73,0 mg/100 g e pintado 50,0 mg/100 g. LUZIA (2000) encontrou valores de colesterol para tilápia de 66,79 mg/100 g no verão e

71,37 mg/100 g no inverno, e curimatá de 92,03 mg/100 g no verão e 73,39 mg/100 g no inverno.

ANDRADE (1978) e OETTERE (1991) encontraram para o mandi (*Pimelodus clarias* - peixe de água doce proveniente do Rio Piracicaba no Estado de São Paulo - machos e fêmeas respectivamente) médias de 59,61 mg e 52,27 mg de colesterol em 100 g de parte comestível. ANDRADE e ALMEIDA (1980) reconheceram diferenças significantes no nível de colesterol do mandi (*Pimelodus clarias*) quanto à época do ano em que a espécie foi capturada.

HIANE e col. (2002), em estudos com peixes de água doce da região pantaneira, detectaram valor de colesterol de 66,7 mg/100 g para piranha, 105,3 mg/100 g para o pacu, 67,6 mg/100 g para a piraputanga, 107,04 mg/100 g para o dourado, 61,6 mg/100 g para o piauçu e 51,5 mg/100 g para o pintado.

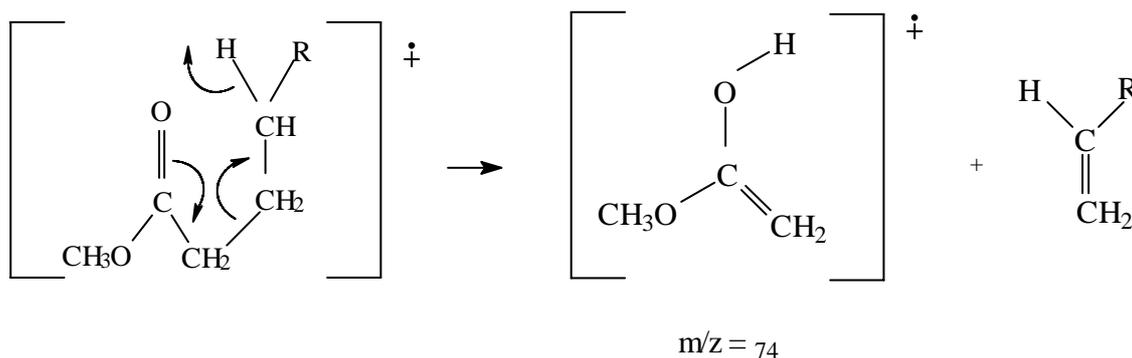
Os teores de colesterol detectados nas amostras dos *habitats* analisadas estão abaixo do limite máximo recomendado pela III DIRETRIZES BRASILEIRAS SOBRE DISLIPIDEMIAS (2001), que recomendam uma ingestão de colesterol total menor que 300 mg por dia. É importante salientar que valores mais precisos poderiam ser detectados através do método HPLC, por ser mais preciso e exato que a colorimetria.

### 4. 3. ÁCIDOS GRAXOS

#### 4. 3. 1. Identificação dos Ácidos Graxos

A identificação de 15 ésteres metílicos de ácidos graxos presentes nas espécies estudadas foi realizada através das comparações de seus respectivos espectros de massas com espectros de massas de padrões disponíveis e com aqueles relatados pela literatura.

Os espectros de massas dos ácidos graxos saturados de cadeia linear apresentaram como íons diagnósticos  $m/z$  74 (pico base) (**Figura 30**) e  $M^+$  (íon molecular). O pico base é formado através do rearranjo de McLafferty ou clivagem- $\beta$  (quebra da ligação 2, 3 com simultânea migração de um átomo de hidrogênio para o fragmento perdido) (RYHAGE e STENHAGEM, 1960; SILVERSTEIN e col. 1979).



**Figura 30. Fragmentação do Íon Molecular Característico de Ésteres Metílicos.**

As intensidades relativas dos íons moleculares aumentaram com o aumento do peso molecular dos ésteres, em consonância com as observações de RYHAGE e STENHAGEM, (1960).

Dentre os principais fragmentos, alguns são de íons tendo número de massa ímpar (27, 29, 41, 43, 55, 57, 59, 75, 87 e 143) típicos de hidrocarbonetos de cadeias lineares.

Os espectros de massas dos ésteres metílicos dos ácidos monoinsaturados (C16:1  $\omega$ -7) e (C18:1  $\omega$ -9) tiveram como íons diagnósticos  $m/z$  55 (pico base,  $C_4H_7^+$ ),  $M^+$  (íon molecular),  $M^+ - 32$  (perda de  $CH_3OH$ ) e  $M^+ - 31$  (perda de  $OCH_3$ ). Estes dois últimos fragmentos apareceram nos espectros dos ésteres monoinsaturados com intensidades relativas muito baixas; na ausência do íon molecular, como ocorreu, por exemplo, para o ácido (C16:1  $\omega$ -7), os íons  $M^+ - 32$  ou  $M^+ - 31$  foram úteis na determinação do íon molecular  $M^+$ .

Picos bases de  $m/z$  55 igual ao observado neste trabalho foram relatados na literatura (ALEXANDRE e col. 1985; MARZOUKI e col. 1988) para o ácido C18:1  $\omega$ -9, enquanto HALLGREN e col. (1959) descreveram um  $m/z$  de 264. Vale destacar que todos os espectros de massas, semelhantes a este estudo, foram obtidos por impacto eletrônico a 70eV, então outros fatores poderão ser responsáveis por estas diferenças nos picos bases. Nos trabalhos de HALLGREN e col. (1959), o fragmento  $m/z$  55 apareceu como o segundo mais intenso.

Cromatogramas das espécies do *habitat* marinho (Figuras 31 e 32).

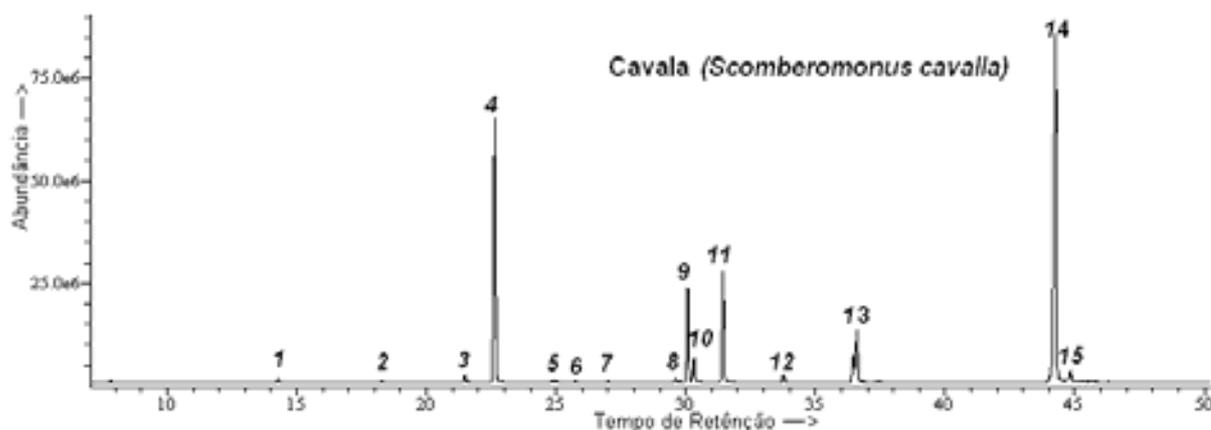


Figura 31. Cromatograma dos Ácidos Graxos da Cavala (*Scomberomorus cavalla* Cuvier, 1829) Procedente da Costa Marítima-AL.

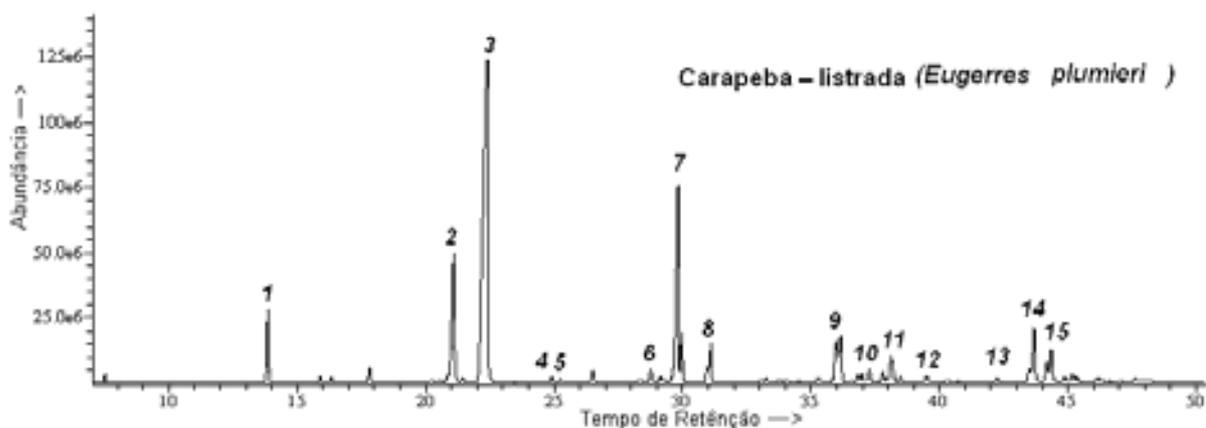


Figura 32. Cromatograma dos Ácidos Graxos da Carapeba-listrada (*Eugerres plumieri* Cuvier, 1830) Procedente da Costa Marítima-AL.

Cromatogramas das espécies do *habitat* estuarino (Figuras 33 e 34).

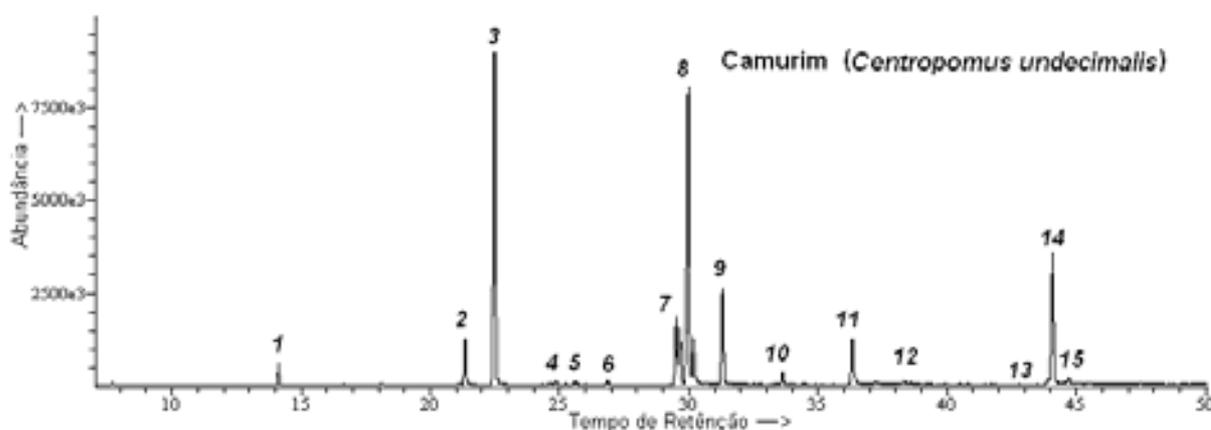


Figura 33. Cromatograma dos Ácidos Graxos do Camurim (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792) Procedente da Lagoa Mundaú-AL.

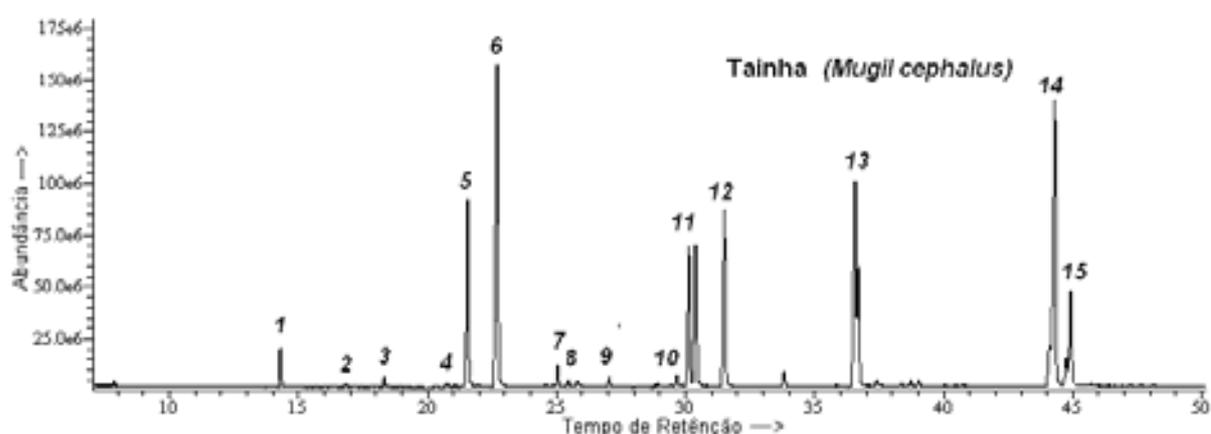


Figura 34. Cromatograma dos Ácidos Graxos da Tainha (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) Procedente da Lagoa Mundaú-AL.

O ácido da família  $\omega$ -6 (C18:2  $\omega$ -6) apresentou o fragmento mais característico, o pico base de  $m/z$  67. Este mesmo pico foi relatado para C18:2  $\omega$ -6 (HALLGREN e col. 1959; KHAN e SCHEINMANN, 1978; ALEXANDRE e cols., 1985; MARZOUKI e col. 1988). Entretanto, um pico base de  $m/z$  79 foi encontrado para C18:2  $\omega$ -6 (DAIKOKU e col. 1982), cujos espectros foram obtidos a 20eV. Assim, esta energia de ionização mais baixa pode ser a responsável por esta diferença.

Um pico base de  $m/z$  41 ( $C_3H_5^+$ ) foi observado para todos os membros da família  $\omega$ -6, enquanto o pico de  $m/z$  79 ( $C_6H_7^+$ ) para os ésteres metílicos da família  $\omega$ -3. Esses íons serviram para o diagnóstico das famílias de ácidos graxos das amostras de peixes estudadas, embora alguns dados da literatura sejam conflitantes. Por exemplo, um pico base  $m/z$  79 foi citado por ZEMAN e SCHARMANN (1972) para C18:3  $\omega$ -3, enquanto o fragmento  $m/z$  79 foi descrito por, como pico base dos ésteres metílicos C20:4  $\omega$ -6 e C22:6  $\omega$ -3 (ARAKI e col. 1976). Em outro estudo foi encontrado para o ácido C20:4  $\omega$ -6 o pico base  $m/z$  79 (DAIKOKU e col. 1982). ALEXANDRE e col. (1985) observaram para o ácido graxo triinsaturado C18:3  $\omega$ -3 um pico base  $m/z$  67 e valor similar para o pico base  $m/z$  79 para os ácidos graxos C20:5  $\omega$ -3; C22:5  $\omega$ -3 e C22:6  $\omega$ -3 e  $m/z$  67 para o ácido graxo C18:3  $\omega$ -3. Por outro lado, HETHELYI e col. (1987) destacaram um pico base  $m/z$  80 para o ácido graxo C18:3  $\omega$ -3. Finalmente, HALLGREN e col. (1959) encontraram para o C18:3  $\omega$ -3 um pico base de  $m/z$  79, que também foi o pico base do (C22:6  $\omega$ -3) descrito por HORMAN e TRAITLER (1989).

#### 4. 3. 2. Ácidos Graxos Encontrados nas Espécies

##### 4. 3. 2. 1. Habitat Marinho

Nas **Tabelas 6 e 7** são apresentados quinze ácidos graxos encontrados nas espécies de peixes do *habitat* marinho com seus respectivos tempos de retenção. O perfil de ácidos graxos encontrados nos filés de peixes do *habitat* marinho é apresentado na **Tabela 8** e nas **Figuras 35, 36 e 37**. Foram detectados quinze ácidos graxos, seis saturados, três monoinsaturados e seis poliinsaturados.

**Tabela 6. Tempo de Retenção de Ésteres Metílicos dos Ácidos Graxos da Cavala (*Scomberomonus cavalla* Cuvier, 1829) Procedente da Costa Marítima-AL.**

Pico	TR	Ácido Graxo
1	14.275	Láurico (C12:0)
2	18.965	Mirístico (C14:0)
3	22.635	Pentadecanóico (C15:0)
4	23.986	Palmítico (C16:0)
5	25.076	Palmitoleico (C16:1) $\omega$ -7
6	25.989	Margárico (C17:0)
7	27.161	<i>cis</i> -10-Heptadecenóico (C17:1)
8	29.633	Estearíco (C18:0)
9	30.093	Oléico (C18:1) $\omega$ -9
10	30.676	Linoléico (C18:2) $\omega$ -6
11	31.446	$\alpha$ -Linolênico (C18:3) $\omega$ -3
12	34.658	Araquidônico (C20:4) $\omega$ -6
13	36.787	<i>cis</i> -5,8,11,14,17 Eicosapentaenóico (C20:5) $\omega$ -3
14	44.699	Docosapentaenóico (C22:5) $\omega$ -3
15	44.868	<i>cis</i> -4,7,10,13,16,19 Docosaexaenóico (C22:6) $\omega$ -3

**Tabela 7. Tempo de Retenção de Ésteres Metílicos dos Ácidos Graxos da Carapeba-listrada (*Eugerres plumieri* Cuvier, 1830) Procedente da Costa Marítima-AL**

Pico	TR	Ácido Graxo
1	14.269	Láurico (C12:0)
2	21.488	Mirístico (C14:0)
3	22.634	Pentadecanóico (C15:0)
4	24.845	Palmítico (C16:0)
5	25.002	Palmitoleico (C16:1) $\omega$ -7
6	29.610	Margárico (C17:0)
7	30.076	<i>cis</i> -10-Heptadecenóico (C17:1)
8	31.441	Estearíco (C18:0)
9	36.461	Oléico (C18:1) $\omega$ -9
10	37.267	Linoléico (C18:2) $\omega$ -6
11	38.076	$\alpha$ -Linolênico (C18:3) $\omega$ -3
12	39.968	Araquidônico (C20:4) $\omega$ -6
13	42.260	<i>cis</i> -5,8,11,14,17 Eicosapentaenóico (C20:5) $\omega$ -3
14	43.845	Docosapentaenóico (C22:5) $\omega$ -3
15	44.676	<i>cis</i> -4,7,10,13,16,19 Docosaexaenóico (C22:6) $\omega$ -3

Segundo a revisão de MONTEIRO (1998), a composição dos ácidos graxos pode sofrer variações em função da espécie, gênero e alimentação.

Tabela 8. Perfil de Ácidos Graxos dos Peixes do *Habitat* Marinho.

Ácidos graxos	Teores %	
	Cavala * ( <i>Scomberomonus cavalla</i> )	Carapeba-listrada* ( <i>Eugerres plumieri</i> )
Laurico (C12:0)	2,44 (± 1,94) <sup>a</sup>	4,02 (± 1,58) <sup>b</sup>
Mirístico (C14:0)	1,55 (± 0,75) <sup>a</sup>	3,45 (± 0,62) <sup>b</sup>
Pentadecanóico (C15:0)	9,28 (± 1,16) <sup>a</sup>	13,78 (± 4,93) <sup>b</sup>
Palmítico (C16:0)	17,34 (± 7,02) <sup>a</sup>	16,75 (± 5,97) <sup>b</sup>
Palmitoléico (C16:1)	2,90 (± 0,59) <sup>a</sup>	3,91 (± 0,83) <sup>b</sup>
Margárico (C17:0)	1,59 (± 0,51) <sup>a</sup>	7,05 (± 1,04) <sup>b</sup>
Heptadecenóico (C17:1 ω-7)	5,79 (± 1,37) <sup>a</sup>	8,06 (± 1,13) <sup>b</sup>
Estearico (C18:0)	10,45 (± 1,01) <sup>a</sup>	8,87 (± 1,66) <sup>b</sup>
Oléico (C18:1 ω-9)	7,74 (± 1,27) <sup>a</sup>	7,70 (± 2,25) <sup>a</sup>
Linoléico (C18:2 ω-6)	6,91 (± 1,18) <sup>a</sup>	6,72 (± 1,60) <sup>a</sup>
α-Linolênico (C18:3 ω-3)	2,90 (± 0,92) <sup>a</sup>	5,43 (± 1,40) <sup>b</sup>
Araquidônico (C20:4 ω-6)	5,38 (± 1,60) <sup>a</sup>	3,12 (± 0,90) <sup>b</sup>
Eicosapentaenóico (C20:5 ω-3)	10,82 (± 3,14) <sup>a</sup>	3,19 (± 0,74) <sup>b</sup>
Docosapentaenóico (C22:5 ω-3)	10,38 (± 1,37) <sup>a</sup>	3,35 (± 0,36) <sup>b</sup>
Docosaexaenóico (C22:6 ω-3)	4,50 (± 1,87) <sup>a</sup>	2,90 (± 0,80) <sup>b</sup>
Σ Saturados	42,65	53,92
Σ Monoinsaturados	16,43	19,67
Σ Poliinsaturados	40,89	24,71
Insaturados/Saturados	1,34	0,82
Monoinsaturados/Saturados	0,38	0,36
Poliinsaturados/Saturados	0,95	0,45
Razão ω-6/ω-3	1:2	1:1,5
EPA + DHA	15,32	6,09
Rel. Hiper/Hipo**	0,32	0,38

\*Média de 10 amostras analisadas em triplicata.

\*\* Relação ácido graxo hipercoeristêmico / hipocoeristêmico = ácido graxo hipercoeristêmico (C14:0 + C16:0) / ácido graxo hipocoeristêmico (monoinsaturado + poliinsaturados).

Valores com letras diferentes na mesma linha significam diferenças estatisticamente significativas (p < 0,05).

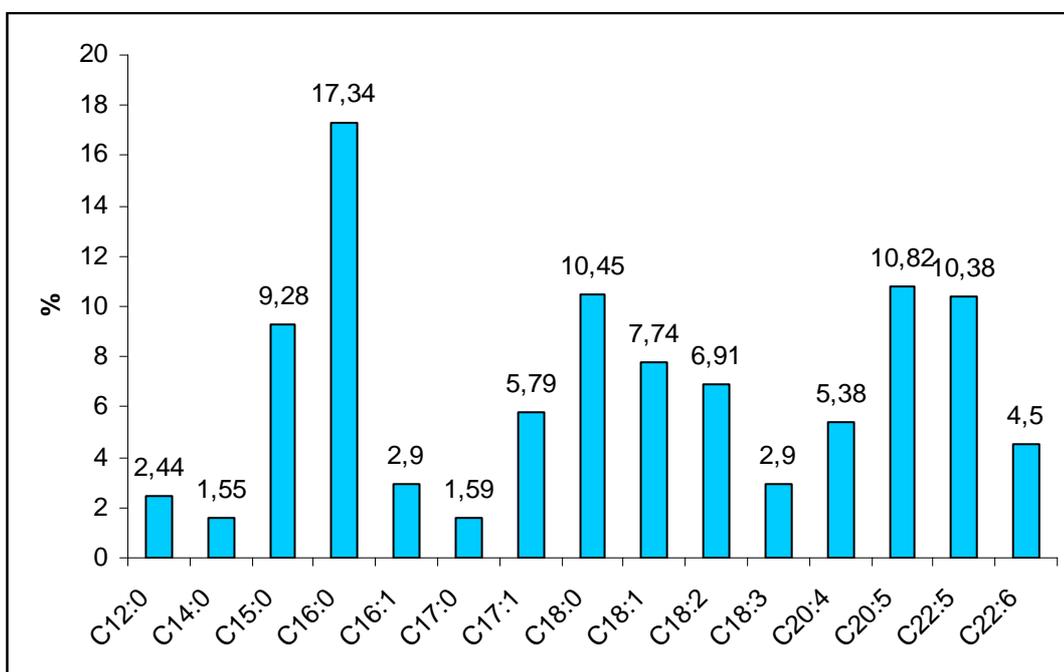


Figura 35. Perfil dos Ácidos Graxos da Cavala (*Scomberomonus cavalla* Cuvier, 1829).

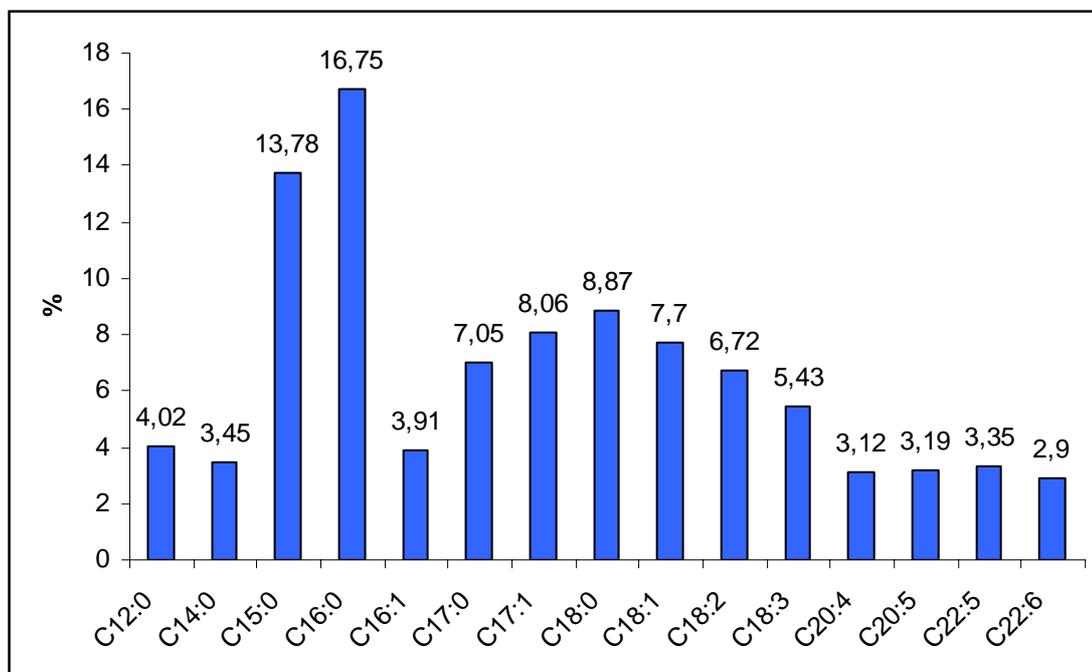
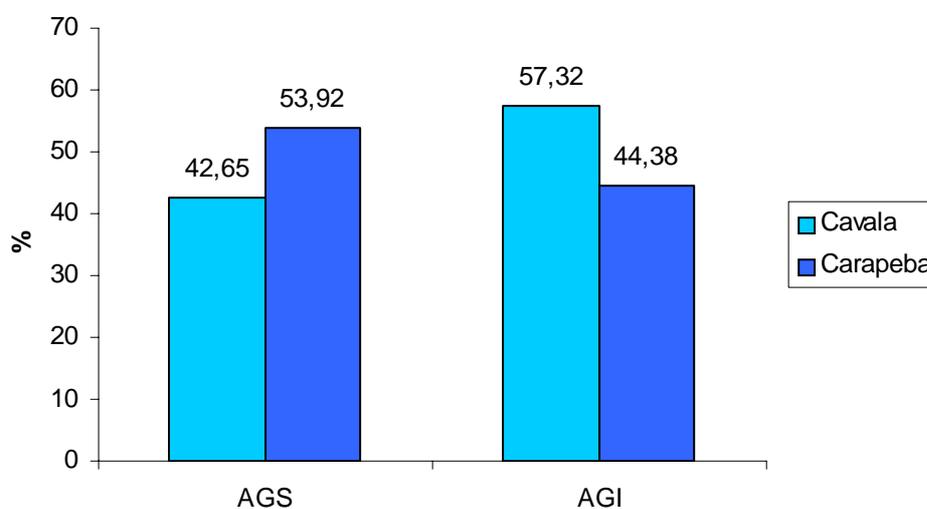


Figura 36. Perfil dos Ácidos Graxos da Carapeba-listrada (*Eugerres plumieri* Cuvier, 1830).



**Figura 37. Ácidos Graxos Saturados e Insaturados dos Peixes do *Habitat* Marinho.**

Os valores médios de ácidos graxos, em ordem decrescente, para a cavala (*Scomberomonus cavalla* Cuvier, 1829) foram: a) saturados: C16:0 (17,34%), C18:0 (10,45%), C15:0 (9,28%), C12:0 (2,44%), C17:0 (1,59%) e C14:0 (1,55%) e; b) monoinsaturados: C18:1  $\omega$ -9 (7,74%), C17:1 (5,79%) e C16:1  $\omega$ -7 (2,90%); e c) poliinsaturados: C20:5  $\omega$ -3 (10,82%), C22:5  $\omega$ -3 (10,38%), C18:2  $\omega$ -6 (6,91%), C20:4  $\omega$ -6 (5,38%), C22:6  $\omega$ -3 (4,50%) e C18:3  $\omega$ -3 (2,90%). A relação entre ácido graxo poliinsaturado e ácido graxo saturado (P/S) foi de 0,95%; as médias do total de ácido graxo  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 foram 12,29% e 28,6%, respectivamente; e a razão  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 foi de 1:2.

Para a carapeba-listrada (*Eugerres plumieri* Cuvier, 1830), os teores médios de ácidos graxos, em ordem decrescente foram: a) saturados: C16:0 (16,75%), C15:0 (13,78%), C18:0 (8,87%), C17:0 (7,05%), C12:0 (4,02%) e C14:0 (3,45%); b) monoinsaturados: C17:1 (8,06%), C18:1  $\omega$ -9 (7,70%) e C16:1  $\omega$ -7 (3,91%); c) poliinsaturados: C18:2  $\omega$ -6 (6,72%), C18:3  $\omega$ -3 (5,43%), C22:5  $\omega$ -3 (3,35%), C20:5  $\omega$ -3 (3,19%), C20:4  $\omega$ -6 (3,12%) e C22:6  $\omega$ -3 (2,90%). A relação entre ácido graxo poliinsaturado e ácido graxo saturado (P/S) foi de 0,45%; as

médias do total de ácido graxo  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 foram 9,84% e 14,87%, respectivamente; e a razão  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 foi de 1:1,5.

Quanto aos ácidos graxos saturados, o ácido palmítico (C16:0) foi o que apresentou maior concentração em ambas as espécies analisadas, 16,75% para a carapeba-listrada e 17,34% para a cavala. Os elevados percentuais de C16:0 encontrados em nosso trabalho também foram detectados por BADOLATO e col. (1994) em filés e polpas de peixes marinhos analisados nas diferentes estações do ano, variando de 14,2% a 31,3% nos filés e 15,5% a 29,1% na polpa. BRUSCHI (2001) detectou valores superiores a 20% para o ácido palmítico em todas as espécies de peixes estudadas, com o maior teor (29,6%) na sardinha e o menor teor (16,23%) na pescada foguete.

SILVA e col. (1993), estudando sardinha, observaram teores similares dos ácidos graxos mirístico (C14:0) e esteárico (C18:0), porém, a composição de ácido palmítico (C16:0) detectada foi maior que a encontrada neste trabalho (31,7%). Valores ainda maiores foram relatados por LUIZA (2000) para as seguintes espécies de peixes: sardinha, analisada no verão (46,82%) e no inverno (48,12%); corvina, no verão 38,61% e no inverno 38,2%, e tilápia 35,47% durante o verão e 36,39% no inverno. Já para o curimatá os teores foram menores, no verão 27,84% e no inverno 30,02%. NOVA e col. (2000) estudando o pargo (peixe marinho – *Lutjanus purpureus*) encontraram para o ácido palmítico 19,88%, para o ácido mirístico 3,25% e para o ácido esteárico 8,27%.

O ácido pentadecanóico (C15:0) que apareceu em segundo lugar em concentração em ambas as espécies, foi detectado em quantidades de 13,78% e 9,28% para a carapeba-listrada e a cavala, respectivamente. O terceiro ácido saturado detectado em maior concentração foi o ácido esteárico (C18:0) de 8,87% para a carapeba-listrada e de 10,45% para a cavala. Dentre as espécies analisadas por BADOLATO e col. (1994), o peixe-porco foi o que apresentou maior porcentagem de ácido esteárico (15,3%). Segundo MONTEIRO (1998), o ácido esteárico é considerado não aterogênico, sendo hipocolesterolêmico, este ácido graxo neutro é convertido rapidamente a ácido oléico pelo organismo após sua ingestão e não afeta o colesterol plasmático.

Os ácidos graxos saturados láurico (C12:0) e o mirístico (C14:0) foram detectados em pequenas concentrações em ambas as espécies estudadas. Tais ácidos graxos promovem hipercolesterolemia (LIMA e col. 2000).

Entre os ácidos graxos monoinsaturados, os ácidos heptadecenóico (C17:1), oléico (C18:1  $\omega$ -9) e palmitoléico (C16:1) foram os detectados nas espécies estudadas. Os que apresentaram maiores porcentagens foram o ácido heptadecenóico (C17:1) na carapeba-listrada, 8,06% e o ácido oléico (C18:1  $\omega$ -9) na cavala 7,74%. O ácido graxo oléico é utilizado no organismo como fonte preferencial de energia metabolizável no crescimento rápido (ODA e col. 2004). BADOLATO e col. (1994) detectaram teores elevados de (C16:1), para ambas as espécies estudadas de (C16:1). Teores inferiores foram citados por BRUSCHI (2001) para as espécies: sardinha (6,59%), sardinha com músculo roxo (6,95%), pescada foguete (5,75%), pescada branca (8,28%), corvina (0,94%), bonito-listrado (3,46%), bonito com músculo roxo (2,68%) e teor similar para goete (7,75%). HEARN e col. (1987) trabalhando com várias espécies de pescado, entre elas a tilápia (sem identificarem a espécie), encontraram o ácido monoinsaturado oléico como majoritário (20,0%).

Para a avaliação de uma espécie de peixe como fonte de ácido graxo poliinsaturado, visando benefícios à saúde humana, é necessário o conhecimento de dois aspectos da composição dos peixes: perfil de ácidos graxos, especialmente os poliinsaturados, e o teor de lipídeos da espécie (BELDA e POURCHET-CAMPO, 1991).

Quanto aos poliinsaturados, estes valores representaram 24,71% para a carapeba-listrada e 40,89% para a cavala, do total de ácidos graxos presentes nas amostras. Teores menores foram detectados por BRUSCHI, 2001 ; LUIZA, 2000, para todas as espécies estudadas.

Os níveis de ácido  $\alpha$ -linolênico (C18:3  $\omega$ -3) detectados em ambos os peixes estudados foram mais elevados que os encontrados por ROMERO e col. (1996) em conservas de pescados no Chile. BADOLATO e col. (1994) encontraram em polpas de peixes marinhos valores de (C18:3  $\omega$ -3), variando de 0,9% a 2,5%. Teores menores também foram detectados por BRUSCHI, (2001) em todas as espécies estudadas. O ácido  $\alpha$ -linolênico é importante na modulação do metabolismo do ácido araquidônico (C20:4  $\omega$ -6), com conseqüente redução da agregação plaquetária (LIRA e col. 2004).

O aumento da sua quantidade na dieta é muito importante em certos estágios de doenças (cardiovasculares, câncer e imunológicas), pois elevam a concentração dos ácidos eicosapentaenóico e docosaexaenóico, sendo este último

indispensável ao funcionamento cerebral (SIMOPOULOS, 1991). Segundo NEUMANN e col. (2000), o ácido graxo  $\omega$ -3 é um componente alimentar indicado para proteção contra as doenças cardiovasculares e hipertensão arterial sistêmica porque conduz à diminuição nas concentrações sanguíneas de triglicerídeos, da agregação plaquetária e da pressão arterial. A principal fonte deste ácido é o peixe (OLSZEWER e col. 1997), que deve ser ingerido de duas a três vezes na semana (KRAUSS e col. 2000). Os ácidos graxos poliinsaturados  $\omega$ -3 mostram efeito benéfico na prevenção de vários tipos de câncer (LIMA e col. 2002).

Foi observada uma quantidade considerável do ácido araquidônico em ambas as espécies estudadas, especialmente na cavala (5,38%), reforçando as verificações feitas em outros trabalhos de que peixes de águas tropicais contêm maiores níveis de ácidos graxos insaturados da série  $\omega$ -6, principalmente C20:4, do que os de águas temperadas (GIBSON, 1983 ; SINCLAIR, 1983). Este ácido graxo é considerado essencial, tendo papel central no processo inflamatório, uma vez que pode ser convertido em eicosanóides (prostaglandinas, leucotrienos, tromboxanas e lipoxinas) que são importantes em uma série de sistemas fisiológicos, como o renal, gastrointestinal, reprodutor e cardiovascular, além de serem mediadores das respostas imune e inflamatória (LIRA e col. 2005). Eles também são inibidores de proliferação celular e citotóxica (CURI e col. 2002). O ácido araquidônico participa na formação da bainha de mielina das terminações nervosas e de sua recomposição nos casos de esclerose múltipla (TURATTI e col. 2002).

Com relação aos ácidos graxos poliinsaturados EPA e DHA, a cavala apresentou níveis elevados para ambos, 10,82% para o EPA e 4,50% para o DHA. Para LUZIA (2000), em relação aos poliinsaturados, os principais ácidos graxos encontrados na sardinha, em ambas as estações pesquisadas, foram o DHA (10,06% e 11,43% para o verão e inverno, respectivamente), seguido do EPA (3,02% e 1,87% para o verão e inverno, respectivamente), resultados semelhantes foram encontrados na literatura (HEARN e col. 1987; SÁNCHEZ-MUNIZ e cols., 1992; BADOLATO e col. 1994; CANDELA e col. 1998). BRUSCHI (2000) detectou teor expressivo de DHA para todas as espécies estudadas, sendo estes teores superiores aos observados no nosso trabalho (13,4% a 21,4%), enquanto para o EPA o teor de 10,9% para a corvina foi similar ao encontrado no nosso trabalho para a espécie cavala (10,82%).

Levando em consideração os benefícios conhecidos à saúde humana atribuída à ingestão de EPA e o DHA, determinou-se a soma desses dois ácidos visando uma avaliação da qualidade nutricional das espécies estudadas.

O somatório de EPA e DHA encontrado para as espécies do *habitat* marinho foi de 15,32% e 6,09% para a cavala e carapeba-listrada, respectivamente. LUIZA (2000) encontrou para a sardinha 13,09% no verão e 13,22% no inverno. Valores maiores foram relatados por BADOLATO e col. (1994) para as todas espécies analisadas. SÁNCHEZ-MUNIZ e col. (1992) também relataram teores elevados para a sardinha (20,2%). Um teor mais baixo foi relatado por LUIZA (2000) para a corvina no verão (12,63%) e no inverno (12,52%). Já para a tilápia, LUIZA (2000) encontrou 12,47% no inverno e 7,46% no verão. Em um trabalho realizado por VISENTAINER e col. (2000), os valores de DHA na gordura da sardinha corresponderam a 13,8% aos determinados nas espécies deste estudo. Em um trabalho realizado na Espanha por BELTRAN e MORAL (1991), com uma outra espécie de sardinha (*Sardina pilchardus* W.), onde a soma do DHA e do EPA atingiu valor superior 24,1%. VISENTAINER e col. (2000) analisaram a composição de ácidos graxos poliinsaturados para o atum bonito listrado, detectando níveis de 16,3% e 9,5% para o DHA e para EPA, respectivamente.

A relação poliinsaturados/saturados (P/S) encontrada foi de 0,95% para a cavala e 0,45% para a carapeba-listrada. O valor encontrado na relação poliinsaturados/saturados para a cavala no presente estudo é superior e para a carapeba-listrada é similar ao mínimo recomendado pelo BRITISH DEPARTMENT OF HEALTH (1994) para a dieta total, que é de 0,45. Valores menores foram detectados por LUZIA (2000) na sardinha (0,22% no verão e 0,21% no inverno). Valor similar ao deste trabalho foi detectado por BADOLATO e col. (1994) para a sardinha no verão (0,93%). HEARN e col. (1987) encontraram uma relação P/S significativamente superior (1,03%) para a tilápia. Essa variação pode ser devido à espécie, assim como alimentação e sazonalidade.

Na relação entre ácido graxo hiper/hipocoleristêmico a carapeba-listrada apresentou maior (0,38%).

Outra razão determinada foi entre os ácidos graxos das famílias  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 ( $\omega$ -6/  $\omega$ -3). A JAPAN SOCIETY OF LIPID NUTRITION recomenda que a razão  $\omega$ -6/  $\omega$ -3 seja de 4:1 para adultos saudáveis e de 2:1 na prevenção de doenças crônicas

em idosos (UAUY e VALENZUELA, 1999). No presente trabalho, a proporção foi de 1:2 para cavala e 1:1,5 para a carapeba-listrada. Para LUZIA (2000) essa relação variou significativamente, entre as estações do ano, para a sardinha, sendo encontrado no verão 2,3:1 e no inverno 3,2:1. Entretanto, HEARN e col. (1987) detectaram, para a mesma espécie estudada por LUZIA (2000), o valor de 3,7:1. KOTB e col. (1991) estudaram 20 espécies de pescado e obtiveram valores de 1:1 a 4:1; em 14 espécies os autores encontraram uma relação em favor do DHA e nas outras seis espécies os valores de EPA predominaram.

#### **4. 3. 2. 2. Habitat Estuarino**

Nas **Tabelas 9 e 10** são apresentados quinze ácidos graxos presentes nas espécies de peixes do *habitat* estuarino, com seus respectivos tempos de retenção. A composição em ácidos graxos dos filés de peixes do *habitat* estuarino consta na **Tabela 11** e nas **Figuras 38, 39 e 40**. Foram detectados quinze ácidos graxos, seis saturados, três monoinsaturados e seis poliinsaturados. Os valores obtidos foram comparados com peixes de água doce, pois não há dados na literatura de perfil de ácidos graxos em peixes de estuário.

**Tabela 9. Tempo de Retenção de Ésteres Metílicos dos Ácidos Graxos do Camurim (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792).**

Pico	TR	Ácido Graxo
1	14.131	Láurico (C12:0)
2	21.340	Mirístico (C14:0)
3	22.575	Pentadecanóico (C15:0)
4	24.456	Palmítico (C16:0)
5	25.479	Palmitoleico (C16:1) $\omega$ -7
6	26.618	Margárico (C17:0)
7	29.925	<i>cis</i> -10-Heptadecenóico (C17:1)
8	30.173	Estearico (C18:0)
9	31.291	Oléico (C18:1) $\omega$ -9
10	34.648	Linoléico (C18:2) $\omega$ -6
11	36.315	$\alpha$ -Linolênico (C18:3) $\omega$ -3
12	38.456	Araquidônico (C20:4) $\omega$ -6
13	43.876	<i>cis</i> -5,8,11,14,17 Eicosapentaenóico (C20:5) $\omega$ -3
14	44.026	Docosapentaenóico (C22:5) $\omega$ -3
15	44.676	<i>cis</i> -4,7,10,13,16,19 Docosaexaenóico (C22:6) $\omega$ -3

**Tabela 10. Tempo de Retenção de Ésteres Metílicos dos Ácidos Graxos da Tainha (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758).**

Pico	TR	Ácido Graxo
1	14.303	Láurico (C12:0)
2	16.658	Mirístico (C14:0)
3	18.729	Pentadecanóico (C15:0)
4	21.945	Palmítico (C16:0)
5	22.673	Palmitoleico (C16:1) $\omega$ -7
6	23.134	Margárico (C17:0)
7	25.091	<i>cis</i> -10-Heptadecenóico (C17:1)
8	25.898	Estearico (C18:0)
9	27.823	Oléico (C18:1) $\omega$ -9
10	29.878	Linoléico (C18:2) $\omega$ -6
11	30.108	$\alpha$ -Linolênico (C18:3) $\omega$ -3
12	31.117	Araquidônico (C20:4) $\omega$ -6
13	44.288	<i>cis</i> -5,8,11,14,17 Eicosapentaenóico (C20:5) $\omega$ -3
14	44.749	Docosapentaenóico (C22:5) $\omega$ -3
15	44.921	<i>cis</i> -4,7,10,13,16,19 Docosaexaenóico (C22:6) $\omega$ -3

Tabela 11. Perfil de Ácidos Graxos dos Peixes do *Habitat* Estuarino.

Ácidos graxos	Teores %	
	Camurim * ( <i>Centropomus undecimalis</i> )	Tainha* ( <i>Mugil cephalus</i> )
Laúrico (C12:0)	2,11 (± 0,35) <sup>a</sup>	6,61 (± 1,38) <sup>b</sup>
Mirístico (C14:0)	7,09 (± 3,85) <sup>a</sup>	7,66 (± 1,50) <sup>a</sup>
Pentadecanóico (C15:0)	20,33 (± 6,91) <sup>a</sup>	9,14 (± 1,20) <sup>b</sup>
Palmítico (C16:0)	14,38 (± 1,06) <sup>a</sup>	12,97 (± 4,28) <sup>b</sup>
Palmitoléico (C16:1)	4,79 (± 1,83) <sup>a</sup>	7,60 (± 1,69) <sup>b</sup>
Margárico (C17 : 0)	9,87 (± 2,59) <sup>a</sup>	9,13 (± 3,12) <sup>a</sup>
Heptadecenóico (C17:1 ω-7)	7,78 (± 1,06) <sup>a</sup>	6,14 (± 1,84) <sup>b</sup>
Esteárico (C18:0)	11,93 (± 4,88) <sup>a</sup>	4,26 (± 1,72) <sup>b</sup>
Oléico (C18:1 ω-9)	4,88 (± 1,97) <sup>a</sup>	6,27 (± 1,31) <sup>b</sup>
Linoléico (C18:2 ω-6)	4,08 (± 0,26) <sup>a</sup>	6,28 (± 1,37) <sup>b</sup>
α-Linolênico (C18:3 ω-3)	2,20 (± 0,84) <sup>a</sup>	5,61(± 2,96) <sup>b</sup>
Araquidônico (C20:4 ω-6)	1,78 (± 0,79) <sup>a</sup>	2,97 (± 0,88) <sup>a</sup>
Eicosapentaenóico (C20:5 ω-3)	4,28 (± 1,70) <sup>a</sup>	5,42 (± 2,10) <sup>b</sup>
Docosapentaenóico (C22:5 ω-3)	4,61 (± 1,05) <sup>a</sup>	4,79 (± 1,55) <sup>b</sup>
Docosaexaenóico (C22:6 ω-3)	0,93 (± 0,23) <sup>a</sup>	5,05 (± 1,57) <sup>b</sup>
Σ Saturados	65,71	49,77
Σ Monoinsaturados	17,45	20,01
Σ Poliinsaturados	17,88	30,12
Insaturados/Saturados	0,53	1,00
Monoinsaturados/Saturados	0,26	0,40
Poliinsaturados/Saturados	0,27	0,60
Razão ω-6/ω-3	1:2	1:2
EPA + DHA	5,21	10,47
Rel. Hiper/Hipo**	0,60	0,41

\* Média de 10 amostras analisadas em duplicata.

\*\* Relação ácido graxo hipercoletístico / hipocoleletístico = ácido graxo hipercoletístico (C14:0 + C16:0) / ácido graxo hipocoleletístico (monoinsaturado + poliinsaturados).

Valores com letras diferentes na mesma linha significam diferenças estatisticamente significativas (p < 0,05).

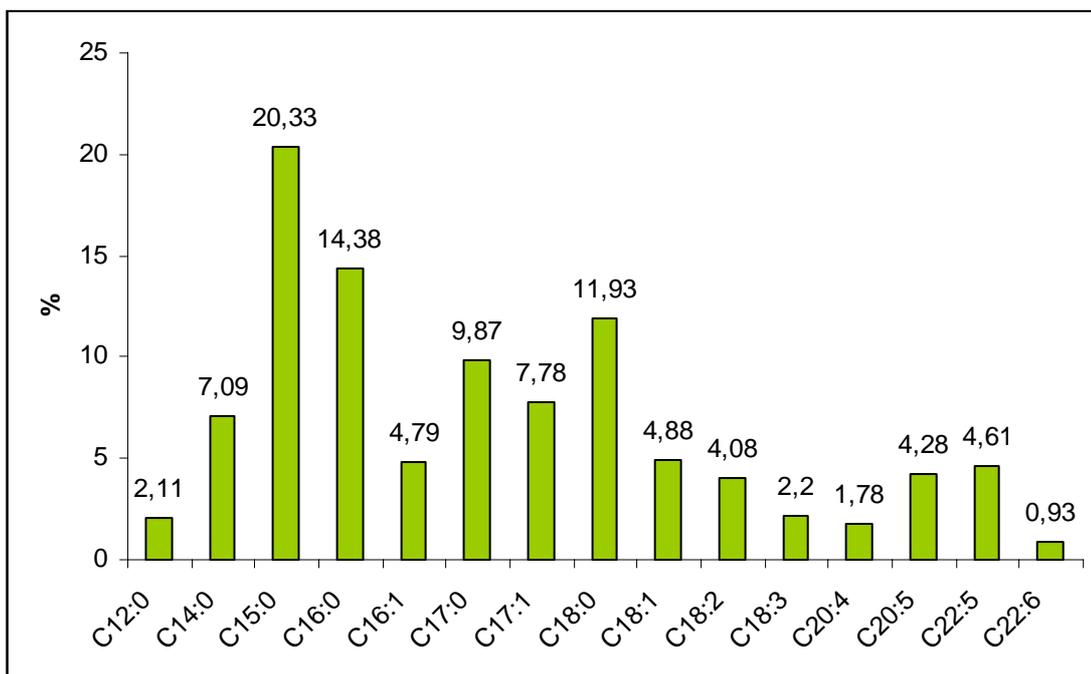


Figura 38. Perfil dos Ácidos Graxos do Camurim (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792).

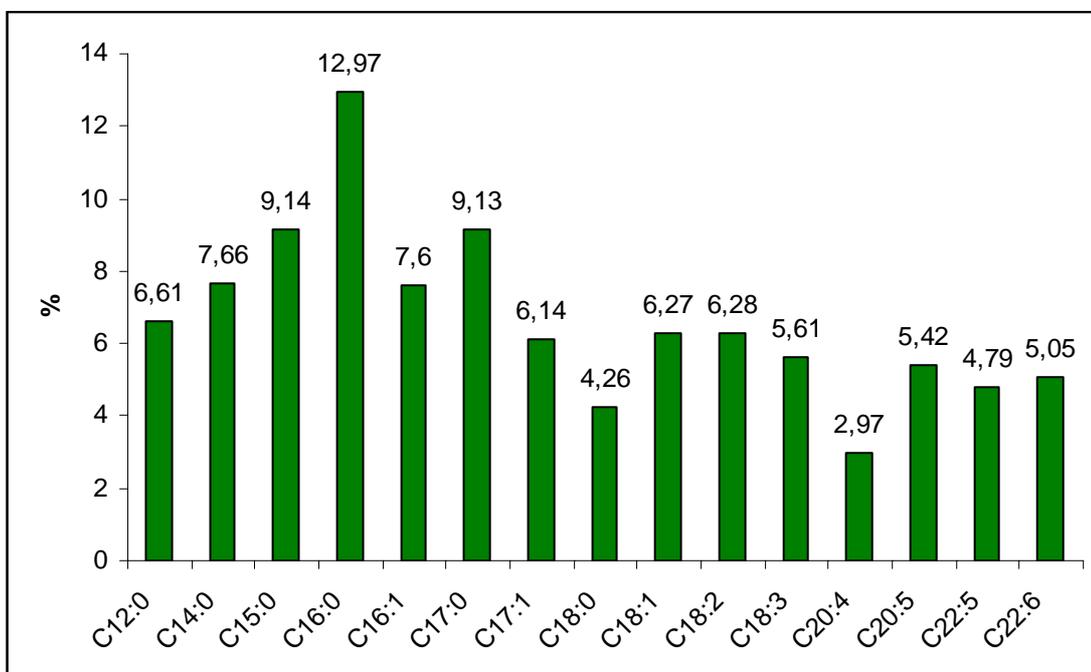
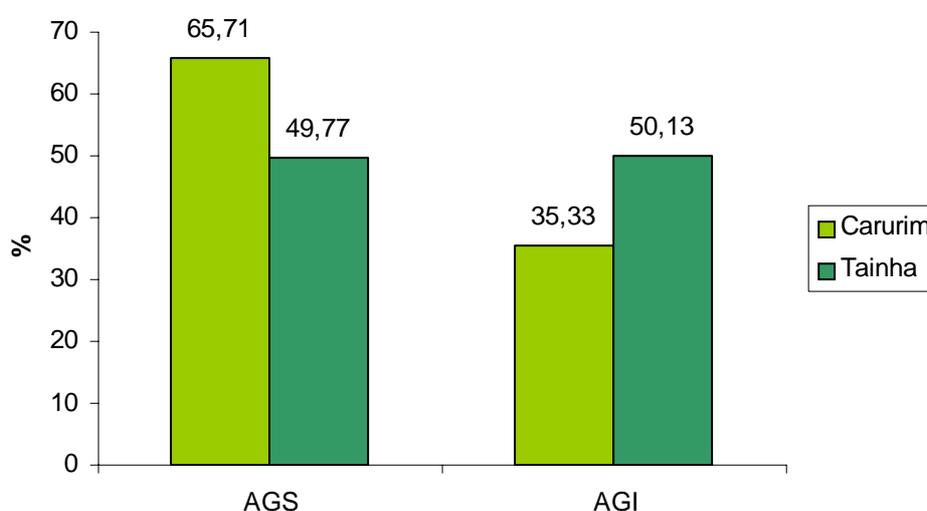


Figura 39. Perfil dos Ácidos Graxos da Tainha (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758).



**Figura 40. Ácidos Graxos Saturados e Insaturados dos Peixes do *Habitat* Estuarino.**

Os valores médios de ácidos graxos, em ordem decrescente para o camurim (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792) foram: a) saturados: C15:0 (20,33%), C16:0 (14,38%), C18:0 (11,93%), C17:0 (9,87%), C14:0 (7,09%) e C12:0 (2,11%); b) monoinsaturados: C17:1 (7,78), C18:1  $\omega$ -9 (4,88%) e C16:1  $\omega$ -7 (4,79%); e c) poliinsaturados: C22:5  $\omega$ -3 (4,61%), C20:5  $\omega$ -3 (4,28%), C18:2  $\omega$ -6 (4,08%), C18:3  $\omega$ -3 (2,20%), C20:4  $\omega$ -6 (1,78%), C22:6  $\omega$ -3 (0,93%). A relação entre ácido graxo poliinsaturado e ácido graxo saturado (P/S) foi de 0,27%; as médias do total de ácido graxo  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 foram 5,86% e 12,02%, respectivamente; e a relação  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 foi de 1:2.

Para a tainha (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758), os teores médios de ácidos graxos, em ordem decrescente foram: a) saturados: C16:0 (12,97%), C15:0 (9,14%), C17:0 (9,13%), C14:0 (7,66%), C12:0 (6,61%) e C18:0 (4,26%); e b) monoinsaturados: C16:1  $\omega$ -7 (7,60%), C17:1 (6,14%) e C18:1  $\omega$ -9 (6,27%); e c) poliinsaturados: C18:2  $\omega$ -6 (6,28%), C18:3  $\omega$ -3 (5,61%), C20:5  $\omega$ -3 (5,42%), C22:6  $\omega$ -3 (5,05%), C22:5  $\omega$ -3 (4,59%) e C20:4  $\omega$ -6 (2,97%). A relação entre ácido graxo poliinsaturado e ácido graxo saturado (P/S) foi de 0,60%; as médias do total de

ácido graxo  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 foram 9,25% e 20,87%, respectivamente; e a relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 foi de 1:2.

Os ácidos graxos saturados que se mostraram significativos foram os ácidos pentadecanóico (20,33%), palmítico (14,33%) e esteárico (11,93%) no camurim. Já na tainha os representativos foram os ácidos: palmítico (C16:0 - 12,97%), pentadecanóico (9,14%) e margárico (9,13%). MAIA e col. (1999) detectaram o ácido palmítico como principal ácido graxo saturado nas quatro espécies de peixes de água doce analisadas: pacu - *Piractus mesopotamicus* - 24,2%; curimatá - *Prochilodus scrofa* - 25,4%; tilápia - *Oreochromis niloticus* - 28,9% e no tambaqui - *Colossoma macropomum* - 28,8%. É considerado o principal ácido graxo responsável pelo aumento do colesterol sérico (LIRA e col. 2005), evidenciando as vantagens do filé de camurim e de tainha em relação às espécies estudadas por MAIA e col. (1999), pois um maior teor de gordura saturada é indesejável na dieta humana, visto que se apresenta como um dos fatores dietéticos de risco para o desenvolvimento de doença coronariana aterosclerótica (CURI e col. 2002). NOVA e col. (2000) relatam teor elevado de ácido palmítico para a tilápia (*Oreochromis niloticus*, 22,0%).

O ácido esteárico (C18:0) foi detectado em uma concentração significativa no camurim (11,93%) demonstrando um aspecto positivo sob o ponto de vista nutricional em relação à tainha. Segundo DENKE e GRUNDY, (1991) a gordura rica em ácido esteárico não eleva os níveis de colesterol total em comparação com a dieta rica em ácido oléico. MAIA (1992) detectou teores menores de ácido esteárico (C18:0) para o pacu (7,7%), curimatá (5,2%), tilápia (6,3%) e tambaqui (9,8%), este nível de concentração também foi encontrado por MACHADO (1989), para o pacu 8,1%, espécie não citada, e NOVA e col. (2000) na tilápia (*Oreochromis niloticus*, 6,40%). SABARENSE (2003) afirma que a concentração do colesterol sanguíneo aumenta duas vezes quando o consumo de ácidos graxos saturados é maior que o consumo de ácidos poliinsaturados.

O ácido mirístico (C14:0) foi encontrado em concentrações representativas em ambas as espécies estudadas: 7,09% no camurim e 7,66% na tainha. MAIA (1992), MACHADO (1989) e NOVA e col. (2000) detectaram teor menor para o ácido mirístico nas espécies: pacu (3,2%), curimatá (4,3%), tilápia (4,1%), pacu (2,7%); tilápia 3,13%, respectivamente. Tal ácido graxo promove hipercolesterolemia (LIMA e col. 2000) e está relacionado com o aumento no soro sanguíneo de lipoproteína de

baixa densidade (LDL), resultando na incidência de doenças cardiovasculares e suas seqüelas, ao lado do aumento dos níveis séricos de colesterol, levando a arteriosclerose (TURATTI e co. 2002).

Entre os ácidos graxos monoinsaturados, os ácidos heptadecenóico, oléico e palmitoléico foram detectados nas espécies estudadas. Os que apresentaram maiores porcentagens foram os ácidos graxos C17:1 no camurim (7,78%), C18:1  $\omega$ -9 (6,27%) e C16:1 (7,60%) na tainha. MAIA (1992) encontrou os seguintes teores de ácidos graxos monoinsaturados: no pacu; oléico (41,0%) e palmitoléico (8,9%); no curimatá, oléico (15,3%) e palmitoléico (16,3%); na tilápia, oléico (28,2%) e palmitoléico (6,0%), e no tambaqui, oléico (40,1%) e palmitoléico (6,3%). MACHADO (1989) detectou, para o pacu, a mesma espécie analisado por MAIA (1992), 42,8% de ácido oléico e 8,92% de ácido palmitoléico. Os ácidos graxos monoinsaturados têm um efeito hipocolesterolêmico intermediário (KRIS-ETHERTON e YU, 1997).

Quanto aos poliinsaturados, estes valores representaram 17,88% para o camurim e 30,12% para a tainha, quanto ao total de ácidos graxos presentes nas amostras. Teores mais elevados foram verificados por MAIA (1992) para as espécies: pacu (9,1%), tilápia (13,4%) e o tambaqui (8,9%), enquanto o curimatá o valor foi menor (2,5%). NOVA e col. (2000) e MACHADO (1989) detectaram teores elevados de ácido graxo poliinsaturado para as espécies: tilápia (11,62%) e pacu (10,3%). A deficiência destes ácidos acarreta alterações no crescimento, nas funções reprodutivas e lesões na pele (SABARENCE, 2003).

O nível de ácido  $\alpha$ -linolênico detectado em maior concentração foi na tainha de 5,61%. MAIA (1992) detectou em curimatá teor menor em relação ao nosso trabalho (3,7%). HU e col. (1999) demonstraram que o consumo de ácido  $\alpha$ -linolênico tem uma ação protetora contra o infarto do miocárdio e, ainda, atenua os efeitos do risco causado pelos ácidos graxos *trans*.

A tainha foi a espécie que apresentou o maior teor de ácido araquidônico (2,97%). NOVA e col. (2000) detectaram em tilápia teor mais elevado que o encontrado neste trabalho (3,21%), enquanto MAIA (1992) encontrou teores menores em curimatá (2,6%) e na tilápia (2,5%). Este ácido é considerado essencial. Esse ácido tem papel importante na agregação plaquetária. À medida que é liberado dos fosfolípidios da membrana da plaqueta, é utilizado na formação de

prostanóides pela ação da cicloxigenase, com efeito pró-agregatório. Esta propriedade é modulada pela concentração de ácidos graxos poliinsaturados com 20 e 22 átomos de carbono na molécula (SPRECHER, 1989). Os ácidos graxos poliinsaturados C20:4  $\omega$ -6 e o C22:6  $\omega$ -3 (DHA) são componentes estruturais predominantes da substância cinzenta do cérebro e da retina e, dessa forma, devem fazer parte da dieta da mãe para estarem disponíveis ao feto (tecido placentário) e ao recém-nascido (amamentação) (SIMOPOULOS, 1991).

Em termos de EPA e DHA, a tainha apresentou níveis elevados para ambos, 5,42% para o EPA e 5,05% para o DHA. Em peixes, as espécies de água doce, particularmente de águas tropicais, têm quantidade de C20:5  $\omega$ -3 e C22:6  $\omega$ -3 significativamente menores do que as espécies marinhas (MAIA e col. 1994 e 1995). MAIA (1992) encontrou teores de 3,1% de EPA para o curimatá e 2,6% de DHA para a tilápia, enquanto NOVA e col. (2000) detectaram em tilápia teores de EPA e DHA de 0,70% e 4,46%, respectivamente.

O somatório de EPA e DHA encontrado para as espécies do *habitat* estuarino foi de 5,21% e 10,47% para o camurim e a tainha, respectivamente. Estes ácidos graxos poliinsaturados atuam como reguladores da ação do ácido araquidônico, que pode causar inflamação, quando seus metabólitos são produzidos em excesso. Esses ácidos aumentam a remoção das lipoproteínas de densidade muito baixa (VLDL) do plasma (FREITAS e col. 2002).

A relação poliinsaturados/saturados (P/S) encontrada foi de 0,27 para o camurim e 0,60 para a tainha que apresentou valor superior ao mínimo recomendado pelo BRITISH DEPARTMENT OF HEALTH (1994) para a dieta total, que é de 0,45. ANDRADE e col. (1997) determinaram esta relação no tecido muscular para vários peixes de água doce no Brasil: 0,86 (carpa - *Cyprinus carpio*), 0,61 (dourado - *Salminus maxillosus*), 0,52 (cascudo abacaxi - *Megaloancistrus aculeatus*), 0,27 (mando - *Pimelodus maculatus*) e 0,18 (pacu - *Colossoma mitre*). Essa variação pode ser devida à espécie, assim como à alimentação e a sazonalidade. 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 de ácido  $\alpha$ -linolênico, tendo como possível conseqüência uma baixa produção de ácido eicosapentanóico (KRAUSS e col. 2000). Ou seja, quando ocorre níveis insuficientes de ácido graxo poliinsaturado 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. Entretanto FREITAS e col. (2002) chamam atenção para a inadequação de dietas que levam em conta teores isolados de lipídeos, relação P/S, ácidos graxos saturados ou  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 ingeridos.

O efeito biológico dos ácidos graxos essenciais depende da razão dos ácidos graxos das famílias  $\omega$ -6/ $\omega$ -3, presentes nos fosfolipídeos de membranas e alguns autores consideram que a razão  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 ideal é a 10 - 11:1 (SIMOPOULOS, 1991). Entretanto, a THE WORLD HEALTH ORGANIZATION (FAO/WHO, 1994) recomenda razões de  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 entre 3:1 e 4:1. No presente trabalho, a proporção de  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 foi de 1:2 para ambas as espécies estudadas. Tal valor é o recomendado pela JAPAN SOCIETY OF LIPID NUTRITION (UAUY e VALENZUELA, 1999).

Na relação entre ácido graxo hiper/hipocoleristêmico o camurim apresentou maior (0,60%).

A evolução do conhecimento científico, assim como a influência da mídia sobre o comportamento da sociedade moderna, muito tem contribuído para uma maior conscientização das pessoas, que passaram a demonstrar mais preocupação com a saúde e até mesmo um certo "culto" ao próprio corpo. Tal fato se traduz na procura mais acentuada por alimentos adequados, saudáveis e com baixos níveis de alguns componentes, particularmente gorduras e colesterol (FERREIRA, 1987).

Os dados obtidos neste trabalho mostram um aspecto nutricional positivo do perfil de ácidos graxos dos peixes estudados, pois os ácidos graxos encontrados têm um papel benéfico no organismo humano.

Os resultados encontrados convergem com vários trabalhos no sentido que apresenta um perfil nutricional adequado às exigências de uma dieta saudável e balanceada.

## 5. Conclusões

Tendo como base os resultados obtidos, nas condições em que os experimentos foram realizados, pode-se concluir que:

- A cavala no *habitat* marinho e a tainha no *habitat* estuarino são as espécies mais saudáveis no ponto de vista nutricional devido aos teores lipídico-proteico e de EPA e DHA;
- As informações obtidas no presente estudo mostram a vantagem no consumo destes peixes regionais sob o ponto de vista nutricional;
- As informações obtidas geraram dados que podem ser incluídos em Tabelas de Composição de Alimentos Regionais/Nacionais.
- Do ponto de vista econômico, o aumento do consumo destes peixes, poderia promover uma melhoria de vida para a comunidade de pescadores locais e diretamente para a comunidade de Alagoas e do Nordeste.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRE, L. R.; JUSTICE, Jr, J .B.; MADDEN, J. Fatty acid composition of human erythrocyte membranes by capillary gas chromatography-mass spectrometry. **J. Chromatog.**, v. 342, p. 1 - 12, 1985.

ALLINGER, N. L.; CAVA, M. P.; DE JONGH, Don C. **Química Orgânica**. 2ª ed, Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978, p. 678 - 680.

ANDRADE, M. O. **Estudo da fração lipídica de mandis (*Pimelodus clarias bloch*) "in natura" e processados**. São Paulo. 1978. 135p. Tese (Doutorado) - FCF - Universidade São Paulo.

ANDRADE, M. O. L.; ALMEIDA, U. The effects of reason and processing on the lipids of mandi (*Pimelodus clarias*, Bloch), a brasilian freshwater fish. In: CONNELI, J. J. (ed). **Advances in Fish Sci. and Tech**. Aberdeen, Scotland: Torry Research Station, 1980, p. 387 - 393.

ANDRADE, A. D.; VISENTAINER, J. V.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E. Omega-3 fatty acids in baked freshwater fish from South of Brazil. **Arch. Latino Am. Nutr.** v. 47, n. 1, p. 73 - 79, 1997.

ARAKI, E.; ARIGA, T.; MURATA, T. Chemical ionization mass spectrometry of polyunsaturated fatty acids of human serum. **Biomed. Mass Spectrom.**, v. 3, p. 261 - 64, 1976.

ARAYA, H. Uso de tablas de composicion de alimentos en las intervenciones alimentarias y nutricionales. In: MORON, C.; ZACARIAS, I.; PABLO, S. **Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición**. Santiago: FAO: Universidad Chile, Instituto de Nutricion y Tecnologia de Alimentos, 1997. cap. 2, p. 9 - 19.

ARMSTRONG, S. G.; LEACH, D. N.; WYLLIE, S. G. Nutritional evaluation of lipids in fish from temperate Australian waters. **J. Food Sci.**, v. 56, n. 4: p.1111 - 2, 1991.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS A.O.A.C. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** ed. Washington, D. C. 1984.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, Washington, D. C. **Analytical Chemistry**, 15th ed, Washington. 1990.

BADOLATO, E. S. G.; AUED - PIMENTEL, S.; TAVARES, M.; MORAIS, C. Sardinhas em óleo comestível. Parte II. Estudo da interação entre os ácidos graxos do peixe e do óleo de cobertura. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 54, n. 1, p. 21 - 6, 1991.

BADOLATO, E. S. G.; CARVALHO, J. B.; AMARAL MELLO, M. R. P. do; TAVARES, M.; CAMPOS, N. C.; AUED - PIMENTEL, S.; MORAIS, C. de. Composição centesimal, de ácidos graxos e valor calórico de cinco espécies de peixes marinhos nas diferentes estações do ano. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 54, n. 1: p. 27 - 35, 1994.

BELDA, M. C. R.; POURCHET-CAMPO, M. A. A. Ácidos graxos essenciais em nutrição: Uma visão atualizada. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 11, n. 1, p. 5 - 35, 1991.

BELTRAN, A.; MORAL, A. Changes in fatty acid composition of fresh and frozen sardine (*Sardina pilchardus*) during smoking. **Food Chemistry**, v. 42, n. 19, p. 99 - 109, 1991.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução á Química de Alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela. 1992.

BOHAC, C. E.; RHEE, K. S.; CROSS, H. R.; ONO, K. Assesment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. **J. Food Sci.**, v. 53, p. 1642, 1988.

BOLETIM ESTATÍSTICO DA PESCA MARÍTIMA E ESTUARINA DO NORDESTE DO BRASIL 2000. (IBAMA, 2001). **Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste** - 2001 - Tamandaré, PE : CEPENE.

BOTTA, J. R.; KENNEDY, K.; SQUIRES, B. E. Effect of method of catching and time of season on the composition of atlantic cod gadus morhua). **J. Food Sci.**, v. 52, n. 4, p. 922 - 927, 1986.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. Otimização da determinação de colesterol por CLAE e teores de colesterol, lipídeos totais e ácidos graxos em camarão rosa (*Penaeus brasilienses*). **Ciên. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 17, p. 275 - 280, 1997.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Portaria nº 33/98 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. **Diário Oficial**, Brasília, 30 mar. 1998. seq. I, nº 60-E, p. 5-6. Adota os valores constantes das tabelas do anexo desta portaria como níveis de IDR (Ingestão Diária Recomendada) para as vitaminas, minerais e proteínas.

BRITISH DEPARTMENT OF HEALTH. **Nutritional of cardiovascular diseases**. Report on health and social subjects, nº 46. London, 1994.

BRUSCHI, F. L.F. **Rendimento, composição centesimal e perfil de ácidos graxos de pescados e seus resíduos**. Itajaí, 2001. 134p. Monografia

(Graduação em Oceanografia) - Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí.

CALDER, P. C. Immunoregulatory and anti-inflammatory effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. **Braz. J. Med. Biol. Rev.**, Ribeirão Preto, v. 31, p. 467 - 490, 1998.

CANDELA, M.; ASTIASARÁN, I.; BELLO, J. Deep-fat frying modifies high-fat fish lipid fraction. **J. Agric. Food Chem.** v. 46, p. 2793 - 6, 1998.

CASTRO, L. A. B. de. Bioquímica do pescado I - Composição química. **Bol Téc. Inst. Pesca**, v. 2, n. 2, p. 1 - 16, 1988.

CONNOR, W. E. Diabetes, fish oil, and vascular disease. **Inter Med.** v. 123, n. 12, p. 950 - 952, 1995.

CONN, E. E.; STUMPF, P. K. **Introdução à Bioquímica**. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1975, 447p.

CONQUER, J. A.; MARTIN, J. B.; TUMMON, I.; WATSON, L.; TEKPETEY, F. Effect of DHA supplementation on DHA status and sperm motility in asthenozoospermic males. **Lipids**, v. 35, p. 149 - 154, 2000.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409p.

CURI, R.; POMPEIA, C.; MIYASAKS, K.; PROCOPIO, J. **Entendendo as Gorduras – Os Ácidos Graxos**. São Paulo, Editora Manole Ltda. 1<sup>o</sup> ed., 2002. *Apud* (LIRA e cols., 2005).

DAIKOKU, T.; YANO, I.; MASUI, M. Lipid and fatty acid compositions and their changes in the different organs and tissues of guppy, *Poecilia reticulata* on sea water adaptation. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 73A, p. 167 - 174, 1982.

DENKE, M. A.; GRUNDY, S. M. Effects of fats high in stearic acid on lipid and lipoprotein concentrations in men. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 54, p. 1036 - 1040, 1991.

DESLYPERE, J. P. - Effects of fish consumption compared to intake of fish oil.: In: SOMOGYI, J. C.; HOTZEL, D. (Ed) - **Marine Foods**. Belgium: Basel & Karger. n. v. 46, p 53 - 69, 1990. *Apud* (VASCONCELOS, 1995).

III DIRETRIZES BRASILEIRAS SOBRE DISLIPIDEMIAS E DIRETRIZ DE PREVENÇÃO DA ATEROSCLEROSE DO DEPARTAMENTO DE ATEROSCLEROSE DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. **Arq. Brás. Cardiol.**, v. 77, (suplemento III), p. 28, 2001.

DUDEK, J. A.; ELKINS, E. R. Jr. Effects of cooking on the fat acids profiles of selected seafoods. In: SIMOPOULOS, A. P.; KIFER, R. R. and MARTIN, R. E., (ed). **Health Effects of Polyunsaturated Fatty Acids in Seafoods**. Washington Academic Press, INC., 1986, p. 431 - 450. Cap. 21. *Apud* (VASCONCELOS, 1995).

DWYER, J. T. Future directions in food composition studies. **J. Nutr.**, Philadelphia, v. 124, n.9, suppl., p.1783S - 88S, 1994.

DZIEZAK, J. Fats, oils, and fat substitutes. **Food Technol.**, Chicago, v. 43, p. 66 - 74, 1989.

FAO/WHO. Report of a joint expert consultation: fats and oils in human nutrition. **Food and Nutri. Paper**, Rome, v. 57, n. 1, p. 49 - 55, 1994.

FENNEMA, O . R. **Química de los Alimentos**. 2<sup>a</sup> ed. Zaragoza (España): Editorial Acribia, 1993. 1095p.

FERREIRA, S. O. **Aplicação de tecnologia a espécies de pescado de água doce visando atender a agroindústria rural**. Piracicaba. 1987. 122p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANNE S. G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **J. Biol. Chem.**, Baltimore, v. 226, p. 497 - 509, 1957.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1998. 307p.

FREITAS, A. S.; BORGES, J. T. S.; COSTA, R. Q.; CORNEJO, F. E. P.; WILBERG, V. C. Teores de lipídeos totais, ácidos graxos e colesterol em resíduos desidratados de camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* HELLER, 1862) capturado no estado do Rio de Janeiro. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 355 - 362, 2002.

GALL, K. L.; OTWELL, W. S.; KOBURGUER, J. A.; APPLIEDORF, H. Effects of four cooking methods on the proximate, mineral and fatty acid composition of fish fillets. **J. Food Sci.**, v. 48, p. 1068 - 1074, 1983.

GEIGER, E. Fish protein-nutritive aspects. In: BORGSTRON, G. **Fish as food**. New York: Academic Press, v. 2, p. 32 - 8, 1962.

GIBSON, R. A. Australian fish - An excellent source of both arachidonic acid and  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids. **Lipids**, v. 18: 97 - 102, 1983.

GREENFIELD, H.; SOUTHGATE, D. A. T. Food and composition data, production, management and use. London: **Elsevier**, p. 243, 1992.

GRUNDY, S. M.; DENKE, M. A. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. **J. Lip. Rev.**, v. 31, p. 1149, 1990.

GOGOS, C. A. Dietary omega-3 polyunsaturated fatty acids plus vitamin E restore immunodeficiency and prolong survival for severely ill patients with generalized malignancy. *Cancer*, v. 82, p. 395 - 402, 1998.

HALLGREN, B.; RYHAGE, R.; STENHAGEN, E. The mass spectra of methyl oleate, methyl linoleate and methyl linolenate. **Acta Chem. Scand.**, v. 13, p. 845-47, 1959.

HAGSTRUP C. J. Fish consumption, n-3 fatty acids in cell membranes, and heart rate variability in survivors of myocardial infarction with left ventricular dysfunction. **J. Lip. Rev.**, p. 236 - 241, 2000.

HARRIS, W. S. Nonpharmacologic treatment of hypertriglyceridemia: focus on fish oils. **Clin. Cardiol.**, v. 22, (suppl.II): p. 40 - 3, 1999.

HART, F. L.; FISHER, H. J. **Análisis moderno de los alimentos**. Zaragoza, Acribia, cap. 10, p. 249, 1997.

HARTMAN, L.; LAGO, B. C. A. Rapid preparation of fatty methyl esters from lipids. **Lab. Pract.**, v. 22, p. 475 - 77, 1973.

HEARN, T. L.; SGOUTAS, S. A.; HEARN, J. A. Polyunsaturated fatty acids and in fish flesh for selecting species for health benefits. **J. Food Science**, v. 52, n. 5, 1987.

HEGSTED, D. M. Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 17, p. 281 - 195, 1965.

HENDERSON, R. J.; TOCHER, D. R. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. **Lipid Res.**; v. 26, p. 281 - 347, 1987.

HETHELYI, E.; TETENYI, P.; DABI, E.; DÁNOS, B. The role of mass spectrometry in medicinal plant research. **Biom. Environ. Mass Spectrom.**, v. 14, p. 627 - 232, 1987.

HIANE, P. A.; FILHO, A. F. L.; FILHO, M. M. R.; RAMOS; M. I. L. Teores de colesterol e lipídeos totais em seis espécies de peixes capturados na região pantaneira do estado do Mato Grosso do Sul. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 65 - 74, 2002.

HIBBELN, J. R, SALEM, N. Dietary polyunsaturated fatty acids and depression: when cholesterol does not satisfy. **Am J Clin Nutr**, v. 62, p. 1 - 9, 1995.

HODGEL, L. Consumption of oil fish and childhood asthma risk. **Med J Australia**, v. 164, p. 137 - 140, 1996.

HOFFMANN, G. The Chemistry and Tecnology of Edible Oil Fats and their High Fat Products. San Diego, C. A.: **Academic Press**, p. 14 - 5,1989.

HOLDEN, J. M. Assment of the quality of data in nutritional databases. **Bol. SBCTA**, v. 32, n. 2 , p. 105 - 8, 1997.

HORLICK, L.; KATZ, L. N. Retrogression of atherosclerotic lesions on cessation of cholesterol feeding in the chick. **J. Lab. Clin. Med.**, v. 34, p.1427 - 1442, 1949.

HORMAN, I.; TRAITLER, H. Routine gas chromatographic/ mass spectrometric analysis of fatty acid methyl esters using the ion trap detector. **Biom. Environ. Mass Spectrom.**, v. 18, p. 1016 - 1022, 1989.

HU, F. B.; STAMPFER, M.; MANSON, J. E.; TIMM, E. B.; WOLK, A.; COLDTIZ, G. A.; HENNEKENS, C. H.; WILLET, W. C. Dietary intake of  $\alpha$ -linolenic acid risk of fatal ischemic heart disease among women. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 69, p. 890 - 897, 1999.

ITO M. S. B. **Tabela brasileira de composição de alimentos – USP: Banco de dados de alimentos industrializados**. São Paulo. 2003. 149p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo.

JACQUOT, R. Organic Constituents of Fish and Other Aquatic Foods. In: BORGSTROM, G. (Ed.), Fish Food. London: **Academic Press**, v. 1, p. 145 - 210, 1961.

KEYS, A.; ANDERSON, J. T.; GRANDE, F. Serum cholesterol response to changes in the diet. IV Particular saturated fatty acids in the diet. **Metabolism**, Duluth, v. 14, p. 776 - 787, 1965.

KHAN, G. R.; SCHEINMANN, F. Some recent advances in physical methods for analysis and characterization of polyunsaturated fatty acids. **Prog. Chem. Fats Lip.**, v. 15, p. 343 - 367, 1978.

KINSELLA, J. E.; SHIMP, J.; WEIHRAUCH, J. Sterol, phospholipid, mineral content and proximate composition of filets of select freshwater fish species. **J. Food Bioch.**; v. 1, p. 131 - 140, 1977.

KINSELLA, J. E. Food components with potential therapeutic benefits: the n-3 polyunsaturated fatty acids of fish oils. **Food Technol.**, feb. 1986. *Apud* (BELDA ; POURCHET-CAMPO, 1991).

KINSELLA, J. E. Fish and seafoods: nutritional implications and quality issues. **Food Technol.**, maio 1988. *Apud* (BELDA ; POURCHET-CAMPO, 1991).

KIRK, R. S.; SAWYER, R. Pearson's composition and analysis of foods. 9<sup>th</sup>, ed. **Harlow Essex, Long-man**; p. 504 - 518, 1981.

KOTB, A. R.; HADEED, A. F. A. Omega-3 polyunsaturated fatty acid content of some popular species of Arabian Gulf fish. **Food Chem.** v. 40, p. 185 - 190, 1991.

KRAUSS, R. M.; ECKRL, R. H.; HOWARD, B.; DANIELS, S. R.; DEEKELBAUM, R. J.; ERDMAN, J. W.; ETHERON, P. K.; GOLDBERG, I. J.; DOTCHEN, T. A.; LICHETENSTEIN, A. H.; MITCH, W. E.; MULLIS, R.; ROBINSON, K.; TOSETT, J. W.; JEOR, S. S.; SUTTIE, J.; TRIBBLE, D. L.; BAZZARRE, T. L.; AHA Dietary guidelines: revision 2000: a statement for healthcare professionals from the nutrition committee of the American heart Association. **Circulation**, v. 102, n. 18, p. 2284 - 2299, 2000.

KRIS-ETHERTON, P.; YU, S. Individual fatty acids effects on plasma lipids and lipoproteins; human studies. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 65, suppl., p. 1628 - 1644, 1997.

KRZYNOWEK, J.; ULJUA, D. S., PANUNZIO, L. J. e cols., Factors Affecting Fat, Cholesterol and Omega-3 Fatty Acids in Marine Sardines. **J. Food. Scien.**, v. 57: ,p. 63 - 5, 1992. *Apud* (VASCONCELOS, 1995).

KWITEROWICH, P. O. Jr. – Beyond Cholesterol: The Jonh's Hopkins Complete Guide for Ovoiding Heart Disease. Baltimore and London: **The Jonh's Hopkins University Press**, p. 221 - 351, 1989. *Apud* (VASCONCELOS, 1995).

LAJOLO, F. M. Efeito do processamento sobre o valor nutricional dos alimentos, situação na América Latina e Caribe, e importância para elaboração de tabelas de composição. **Arch. Latinoam. Nutr.**, Caracas, v. 37, n. 4, p. 667 - 672, 1987.

LAJOLO, F. M. Grupo de trabalho: composição de alimentos. **Bol. SBCTA**, v. 29, n. 1, p. 57 - 69, 1995.

LAJOLO, F. M.; VANUCCHI, H. 1987. Tabelas de composição de nutrientes em alimentos, situação no Brasil e necessidades. **Arch. Latinoam. Nutr.**, Caracas, v. 37, n. 4, p. 703 - 713, 1987.

LAZOS, E. S.; AGGELOUSIS, G.; ALEXAKIS, A. Metal and proximate composition of the edible portion of 11 freshwater fish species. **J. Food Comp. Anal.**; 2 : 371 - 381, 1989.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 839p. 2000.

LIMA, F. E. L. de; MENEZES, T. N. de; TAVARES, M. P. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Rev. Nutr. Campinas**, v. 3, n. 2, p. 73 - 80, 2000. *Apud* (LIRA e col., 2005).

LIMA, M. M. R.; MOREIRA, N. X.; SANTOS, B. M. A.; MANCINI FILHO, J.; FERNANDES, L. C. Ácidos graxos e câncer. In: CURI, R.; POMPÉIA, C.; MIYASAKA, C. K.; PROCÓPIO, J. **Entendendo a gordura - os Ácidos Graxos**. 1ª ed., São Paulo: Ed. Manole Ltda., p. 525 - 536, 2002.

LIMA, I. F. **Maceió, a cidade restinga. Contribuição ao estado geomorfológico do litoral alagoano.** EDUFA. Maceió - AL. 1990. 234p.

LIRA, G. M.; MANCINI FILHO, J.; SANTANA, L. S.; TORRES, R. P.; OLIVEIRA, A. C.; OMENA, C. M. B.; SILVA NETA, M. L. Perfil de ácidos graxos, composição centesimal e valor calórico de moluscos crus e cozidos com leite de coco da cidade de Maceió-AL. **Rev. Brasileira de Ciênc. Farmacêuticas**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 529 - 537, 2004.

LIRA, G. M.; MANCINI FILHO, J.; TORRES, R. P.; OLIVEIRA, A. C.; VASCONCELOS, A. M. A.; OMENA, C. M. B.; ALMEIDA, M. C. S. Composição centesimal, valor calórico, teor de colesterol e perfil de ácidos graxos da carne de búfalo (*Bubalis bubalis*) da cidade de São Luiz do Quitunde-AL. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, v. 64(1), p. 31 - 8, 2005.

LUZIA, A. L. **Influência da sazonalidade no valor nutricional e perfil lipídico em cinco espécies populares de pescado.** São Paulo. 2000. 104p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

MACHADO, M. G. S. **Composição em nutrientes e caracterização das proteínas do filé do pacu (*Colossoma mitrei* Berg, 1895).** Campinas, São Paulo. 1989. p. 63 Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP.

MACEDO, S. J.; PEREIRA-BARROS, J. B.; COSTA, K. M. P.; LIRA, M. C. de A. Variações dos principais parâmetros ambientais da Lagoa Mundaú - AL. **Bolm. Estud. Ciênc. Mar.**, v. 6, p. 9 - 35, 1987.

MAI, J.; SHIMP, J.; WEIHRAUCH, J. KINSELLA, J. E. Lipids of fish fillets: changes following cooking by different methods. **J. Food Sci.** V. 43, p. 1669 - 1 674, 1978.

MAIA, E. L. **Otimização da metodologia para caracterização de constituintes lipídicos e determinação da composição em ácidos graxos e aminoácidos de peixes de água doce.** Campinas. 1992. 242p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas.

MAIA, E. L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; HOTTA, L. K. Fatty acid composition of the total, neutral and phospholipids of pond-raised Brazilian (*Piractus mesopotamicus*). **Internat. J. Food Science and Technol.**, v. 30, p. 592 - 597, 1995.

MAIA, E. L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; FRANCO, M. B. Fatty Acids of the Total, Neutral and Phospholipids of the Brazilian Fish (*Prochilodus scrofa*). **J. Food Composit. and Analysis**, v. 7, p. 240 - 251, 1994.

MAIA, E. L.; OLIVEIRA, C. C. S.; SANTIAGO, A. P.; CUNHA, F. E. A.; HOLANDA, F. C. A.; SOUSA, J. A. Composição química e classes de lipídios em peixes de água doce curimatá comum (*Prochilodus cearensis*). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 19, n. 3, p. 433 - 37, 1999.

McCABE, E. M. Monitoring the fat and cholesterol intake children and adolescents. **J. Pediatric Health Care.** v. 7, n. 2, p. 61 - 70, 1993.

McNAMARA, D. J. Coronary heart disease. In: **Present Knowledge in Nutrition** (Brown. M. L. Ed.), p. 349, 1990.

MARCHINI, J. S.; VITALI, L. H.; JORDÃO Jr, A.; RODRIGUES, M. M. P.; DUTRA DE OLIVEIRA, J. E. Determinação de macronutrientes em alimentos normalmente consumidos pela população brasileira. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 53 (1/2), p.11 - 6, 1993.

MARTINS, I. S.; MAZZILLI, R. S.; NIETE, R. A.; ALVARES, E. D.; OSHIRO, R.; MARRUCCI, M. F. N.; CASAJUS, M. I. Hábitos alimentares aterogênicos de grupos populacionais em área metropolitana da região sudeste do Brasil. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 28, p. 349 - 356, 1994.

MARZZOCO, A. ; TORRES, B. B. **Bioquímica Básica**. Editora Guanabara. Rio de Janeiro, 1990.

MARZOUKI, Z. M. H.; TAHA, A. M.; GOMA, A. K. S. Fatty acid profiles of sebaceous triglycerides by capillary gas chromatography with mass-selective detection. **J. Chromatog.**, v. 424, p. 11 - 24, 1988.

MAYSER, P.; MROWIETZ, U.; ARENBERGER, P.; BARTAK, P.; BUCHVALD, J.; CHRISTOPHERS, E.; JABLONSKA, S.; SALMHOFER, W.; SCHILL, W. B.; KRAMER, H. J.; SCHLOTZER, E.; MAYER, K.; SEEGER, W.; GRIMMINGER, F. Omega - 3 fatty acid-based lipid infusion in patients with chronic plaque psoriasis; results of a double-blind, randomized, placebo-controlled, multicenter trial. **J. Am. Acad. Dermatol.**, v. 38, p. 421, 1998.

MAZIER, M. J. P.; JONES, P. J. H. Dietary fat Quality and circulating cholesterol levels in Humans: A Review of actions mechanisms. - **Progress in Food and Nutri. Scien.**, v. 15, p. 21 - 41, 1991.

MENSINK, R. P. Effects of fats and oils on risk factors for coronary heart disease. **Proc. 6o Latin American Congress and Exhibit on Fats and Oils Processing**, p. 95, 1995.

MENEZES, E. W.; GONÇALVES, F. A. R.; GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F. M. Brazilian food composition database, internet dissemination and other recent developments. **J. Food Compos. Anal.**, Orlando, v.15, n.4, p. 451 - 462, 2002. *Apud* (ITO, 2003).

MIN D. B.; LEE H-OK. Chemistry of Lipid Oxidation. In: **Food lipids and health: IFT – Basic Symposium Series**; p. 473, 1996.

MORAIS, C.; MANTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, C. R. L. Rendimento cárneo e composição química da ictiofauna acompanhante na captura do camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* HELLER, 1862). **Colet. ITAL.**, v. 22, n. 1, p. 62 - 72, 1992.

MORAIS, C.; CAMPOS S. D. da S. Carne de pescado separada mecanicamente da ictiofauna acompanhante da captura de camarão-sete-barbas: obtenção e utilização de bloco congelado. **Colet. ITAL.**, v. 23, n. 1, p. 56 - 67, 1993.

MOREIRA, N. X.; CURI, R.; MANCINI FILHO, J. Ácidos graxos: uma revisão. **Nutrire; Rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.= J. Brazilian Soc. Food Nutr.**, São Paulo, SP., v. 24, p.105 -123, dez., 2002.

MONTEIRO, M. S. **Influência do cruzamento Ile de France x Corriedale (FI) nos parâmetros de qualidade da carne de cordeiro.** São Paulo. 1998. 99p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo. *Apud* (LIRA e col., 2005).

MUSTAFA, F. A.; MEDEIROS, D. M. Proximate composition, mineral content, and fatty acids of catfish (*Ictalurus punctatus*, Rafinesque) for different seasons and cooking methods. **J. Food Sci.**, v. 50, p. 585 - 590, 1985.

NAIR, P. G. V.; GOPAKUMAR, K. Lipid and fatty acid composition of fish and shellfish. **J. Food Sci. Technol.**, v. 21 p. 389 - 392, 1984.

NATARAJAN, V. M.; SREENIVASAN, A. Proximate and mineral composition of freshwater fishes. Indian. **J. Fisheries**, v. 2, n. 8, p. 422 - 29, 1961.

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.**, 148 - 36, 1988.

**NEPA - Tabela de Composição de Alimentos - TACO - UNICAMP. 2004.** Material disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco> >>. Acesso em: 17/07/2005.

NETO, F. M. **Modificações químicas, bioquímicas e sensoriais do híbrido de tilápia estocado no gelo.** Campinas. 1984. 148p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da UNICAMP.

NEUMANN, A. I. C. P.; PHILIPPI, S. T.; CRUZ, A. T. R.; MARIMOTO, J. M.; FISBERG, R. M. A pirâmide alimentar na orientação nutricional de indivíduos portadores de doenças cardiovasculares. **Nutrire: Rev. da Soc. Brasileira de Alim. e Nut.**, v. 19, p. 7 - 17, 2000.

NOVA, C. M. V. M. V.; GODOY, H. T.; ALDRIGUE, M. L. Composição de ácidos graxos dos lipídeos totais de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e pargo (*Lutjanus purpureus*). In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, XVII, Fortaleza, 2000.

NUNES, M. L. **Hidrolisado protéico de pescado: obtenção de um produto funcional.** Campinas, 1981. 156p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da UNICAMP.

ODA, S. H. I.; BRESSAN, M. C.; CARDOSO, M. G.; FREITAS, R. T. F.; MIGUEL, G. Z.; FARIA, P. B.; VIEIRA, J. O.; PISA, A. C. C.; SAVIAN, T. V. Efeitos dos métodos de abate e sexo na composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de capivaras. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v. 24(2), p. 236 - 242, 2004. *Apud* (LIRA e cols., 2005).

O'DEA, K.; TRAIANEDES, K.; CHISHOLM, K.; LEYDEN, H; SINCLAIR, A. J. Cholesterol-lowering effect of a low-fat diet containing lean beef is reversed by the addition of beef fat. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 53, p. 491, 1990.

OETTERE, M. **Matéria-prima alimentar: pescado**. São Caetano do Sul: Centro de Pesquisa do instituto Mauá de Tecnologia, 1991. p.29.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado**. São Paulo: Varela, 1999. v. 1, 430p.

OLIVEIRA, J. E.; SANTOS, A . C.; WILSON, E. D. **Nutrição Básica**. São Paulo: Savier, 1982. 286p.

OLIVEIRA, P. R.; SOARES, R. C. Avaliação da composição química e o ponto de congelamento do jaraqui (*Semaprochilodus spp*) e mapará (*Hypophthalmus spp*). In: **ANAIS DO XI CONBEP E DO I CONLAEP**, Recife, 1999. v. 1. p. 347 - 351.

OLSZEWER, E.; FLAM, S.; ELLOVICH, S. **Radicais livres em cardiologia: isquemia e reperfusão**. São Paulo: Tecnopress, 1997. 156p.

PEIFER, J. J. Hypocholesterolemic Effects of Marine Oils. In: STANSBY, M. E. (ed). **Fish Oils: Their chemistry, technology, stability, nutritional propriets and uses**. Westport, Connecticut: The Avi Publishing Company, INC., 1967. p. 323 - 351.

PHILIPPI, S. T. **Tabela de Composição de Alimentos**. 2 ed., São Paulo: Coronário, 2002.

PIGOTT, G. M.; TUCKER, B. W. Science opens new horizons for marine lipids in human nutrition. **Food Reviews International**, v. 3, n. 1 e 2, p. 105 - 138, 1987.

PIGOTT, G. M.; TUCKER, B. W. Seafood: effects of technology on nutrition. New York: Marcel Dekker, cap.7, p. 32 - 84, 176 - 205, 1990.

PITCHER, T.J.; HART, P.J.B. Fisheries ecology. London: Chapman & Hall, p.414, 1982.

PURATH, J.; LANSINGER, T.; RAGHEB, C. Cardiac risk evaluation for elementary school children. **Public. Health Nursing.**, Boston. v.12, n.3, p.189 - 195, 1995.

RADCLIFFE, L. D.; TRAMPOSCH, T. S. The effect of dietary cholesterol level on lipid status and initiation of atherosclerosis in Japanese quail. **Nutr. Rev.**, v. 8, p.1021 - 1027, 1988.

ROBINSON, D. S. **Bioquímica y Valor Nutritivo de los Alimentos**. Zaragoza (España): Editorial Acribia, p. 516, 1991. *Apud* (VASCONCELOS, 1995).

ROCHA, Y. R.; AGUIAR, J. P. L.; MARINHO, H. A.; SHRIMPTON, R. Aspectos nutritivos de alguns peixes da Amazônia, **ACTA Amazônica**, v. 12, n. 4, p. 787 - 794, 1982.

ROOS, N. M.; SIEBELINK, E.; BOTTS, M. L.; VAN TOL, A.; SCHOUTEN, E. G.; KATAN, M. B. Trans monounsaturated fatty acids and saturated fatty acids have similar effects on postprandial flow-mediated vasodilation. **Eur. J. Clin. Nutr.**, Basingstoke, v. 56, n. 7, p.674 - 679, 2002.

ROMERO, N. P.; ROBERT, P. C.; MASSON, L. S.; LUCK, C. U.; BUSCHMANN, A. Composición en ácidos grasos y aporte de colesterol de conservas de jurel, sardinha, salmon y atún al natural. **Arch. Latino Am. Nutr.**, v. 46, p. 75 - 77, 1996. *Apud* (LIRA e cols., 2004).

ROSE, D. P.; CONNOLLY, J. M. Omega-3 fatty acids as cancer chemopreventive agents. **Pharmacol. Ther.**, New York, v. 83, p. 217 - 244, 1999. *Apud* (MOREIRA e cols., 2002).

RYHAGE, R.; STENHAGEN, E. Mass spectrometry in lipid research. **J. Lipid Res.**, v. 1 p. 361 - 390, 1960.

SABARENSE, C. M. **Avaliação do efeito dos ácidos graxos *trans* sobre o perfil dos lipídios teciduais de ratos que consumiram diferentes teores de ácidos graxos essenciais.** São Paulo, 2003, 130p. **Tese (Doutorado)** - Faculdade de Ciências Farmacêuticas.

SALEM Jr. N. Introduction to polyunsaturated fatty acids. *Backgrounder*. v. 3, n. 1, p. 1 - 8, 1999.

SANCHEZ, L. **Pescado: matéria - prima e processamento.** Campinas: Cargil, 1989. p.1 - 14.

SÁNCHEZ-MUNIZ, F. J.; VIEJO, J. M.; 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.** v. 40, p. 2252 - 8, 1992.

SEARCY, R. L.; BERGQUIST, L. M. A new color reaction for the quantitation of serum cholesterol. **Clin. Chimica Acta.**, Amsterdam, v. 5, p. 192 - 9, 1960.

SGARBIERI, V. C. **Alimentação e Nutrição: fatos de saúde e desenvolvimento.** Campinas, SP. Editora da UNICAMP, 1987. p. 110 - 121.

SILVA, J. L.; CHAMUL, R. S. 2000. Composition of marine and freshwater finfish and shellfish species and their products, p. 31 - 46. In: R. E. MARTIN, E. P.

CARTER, G. J. FLICK JR, L. M. DAVIS (Eds.) Marine & Freshwater products handbook. Lancaster: **Technomic**, 964p.

SILVA, S. M. C. S.; KUGA, E. K.; MANCINI FILHO, J. Efeito do processamento da sardinha (*Sardinella brasiliensis*) e da tainha (*Mugil cephalus*). **Rev. Farm. Bioquím.**, Universidade de São Paulo - USP, v. 29, p. 41- 6, 1993.

SILVERSTEIN, R. M.; BASSLER, G. C.; MORRIL, T. C. **Identificação espectrométrica de compostos orgânicos**. Rio de Janeiro. 3<sup>a</sup>. Ed., Editora Guanabara Dois S. A. 1979, p. 04 - 64.

SIGUEL, E. A new relationship between total/high density lipoprotein cholesterol and polyunsaturated fatty acids. **Lipids.**, v. 31, p. 51 - 6, 1996.

SIKORSKI, Z. E.; KOLAKOWSKA, A.; BURT, J. R. Postharvest biochemical and microbial changes. In: SIKORSKI, Z.E. **Seafood: resources, nutritional, composition and preservation**. Boca Raton: CRC Press, p. 55 - 73, 1994.

SIMOPOULOS, A. P. Summary of the nato advanced research workshop on dietary w-3 and w-6 fatty acids: biological effects and nutritional essentiality. **Am Inst. Nutrition.**, Philadelphia, v. 22, p. 521 - 6, 1991. *Apud* (LIRA e cols., 2004).

SIMOPOULOS, A. P.; LEAF, A.; SALEM Jr. N. Essentiality of and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. **Ann. Nutr. Metab.**, Basel, v. 43, p. 127 - 130, 1999.

SINCLAIR, A. J. Dietary fat and cardiovascular disease: the significance of recent developments for the food industry. **Food Australian**, v. 42, p. 226 - 31, 1993.

SIQUEIRA, A. A. Z. C. **Efeito da irradiação e refrigeração na qualidade e no valor nutritivo da tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. Piracicaba - São Paulo, 2001, 137p. **Dissertação (Mestrado)** - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz .

SMITH, L. B. Dietary and non-dietary predictors of serum total and HDL-cholesterol in men and women: results from the Scottiisth Health Study. **Int. J. Epidemiol.**, v. 20, p 95 - 109, 1991.

SOUSA, E. C.; CALADO, T. C. S. Variação sazonal e proporção sexual da fauna de camarões da região estuarina do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas. **Bolm. Estud. Ciênc. Mar**, n. 10 : 65 - 81, 1998.

SPRECHER, H. (n-3) and (n-6) fatty acid metabolism. In: GALLI, C.; SIMOPOULUS, A. P., eds. Dietary w3 and w6 fatty acids: biological effects and nutritional essentiality. New York: Plenum Press, 1989. p. 67 - 69. (NATO ASI series. Series A, Life sciences, v. 171), (NATO Advanced Research Workshop on Dietary [Omega] 3 and [Omega] 6 Fatty Acids: Biological Effects and Nutritional Essentiality, 1988, Belgirate). *Apud* (SABARENSE, 2003).

STANSBY, M.E. Proximate Composition of Fish. In: HEEN, E.; KREUZER, R. (Eds.), **Fish in Nutrition**. London: Fishing News, p. 55 - 60, 1962.

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

STANSBY, M. E. Composition of Certain Species of Freshwater Fish. Introduction the determination of the variation of composition of fish. **Food Research**, v. 19, n. 231 - 234, 1954.

STANSBY, M. E. **Tecnologia de la Industria Pesquera**. Zaragoza (España): Editorial Acribia, p. 419 - 421, 1978.

STANSBY, M. E. Polynsaturates and fat in fish flesh. **J. Am. Diet. Ass.**, v. 63, p. 625 - 30, 1973.

STANSBY, M. E. Reliability of fatty acids values purporting to represent composition of oil from different species of fish. **J. Am. Oil. Chem. Sci.**, v. 58, n. 1), p. 13 - 6, 1981.

STANSBY, M. E. Introduction in fish oils in nutrition. In: STANSBY, M. E. Fish oils in nutrition. New York: Von Nostrand Reinhold, 313p. 1990.

TEITELBAUM, J. E.; WALKER, W. A. Review: The role of omega 3 fatty acids in intestinal inflammation **J. Nutr. Biochem.**, New York, v. 12, p. 21 - 32, 2001. *Apud* (MOREIRA e cols., 2002).

TIDWELL, D. K.; MCNAUGHTON, J. P.; PELLUN, L. K.; MCLAURIN, B. P.; CHEN, SUI-CHI. Comparison of effects of adding fish high or low in n-3 fatty acids to a diet conforming to the Dietary Guidelines for Americans. **J. Am. Diet. Ass.**, v. 93, n. 10, p. 1124 - 1128, 1993.

TURATTI, J. M.; GOMES, R. A. R.; ATHIÉ, I. **LIPÍDEOS**: Aspectos funcionais e novas tendências. Campinas:ITAL, p.78, 2002. *Apud* (LIRA e col., 2005).

UAUY, R.; VALENZUELA, A. Marine oils: the health benefits of n-3 fatty acids. **Nutrition**, New York, v. 16, n.7/8, p. 680 - 4, 2000.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 1998. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental. Faculdade de Ciências Farmacêuticas: Coordenação: Menezes; E.W.; Lajolo, F. M. 2004.

USDA – United States Department of Agriculture. Nutrition and your health. Dietary guidelines for Americans. U.S. Dept°. Health and Human services: **Fourth Ed. Home and Garden Bull.** p. 232 - 37, 1995.

VASCONCELOS, M. M. M. **Efeito do cozimento e preparo de pratos regionais sobre o teor de colesterol em crustáceos, moluscos e peixes do Estado do Ceará.** 1995. 86p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará- tecnologia de Alimentos.

VENUGOPAL, V.; DOKE, S. N.; THOMAS, P. Radiation processing to improve the quality of fishery products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 39, n. 5, p. 391 - 440, 1999.

VISENTAINER, J. V.; CARVALHO, P. de O.; IKEGAKI, M. Concentração de ácidos eicosapentaenóico (EPA) e ácido decosapentaenóico (DHA) em peixes da costa brasileira. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 90 - 3, 2000.

VOBECKY, J. S.; NORMAND, L. Risk and benefits of low fat intake in childhood. **Annals of Nutrition and Metabolism.** Basel, v. 39, n. 2, p. 124 - 133, 1995.

WAJI DALI, S.; BUCH, N. N.; MASSOD, H. Serum lipid profile in Kashmiri children. **Indian J. Physiology and Pharmacology.** New Delhi, v. 39, n. 1, p. 55 - 8, 1995.

WATT, B.; MERRILL, A. L. Composition of foods: raw, processed, prepared. Washington, DC: Consumer and Food Economics Research Division/Agricultural Research service, **Agricult. Handbook**, v. 8, p.198, 1963.

WEAVER, B. J.; HOLOB, B. J. Health effects and metabolism of dietary eicosapentaenoic acid. **Prog. in Food and Nutr. Sci.**, v. 12, p. 111 -150, 1998.

WHYTE, H. M.; HAVENSTEIN, N. A perspective view of dieting to lower to blood cholesterol. **Am. J. Clin. Nutr.** v. 29 , p. 784 - 790, 1979.

WOUTERSEN, R. A.; APPEL, M. J.; GARDEREN-HOETMER, A.; VAN, WIJNANDS, M. V. W. Dietary fat and carcinogenesis. *Mutat. Rev., Amsterdam.* v. 443, p. 111 - 127, 1999. *Apud* (MOREIRA e cols., 2002).

YOUDIM, A. K.; MARTIN, A.; JOSEPH, J. A. Essential fatty acids the brain: possible health implications. **Int. J. Dev. Neurosci.** Oxford, v.18, p. 383 - 399, 2000. *Apud* (MOREIRA e cols., 2002).

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

ZEMAN, von A.; SCHARMANN, H. Massenpektrometric von lipiden (eine zusammenfassung) I. **Fette Seifen Anstrichmittel**, v. 74, p. 509 - 519, 1972.

ZENICOVITCH, V. P. Objetivos e principais diretrizes de investigações para o estudo das zonas marítimas litorâneas. **Caderno de Ciên. da Terra.** v. 4. p. 27, 1970. Instituto de Geografia - Universidade de São Paulo - SP.

**ANEXO A**  
**Espectrometria de Massas**

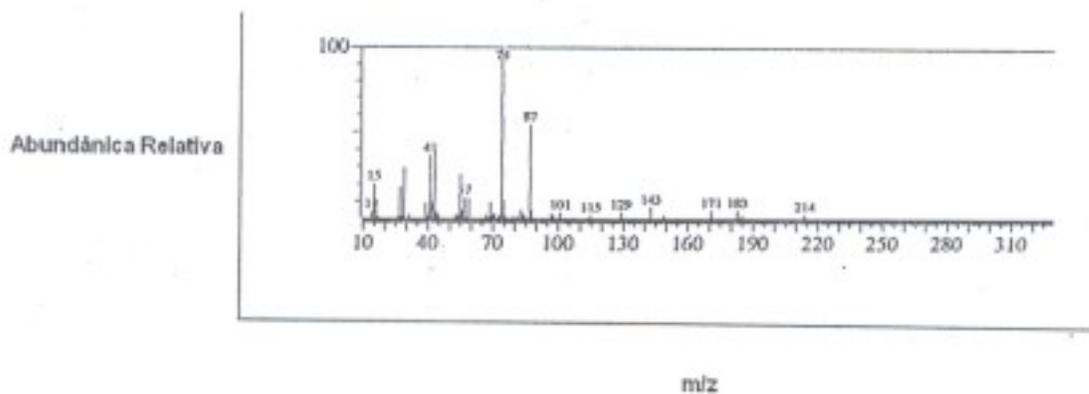


Figura 1. Espectro de Massa do Ácido Láurico

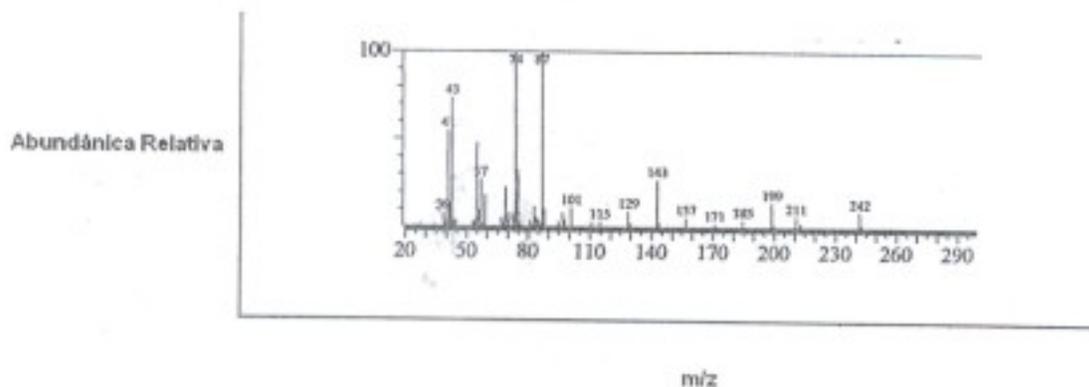


Figura 2. Espectro de Massa do Ácido Mirístico

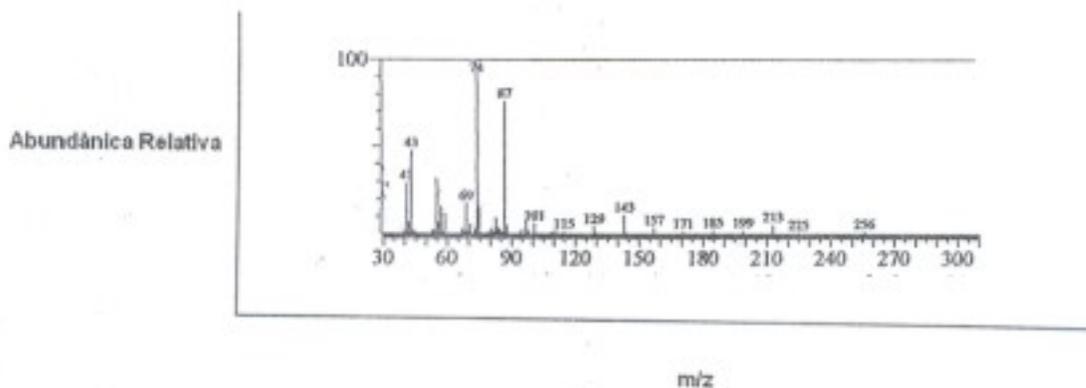


Figura 3. Espectro de Massa do Ácido Pentadecanóico

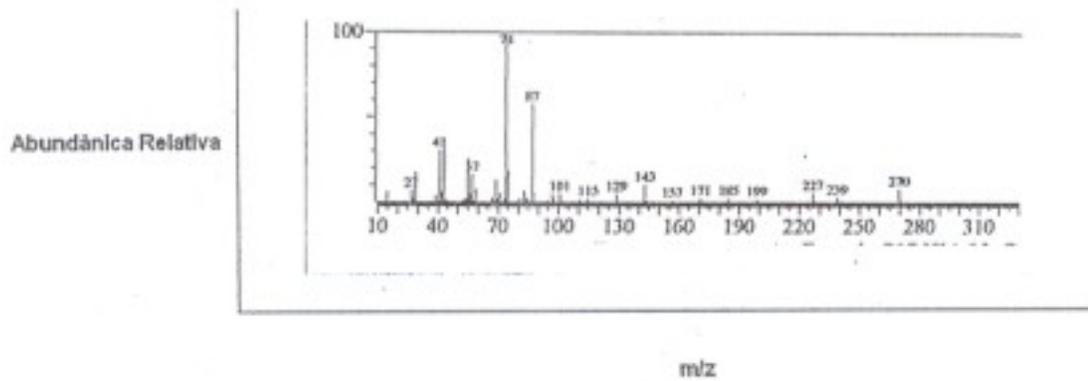


Figura 4. Espectro de Massa do Ácido Palmítico

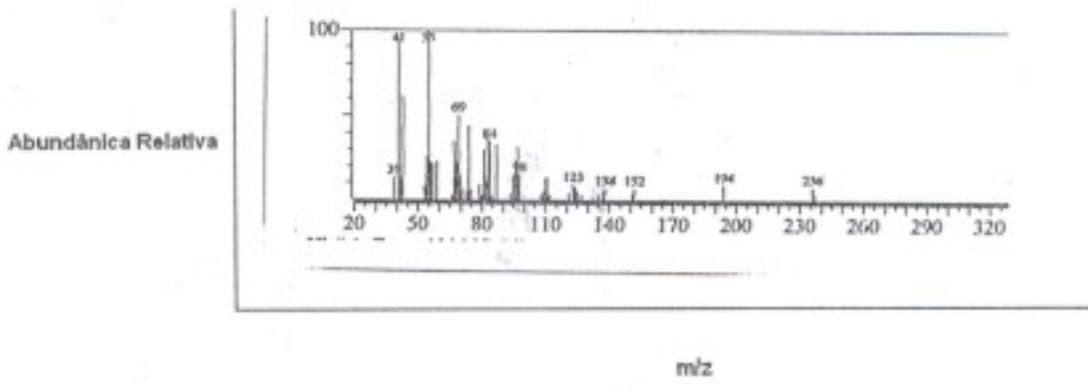


Figura 5. Espectro de Massa do Ácido Palmitoléico

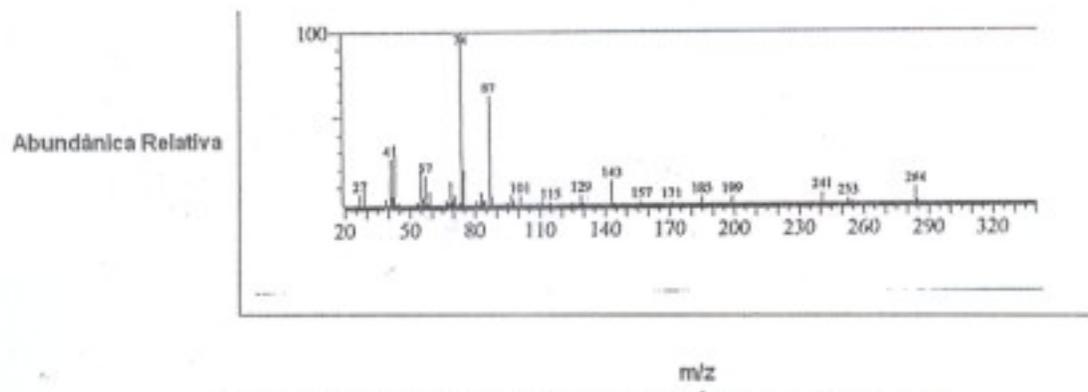


Figura 6. Espectro de Massa do Ácido Margárico

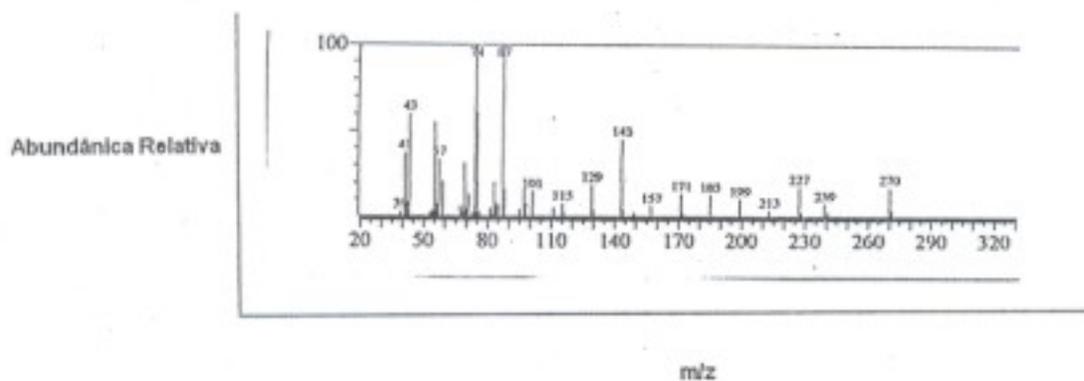


Figura 7. Espectro de Massa do Ácido Heptadecenóico

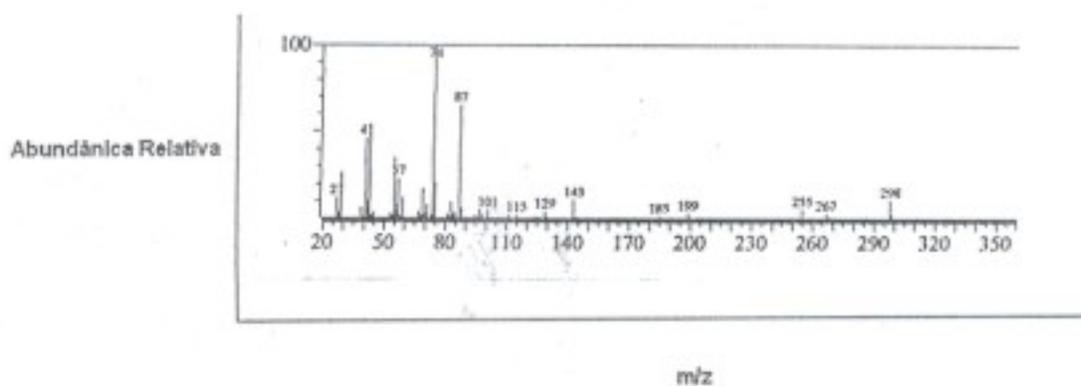


Figura 8. Espectro de Massa do Ácido Estearico

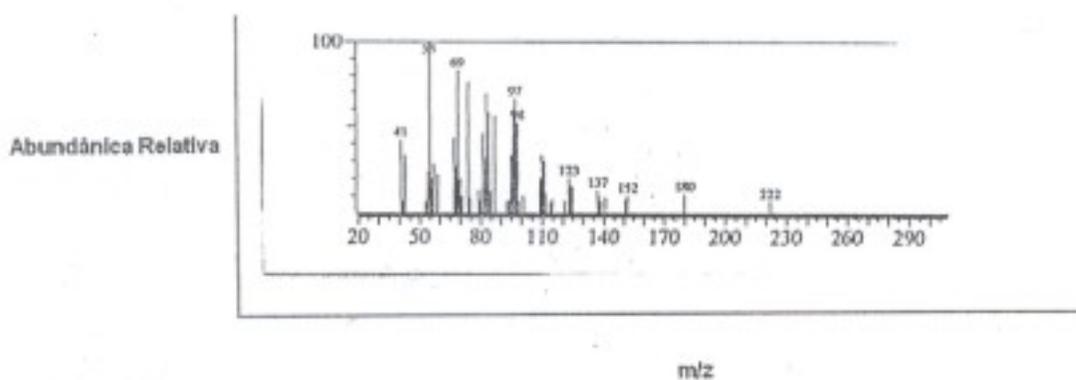


Figura 9. Espectro de Massa do Ácido Oléico

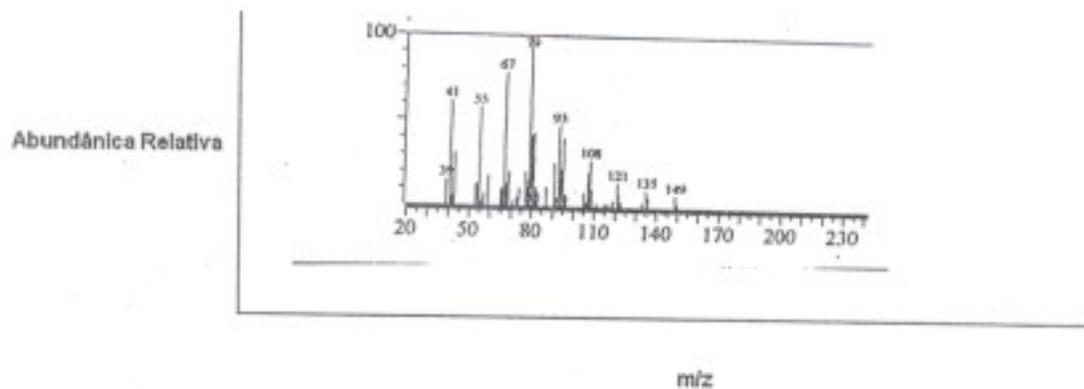


Figura 10. Espectro de Massa do Ácido  $\alpha$ -Linoléico

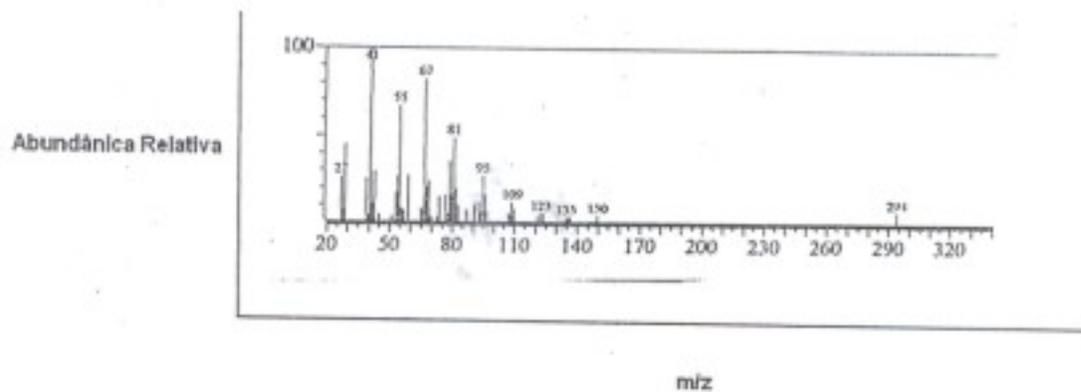


Figura 11. Espectro de Massa do Ácido Linolênico

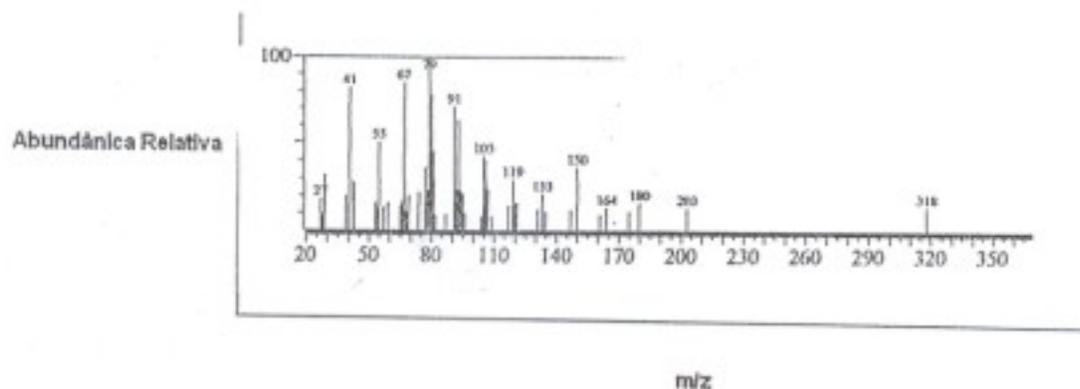


Figura 12. Espectro de Massa do Ácido Araquidônico

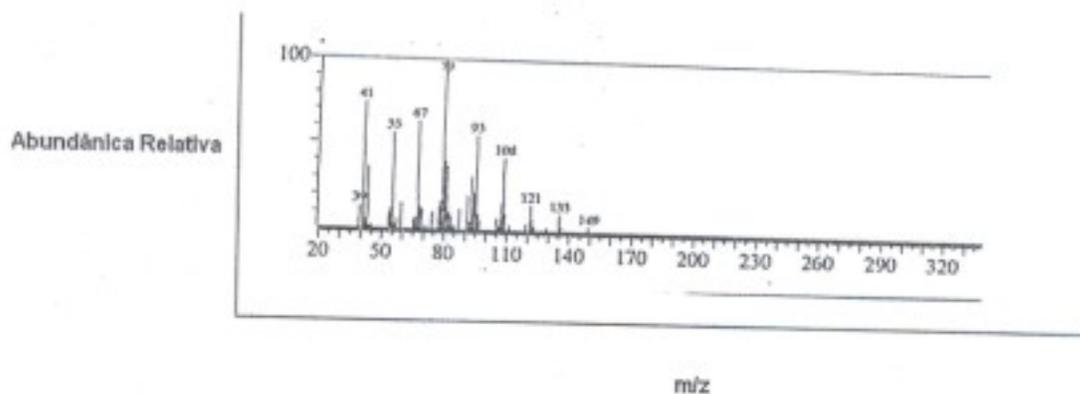


Figura 13. Espectro de Massa do Ácido Eicosapentaenóico

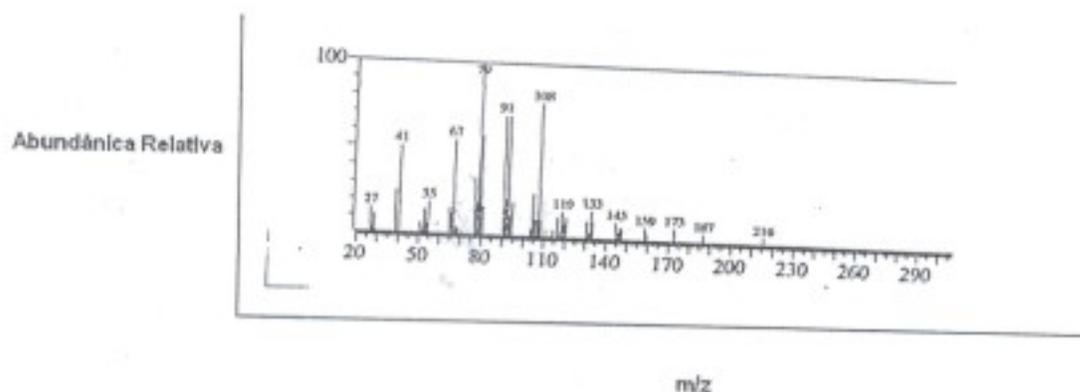


Figura 14. Espectro de Massa do Ácido Docosapentaenóico

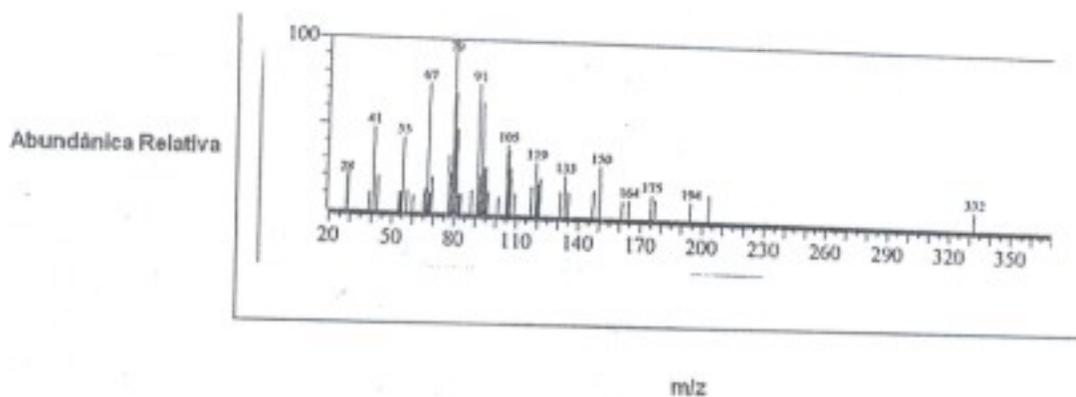


Figura 15. Espectro de Massa do Ácido Docosaexaenóico