



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

SAMUEL VIEGAS PINTO

**CARACTERIZAÇÕES CENTESIMAL E DOS
PERFIS DE ÁCIDOS GRAXOS, AMINOÁCIDOS E
MINERAIS DOS MATERIAIS CÁRNEOS DE DEZ
PESCADOS AMAZÔNICOS LIOFILIZADOS**

BELÉM

2006



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

SAMUEL VIEGAS PINTO

**CARACTERIZAÇÕES CENTESIMAL E DOS
PERFIS DE ÁCIDOS GRAXOS, AMINOÁCIDOS E
MINERAIS DOS MATERIAIS CÁRNEOS DE DEZ
PESCADOS AMAZÔNICOS LIOFILIZADOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da
Universidade Federal do Pará, para obtenção do grau de
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Hervé Louis Ghislain Rogez

BELÉM

2006

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Setorial do Curso de Mestrado em Engenharia Química

Pinto, Samuel Viegas

Caracterizações centesimal e dos perfis de ácidos graxos, aminoácidos e minerais dos materiais cárneos de dez pescados amazônicos liofilizados / Samuel Viegas Pinto, orientador, Hervé L. G. Rogez_ 2006.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Centro Tecnológico, Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Belém, 2006.

1.Pescado- Análise 2.Pescado- Amazônia 3.Aminoácidos 4.Ácidos Graxos
I.Título

CDD 22 ed. 664.949



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

SAMUEL VIEGAS PINTO

**CARACTERIZAÇÕES CENTESIMAL E DOS PERFIS DE ÁCIDOS
GRAXOS, AMINOÁCIDOS E MINERAIS DOS MATERIAIS CÁRNEOS
DE DEZ PESCADOS AMAZÔNICOS LIOFILIZADOS**

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Hervé Louis Ghislain Rogez
(DEQAL/CT/UFPA – Co-Orientador)

Dr. Sylvain Henri Darnet
(Bolsista DCR, DEQAL/CT/UFPA – Membro)

Prof. Dr. Yvan Larondelle
(BNUT/UCL – Membro)

AGRADECIMENTOS

Nunca poderia começar a tecer os agradecimentos aos que me ajudaram, sem começar por meu criador: Deus. A Ele, digo meu muito obrigado, por sempre ter me ajudado em tudo, mesmo sabendo de todas as minhas imperfeições. Sem Ele, absolutamente nada disso teria sido concluído.

Minha família foi e sempre será peça fundamental em tudo quanto eu fizer; meus pais, Samuel do Nascimento Pinto e minha mãe Rociléa Viegas Pinto, além de meus irmãos queridos.

Algumas pessoas estiveram presentes em parte da realização desse projeto na minha vida; dentre elas, minha amada avó paterna, Esther do Nascimento Pinto (*in memoriam*) e algumas outras pessoas especiais que, mesmo longe, ocupam lugar em meu coração.

Agradeço, ainda, ao Laboratório de Engenharia Química e de Alimentos da UFPA, por ter-me possibilitado realizar esse Mestrado, além do Projeto de Cooperação Internacional entre Brasil e Bélgica, nas pessoas do seu coordenador, Prof. Dr. Yvan Larondelle e de meu orientador, Prof. Dr. Hervé Rogez que, sem medir esforços, por inúmeras vezes, exerceu paciência e empenho para concluir esta pesquisa.

Também sou imensamente grato ao Laboratório de Bioquímica da Nutrição (BNUT) da Universidade Católica de Louvain (UCL), Bélgica, assim como ao Laboratório de Bromatologia da Universidade de Gent (UGent), Bélgica, Faculdade de Farmácia Wetenschappen, nas pessoas do Prof. Dr. Wilfried Ooghe e da promotora científica Diane Dekeyser.

*“Uma jornada de duzentos quilômetros
começa com um simples passo.”*

PROVÉRPIO CHINÊS

RESUMO

Mais de 1.500 espécies de pescados estão relacionadas à Região Amazônica, sendo que a maioria delas está localizada na parte norte do Estado do Pará. Como a produção de pescado está crescendo na costa Norte do Brasil, o conhecimento sobre a composição química e a caracterização dos componentes das espécies nativas é também fundamental. Oito espécies de pescados foram estudadas: corvina (*Micropogonias furnieri*), dourada (*Brachyplatystoma flavicans*), gurijuba (*Arius parker*), pargo (*Lutjanus purpureus*), pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), pescada gó (*Macrodon ancylodon*), piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) e pirarucu (*Arapaima gigas*) e duas de crustáceos: camarão sete barbas (*Penaeus subtilis*) e caranguejo (*Ucides cordatus*). Três amostras de cada espécie foram coletadas, liofilizadas e todas as análises foram em duplicata. A composição centesimal das amostras liofilizadas foi realizada, identificando e quantificando os aminoácidos, ácidos graxos e 14 minerais. Esses valores foram comparados com os valores de pescados conhecidos e/ou recomendados internacionalmente para consumo de seus nutrientes por seres humanos (segundo FAO/WHO e ISSFAL). As proteínas variaram de 66.09% M.S. (*B. flavicans*) a 84.49% M.S. (*C. acoupa*). Os ácidos graxos descobertos no camarão e no caranguejo foram 21.94% M.S. e 7.91%, respectivamente; sendo os demais de 10.41% M.S. (*C. acoupa*) e 23.19% M.S. (*B. flavicans*). Os valores maiores e menores de cinzas foram identificados nos crustáceos (18.11% no caranguejo e 3.63% no camarão), sendo que estes valores variaram entre 4.50% M.S. (*B. vaillantii*) e 7.37% M.S. (*A. gigas*) nos pescados. O índice químico variou entre 40.9 (*M. ancylodon*) e 81.3 (*L. purpureus*), onde a valina é o aminoácido limitante para todas as espécies com exceção de *M. ancylodon*, segundo recomendações da FAO (1973). Na relação de n-6/n-3, o *L. purpureus* (0.21) e *M. ancylodon* (0.18), apresentaram índices muito baixos e interessantes para o consumidor. Os minerais, conclusivamente, estão dentro da ingestão diária recomendada (IDR) e os microelementos pesados, dentro dos limites permitidos.

Palavras-chaves: valor nutricional; ácidos graxos; pescados.

ABSTRACT

More than 1,500 species of edible fish are related to the Amazonian region, with the majority of them being located in the northern part, the State of Pará. As the production of edible fish is growing along the Brazilian Northern Coast, knowledge of the chemical composition and the characterization of the components of the native species are likewise fundamental. Eight species of fish have been studied: whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*), catfish (*Brachyplatystoma flavicans*), gillbacker (*Arius parker*), caribbean red snapper (*Lutjanus purpureus*), acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*), bangamary (*Macrodon ancylodon*), laulao catfish (*Brachyplatystoma vaillantii*) and pirarucu (*Arapaima gigas*) and two types of shellfish: southern brown shrimp (*Penaeus subtilis*) and crab (*Ucides cordatus*). Three samples of each species were collected, freeze dried, and all the analysis's were duplicated. The centesimal composition of the lyophilized samples was performed, identifying and quantifying the amino acids, fatty acids and 14 minerals. These values were compared either with those of well known edible fish or with the international recommendations for human consumption according to FAO/WHO or ISSFAL. The proteins varied by 66.09% D.M. (*B. flavicans*) to 84.49 % D.M. (*C. acoupa*). Fatty acids found in shrimp and crab were 21.94% D.M. and 7.91%, respectively; the other ones being between 10.41% D.M. (*C. acoupa*) and 23.19% D.M. (*B. flavicans*). The major and minor ash values were found in the shellfishes (18.11 % in crab and 3.63% in shrimp), meanwhile these values fluctuated between 4.50% D.M. (*B. vaillantii*) and 7.37% D.M. (*A. gigas*) in the edible fish. The chemical score (CS) varied between 40.9% (*M. ancylodon*) and 81.3% (*L. purpureus*), wherein valine was the most limited amino acid found in all the species with the exception of the *M. ancylodon* (methionine + cysteine), according to FAO recommendations (1973). The n-6/n-3 ratio of *L. purpureus* (0.21) and *M. ancylodon* (0.18) present very low and interesting values for consumers. The minerals in general, were within the daily reference values and the heavy metal elements were within the recommended dietary allowances.

Key Words: nutritional value; fatty acids; edible fish.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Camarão.	16
Figura 02 – Caranguejo.	17
Figura 03 – Corvina.	17
Figura 04 – Dourada.	18
Figura 05 – Gurijuba.	18
Figura 06 – Pargo.	19
Figura 07 – Pescada Amarela.	20
Figura 08 – Pescada Gó.	20
Figura 09 – Piramutaba.	21
Figura 10 – Pirarucu.	22
Figura 11 – Fluxograma de Preparação Preliminar das Amostras	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Produção Estimada e Participação Relativa da Pesca Extrativa Industrial e Artesanal no Brasil, por Unidade da Federação, em 2003.	14
Tabela 02 – Comparação de nutrientes entre diferentes tipos de alimentos: carnes vermelha e branca, crustáceos e peixes.....	15
Tabela 03 – Necessidade padrão de aminoácidos sugerida.....	24
Tabela 04 – Principais Atividades Metabólicas dos Minerais no ser Humano.	30
Tabela 05 – Espécies de pescados, alvos deste estudo.....	31
Tabela 06 – Aminoácidos que compõem a Solução I.	38
Tabela 07 – Aminoácidos que compõem a Solução II.	39
Tabela 08 – Solução Padrão de Ácidos Graxos.....	41
Tabela 09 A – Composição química de dez pescados amazônicos (1ª parte)	44
Tabela 09 B – Composição química de dez pescados amazônicos (2ª parte)	45
Tabela 10 – Aminoácidos essenciais dos pescados, comparados com a FAO (1973).	47
Tabela 11 – Composição de ácidos graxos de salmão e sardinha.	49
Tabela 12 – Ingesta Diária recomendada (IDR) e Limite Máximo Tolerável Diário (LMTD)	51

LISTA DE ABREVIACÕES

AA	- Ácido araquidônico
AGI	- Ácido(s) Graxo(s) Insaturado(s)
AGMI	- Ácido(s) Graxo(s) Mono Insaturado(s)
AGPI	- Ácido(s) Graxo(s) Poliinsaturado(s)
AGS	- Ácido(s) Graxo(s) Saturado(s)
AOAC	- Association of Official Analytical Chemists
Ca	- Cálcio
CG	- Cromatógrafo Gasoso
CITES	- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna (Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção)
CS	- <i>Chemical Score</i> ou Índice Químico
DHA	- Ácido Docosaheptaenóico
ETA	- Ácido Eicosatrienóico
EPA	- Ácido Eicosapentaenóico
FAO	- Food and Agriculture Organization
HIS	- Histidina
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICP	- Inductively Coupled Plasma Emission Spectroscopy (Espectrometria de Emissão Atômica acoplada com Plasma de Argônio Induzido)
IDR	- Ingesta Diária Recomendada
ILE	- Isoleucina
INPA	- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
ISSFAL	- International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids
K	- Potássio
LEQAL	- Laboratório de Engenharia Química e de Alimentos
LEU	- Leucina
LMTD	- Limite Máximo Tolerável Diário
LYS	- Lisina
MET + CYS	- Metionina + Cisteína
Mg	- Magnésio
MS	- Matéria Seca
n ou ω (-3 e -6)	- Identificação para ômega (3 e 6, respectivamente)
Na	- Sódio
P	- Fósforo
PHE + TYR	- Fenilalanina + Tirosina
REVIZEE/SCORE	- Projeto da Área de Estatística Pesqueira, Dinâmica de Populações e Avaliação de Estoques
rpm	- Rotações por minuto
TAGI	- Total de Ácidos Graxos Identificados
THR	- Treonina
TXA ₂ e TXA ₃	- Tromboxanas A ₂ e A ₃ , respectivamente
t	- Tonelada
TXA	- Troboxana
UFPA	- Universidade Federal do Pará
VAL	- Valina
WHO	- World Health Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 PESCADOS AMAZÔNICOS	14
2.1.1 <i>Composição Nutricional</i>	15
2.1.2 <i>Camarão</i>	16
2.1.3 <i>Caranguejo</i>	17
2.1.4 <i>Corvina</i>	17
2.1.5 <i>Dourada</i>	18
2.1.6 <i>Gurijuba</i>	18
2.1.7 <i>Pargo</i>	19
2.1.8 <i>Pescada Amarela</i>	19
2.1.9 <i>Pescada Gó</i>	20
2.1.10 <i>Pirarucu</i>	20
2.1.11 <i>Pirarucu</i>	21
2.2 PROTEÍNAS E AMINOÁCIDOS	23
2.3 LIPÍDIOS E ÁCIDOS GRAXOS.....	24
2.3.1 <i>Lipídios Totais</i>	24
2.3.2 <i>Ácidos Graxos Saturados</i>	25
2.3.3 <i>Ácidos Graxos Insaturados</i>	25
2.3.4 <i>Ácidos Graxos Poliinsaturados</i>	26
2.3.5 <i>Ácidos Graxos Essenciais</i>	27
2.4 MINERAIS	29
2.4.1 <i>Macroelementos</i>	29
2.4.2 <i>Microelementos (oligoelementos)</i>	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 MATÉRIA-PRIMA	31
3.2 PLANO DE AMOSTRAGEM.....	32
3.2.1 <i>Coleta</i>	32
3.2.2 <i>Preparação Preliminar</i>	32
3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS PESCADOS	33

3.3.1 <i>Proteínas Totais</i>	33
3.3.2 <i>Lipídios Totais</i>	33
3.3.3 <i>Cinzas</i>	34
3.3.4 <i>Perfil de Aminoácidos</i>	34
3.3.4.1 Preparo das Amostras	34
3.3.4.2 Preparo das Soluções	35
3.3.5 <i>Perfil de Ácidos Graxos</i>	39
3.3.5.1 Ésteres Metílicos dos Ácidos Graxos.....	39
3.3.5.2 Preparo das Soluções	40
3.3.6 <i>Perfil de Minerais</i>	40
3.3.6.1 Preparo das Amostras	42
3.3.6.2 Metodologia de análise	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1 PROTEÍNAS E AMINOÁCIDOS	43
4.2 LIPÍDIOS TOTAIS E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS	47
4.3 MINERAIS	51
5 CONCLUSÕES	54
REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

A região Norte possui a maior diversidade de peixes, com mais de 1.500 espécies já descritas, só de água doce (JUNK e SILVA, 1997).

O Estado do Pará com seus 21 mil km de rios, 74.780 km de igarapés e várzeas e 512 km de costa atlântica, entre o Cabo Norte e a foz do rio Gurupi, onde a atividade pesqueira (artesanal e industrial) se desenvolve é o terceiro produtor nacional de pescado, sendo responsável por quase 50% da produção total de pescado da região Norte. Representa uma das principais atividades econômicas do estado, sendo um importante produto de exportação. O Pará exporta para países como Estados Unidos, Japão e para outros estados da Federação.

Na 1ª Conferência Nacional de Aquicultura e Pesca realizada em 2003, no estado do Paraná foi consolidado o processo de construção do Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável de Aquicultura e Pesca o qual visa para o ano de 2006, dentre outros pontos: aumentar a produção da aquicultura e pesca em 50%; aumentar o consumo de pescado *per capita*; modernizar a cadeia produtiva da aquicultura e da pesca e ampliar ordenadamente seu parque industrial, o que reflete nitidamente a grande importância que o pescado assume atualmente (1ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE AQUICULTURA E PESCA, 2003).

Mesmo com o papel representativo do pescado na região e até mesmo em âmbito nacional, conhece-se muito pouco sobre suas propriedades físico-químicas e nutricionais destes. O conhecimento da composição do pescado é importante para os mais diversos ramos de atividades. Dessa forma, um maior aproveitamento pela indústria para o desenvolvimento e aprimoramento de novos produtos pode ser conseguido, visando um alimento de alta qualidade nutricional.

Além disso, consegue-se, muitas vezes, evitar fraudes, conferir autenticidade de produtos, falsificações, além de atestar uma maior segurança à comercialização dos mesmos e proporcionar-lhes valor agregado.

Um outro elemento contributivo é que para a aplicação de qualquer tipo de processo sobre uma matéria-prima, é imprescindível ter ciência de sua constituição, para que seja possível utilizar-se das formas de processamento na indústria, como: congelamento, defumação, enlatamento, dentre outros (MURRAY e BURT, 2001).

Nos últimos anos tem havido numerosos estudos a respeito dos lipídios e dos aminoácidos de peixes, assim como de minerais, na expectativa de conseguir quantificar e conhecer a composição deste tipo de matriz alimentar (VISENTAINER *et al*, 2000;

NJINKOUÉ *et al*, 2002; DALMAN *et al*, 2006; VILA NOVA *et al*, 2005; CAMPOS *et al*, 2006; ZURAINI *et al*, 2006). Daí, a grande necessidade de conhecer os diferentes perfis de aminoácidos, ácidos graxos e minerais, contidos nessas matrizes alimentares. Assim, estudando-se detalhadamente cada constituinte, pode-se proporcionar benefícios à ciência, aplicando-se em melhoramento ao ser humano.

No Brasil, o conhecimento sobre o conteúdo do pescado, em relação aos seus aminoácidos e ácidos graxos dos peixes é muito restrito. Isto se deve, entre outras coisas, ao pequeno acesso aos métodos analíticos mais modernos de detecção.

Em vista de todos os aspectos supracitados, estudaram-se dez espécies de pescados muito beneficiados na Região amazônica, *Penaeus subtilis*, *Ucides cordatus*, *Micropogonias furnieri*, *Brachyplatystoma flavicans*, *Arius parker*, *Lutjanus purpureus*, *Cynoscion acoupa*, *Macrodon ancylodon*, *Brachyplatystoma vaillantii*, *Arapaima gigas* nas quais foram feitas análises para obtenção de sua composição centesimal, além da separação e quantificação dos aminoácidos, ácidos graxos e quatorze minerais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 PESCADOS AMAZÔNICOS

Em 1997, Paiva dissertou sobre a pesca no Estado do Pará, como sendo uma das principais atividades econômicas da Região, assumindo, naquela situação, o terceiro lugar como produtor nacional de pescado, com 15,6% do total produzido no país.

Durante os anos de 1989 a 1995 teve-se uma produção de cerca de 80.000 t/ano, declinando nos três seguintes anos, superando-se, nos anos de 1999 (mais de 134.000 t) e 2000 (mais de 145.000 t) (IBAMA/DIFAP/CGREP, 2003).

Segundo as estatísticas pesqueiras do IBAMA (2003) no ano de 2002, a produção da aquicultura nacional foi de 176.530 t em 2000, com um crescimento, em relação a 1996 (60.700 t) da ordem de 190,8%, onde a região Sul assumiu maior destaque (86.511 t) e, a Região Norte (8.336 t) em último lugar (NEIVA, 2003).

Já na estatística de 2004, O Estado do Pará responde por mais de 15% da produção nacional de pescado, sendo o maior produtor nacional (IBAMA/DIFAP/CGREP, 2005).

Quando se faz um rateio da produção do pescado dentro do país, vê-se, nitidamente, a importância do Pará, neste contexto, como demonstrado na Tabela 01; (^a) o Pará aparece como produtor de 33.046,5 toneladas, respondendo como o único Estado do Norte do país a participar da produção nacional de pescado.

Tabela 01 – Produção Estimada e Participação Relativa da Pesca Extrativa Industrial e Artesanal no Brasil, por Unidade da Federação, em 2003.

Região e Unidades da Federação	Pesca Extrativa	
	Industrial	Artesanal
BRASIL	243.067,0	469.076,5
NORTE	33.046,5 ^a	197.602,5
• <i>Pará</i>	33.046,5 ^a	119.338,0
NORDESTE	9.797,0	187.469,0
SUDESTE	59.810,5	52.128,0
SUL	140.413,0	19.829,5
CENTRO OESTE	0,0	12.047,5

Fonte: IBAMA, DIFAP/CGREP 2004.

IBAMA, DIFAP/CGREP. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Diretoria de Fauna e Recursos Pesqueiros, 2004.

Aliado à enorme diversidade existente dos pescados da região Amazônica, há um grande desconhecimento de sua composição e, ainda, de seus efeitos na saúde humana.

Existe uma carência literária em relação a dados relacionados à composições de aminoácidos, ácidos graxos e minerais de espécies Amazônicas e com grande valor econômico.

Na maioria das publicações, discute-se apenas, sobre voláteis a 105 °C, proteína bruta, lipídios totais, cinzas, glicídios, cloretos em NaCl e valor calórico (LIMA *et al*, 1985).

Dentre os trabalhos existentes, muito pode ser encontrado sobre contaminação por metais pesados, como o mercúrio, arsênico e chumbo (OGA, 1996).

Quanto aos nutrientes como aminoácidos, ácidos graxos e minerais, há apenas alguns dados sobre o mapará (*Hypophthalmus sp*), o pacú (*Piaractus mesopotamicus*) e o surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*), por exemplo (INHAMUNS e BUENO FRANCO, 2001; LAGE *et al*, 2001; MARTINO *et al*, 2001a; MARTINO *et al*, 2001b).

2.1.1 Composição Nutricional

É importante saber que diferentes tipos de alimentos apresentam variações de seus constituintes. Isto também se repete dentro de espécies distintas de pescados, apresentando singularidades quanto aos seus nutrientes contidos, como demonstrado na Tabela 02.

Tabela 02 – Comparação de nutrientes entre diferentes tipos de alimentos: carnes vermelha e branca, crustáceos e peixes.

Nutriente	Unidade	Carne Bovina	Carne de Frango	Camarão	Caranguejo	Salmão	Sardinha
Água	g/100g	66,4 ^a	72,9 ^a	78,40 ^c	72,00 ^a	65,50 ^e	73,80 ^c
Proteínas	g/100g	19,6 ^a	22,2 ^a	18,60 ^c	20,10 ^a	19,90 ^e	19,40 ^c
Leucina	g/100g	-	-	1,97 ^c	4,00 ± 0,4 ^b	1,77 ^e	1,87 ^c
Isoleucina	g/100g	-	-	1,00 ^c	2,60 ± 0,3 ^b	1,16 ^e	1,19 ^c
Lisina	g/100g	-	-	2,02 ^c	0,80 ± 0,5 ^b	2,02 ^e	2,28 ^c
Metionina	g/100g	-	-	0,67 ^c	1,20 ± 0,2 ^b	0,70 ^e	0,64 ^c
Valina	g/100g	-	-	0,99 ^c	1,80 ± 1,4 ^b	1,39 ^e	1,45 ^c
Gordura	g/100g	13,00 ^a	4,00 ^a	1,44 ^c	5,20 ^a	11,25 ^e	9,00 ^a
Monoinsaturados	g/100g	5,9 ^a	1,8 ^a	0,19 ^c	1,30 ^a	6,61 ^e	2,40 ^a
Poliinsaturados	g/100g	0,52 ^a	0,6 ^a	0,5 ^c	1,80 ^a	4,64 ^e	2,60 ^a
Minerais	g/100 g	-	-	1,38 ^c	-	1,00 ^e	1,62 ^c
Sódio	mg/100g	70 ^a	76 ^a	146 ^c	370 ^c	51 ^e	100 ^c
Cálcio	mg/100g	320 ^a	11 ^a	92 ^c	30 ^c	13 ^e	85 ^c
Fósforo	mg/100g	200 ^a	191 ^a	224 ^c	350 ^c	266 ^e	258 ^c
Selênio	µg/100g	-	-	41 ^c	-	26 ^e	85 ^c

Fonte: SCHERZ *et al*, 1986; (^a): FAVIER *et al*, 1999; (^b): BAETA *et al*, 2004; (^c): MAHAN, 2002; (^d): PENG *et al*, 2003; (^e): VOORSPOELS, 2004.

Todos os alimentos apresentados nesta tabela são considerados como boas fontes protéicas (cerca de 20% do peso). O teor de água entre eles varia pouco também. Todavia, o teor lipídico (gordura) varia consideravelmente, assim como nos índices de mono e poliinsaturados, dependendo do tipo da matriz alimentar.

Quando se comparam dois alimentos com concentrações de minerais diferentes (Tabela 02), não significa dizer que aquele que possui o maior teor, terá também maiores concentrações individuais. Por exemplo, o camarão possui 1,38g/100g de minerais em sua composição, contra 1,62g/100g da sardinha, mas quando se trata de optar por um melhor fornecedor de sódio, por exemplo, o crustáceo apresenta cerca de 50% a mais do teor deste mineral. Quanto ao fósforo, ainda, não se tem uma grande diferença em relação ao seu teor, contido nos diferentes alimentos.

Como se observou nos dados expressos das matrizes alimentares diferentes, cada um possui suas particularidades, podendo ser mais ou menos indicado como fonte de determinado elemento nutricional.

2.1.2 Camarão

As pescarias de arrasto de camarão são, sem dúvida, as que produzem a maior parte da fauna acompanhante, na proporção de 5 kg de peixe para cada quilo de camarão exportado pelo estado do Pará (DIAS, 2000). O camarão está compreendido nos recursos naturais da pesca industrial na região e assume grande importância para as populações locais.

Vulgarmente este crustáceo é conhecido como camarão sete barbas, cujo nome científico é *Penaeus subtilis* (Figura 01).

Nas regiões Norte e Nordeste, a pesca de camarão tem grande relevância econômica devido sua exportação, a qual atingiu 6.000 t em 1996 (PAIVA, 1997). Por esse motivo, o INPA desenvolveu pesquisas sobre camarões de água doce da região Amazônica no intuito de obter maiores informações sobre a biologia em seus ambientes naturais (INPA, 2000).

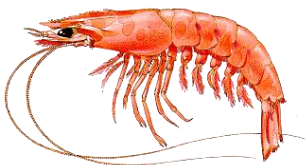


Figura 01 – camarão.

2.1.3 Caranguejo

O caranguejo (*Ucides cordatus*), Figura 02, é considerado um dos componentes mais importantes da fauna dos manguezais, sendo encontrado ao longo do litoral brasileiro, desde o Oiapoque (Amapá) até Laguna (Santa Catarina) (MELO, 1996).

Nos estados do Maranhão e do Pará encontram-se em extensas áreas do ecossistema manguezal (SCHAEFFER-NOVELLI *et al*, 1990) e estes dois Estados contribuíram com cerca de 50% da produção total controlada de caranguejo das regiões Norte e Nordeste nos anos de 1998 e 1999 (valor médio anual de 9.700 t). Já no Sudeste e Sul, no mesmo período, a produção atingiu valores de apenas 632 t em 1998 (NASCIMENTO, 1993; IBAMA, 2001).

Vulgarmente é conhecido como caranguejo-uçá e é classificado como crustáceo. Assim como o camarão, também faz parte de pesquisas desenvolvidas pelo INPA (INPA, 2000).



Figura 02 – caranguejo.

2.1.4 Corvina

A corvina (*Micropogonias furnieri*), Figura 03, possui uma grande distribuição geográfica, nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Sul.

O IBAMA (2003) estabelece o tamanho mínimo para a captura desse pescado em 25 cm. A corvina possui as seguintes características: peixe marinho, de escamas, corpo alto, ligeiramente comprido, com o ventre achatado, boca voltada para baixo e pré-opérculo fortemente serrilhado e é encontrado em águas doces.

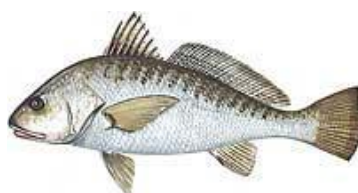


Figura 03 – corvina.

A coloração desse pescado é prata claro, com reflexos arroxeados; pode apresentar listras longitudinais pretas ao longo do corpo, especialmente nos indivíduos jovens. Possui alguns pares de pequenos barbilhões na mandíbula. Este pescado alcança cerca de 80 cm de comprimento total e 6 Kg de peso (BRASIL, 1981).

2.1.5 Dourada

A dourada (*Brachyplatystoma flavicans*), Figura 04, é um bagre estuarino, de água doce ou salobre, e sua distribuição geográfica se dá nos estados do Acre, Amazonas, Roraima, Rondônia, Pará, Amapá e Mato Grosso. É encontrada em rios de médio e grande porte. Esse peixe possui coloração dourada empoeirado, alcançando cerca de 1,5 m de comprimento e 40 Kg de peso (BRASIL, 1981).

Esta espécie experimentou a pressão do pescador comercial e sofreu uma redução em seus números de exemplares, devido à exportação mássica (PAIVA, 1997), desconsiderando, muitas vezes, o tamanho mínimo de captura, fixado em 80 cm, estabelecido pelo IBAMA em 1996 e reforçado, em 2001, através de uma nova portaria.



Figura 04 – dourada.

2.1.6 Gurijuba

A gurijuba (*Arius parker*), Figura 05, é um peixe de águas salgadas e sua pesca é de maio a dezembro em alto mar e de janeiro a abril, próximo às margens.

Esse pescado é comum na costa brasileira e participa da lista dos peixes capturados para comercialização. Pelo fato de ser uma espécie bem apreciada para venda, é estudada num projeto chamado REVIZEE/SCORE (Projeto da Área de Estatística Pesqueira, Dinâmica de Populações e Avaliação de Estoques).



Figura 05 – gurijuba.

2.1.7 Pargo

Trata-se de um peixe incidente em praticamente toda a costa brasileira e que também participa do REVIZEE/SCORE. É, historicamente, um importante recurso para a pesca do Nordeste e, mais recentemente, para o Norte.

O pargo (*Lutjanus purpureus*), Figura 06, está compreendido nos recursos naturais da pesca industrial na região Norte (PAIVA, 1997).

Ele é um peixe muito procurado pelo sabor de sua carne, que chega a ser exportada. Sua pele possui uma coloração rósea e é encontrado em locais de águas rasas até 200 metros de profundidade. Anda em cardumes, o que facilita sua pesca por meio de anzóis médios para grandes.

O tamanho mínimo para a captura do pargo, de acordo com IBAMA (Instrução Normativa 06/05), é de 33 cm. Os maiores exemplares devem chegar aos 4 ou 5 Kg, estes só são encontrados longe da costa em águas mais profundas. Os menores são facilmente encontrados nas ilhas costeiras.

Sua produção girou em torno de 5.000 t até 1984, quando passou a decrescer, sendo que de 1988 e 1990, foram de apenas cerca de 1.600 t, período em que se considera que esse recurso passou a enfrentar sobrepesca, ou mesmo colapso (PAIVA, 1997). No período de 1991 a 1999 a produção apresentou uma tendência de significativa recuperação.

Segundo as Estatísticas da Pesca, o IBAMA, constatou que a produção de pargo atingiu 4.900 t em 2004, o que confirmou seu crescimento, destacando-se dentre as espécies mais produzidas naquele ano (IBAMA/DIFAP/CGREP, 2005).

O comportamento da produção dos últimos anos pode ser devido à conjugação de dois fatores: recuperação do recurso em áreas sobrepescadas e expansão da área total de captura. A acentuada participação de jovens espécies nos desembarques, entretanto, tem sido motivo de preocupação dos especialistas (BRASIL, 1981).



Figura 06 – pargo.

2.1.8 Pescada Amarela

Na costa brasileira ocorrem mais de trinta espécies dentro do gênero *Cynoscion*. Todos têm escamas e entre as características mais interessantes desse grupo, está a capacidade de

produzir sons por músculos associados à bexiga natatória. Dentre as espécies mais comuns, estão a pescada amarela (*C. acoupa*), Figura 07, que pode alcançar 1,0 m de comprimento e 30 kg e tem a cor amarela. Ela possui grande distribuição geográfica, nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Sul.

É um peixe de águas salgadas e também faz parte do Projeto da Área de Estatística Pesqueira, Dinâmica de Populações e Avaliação de Estoques. Seu tamanho mínimo para captura é de 45 cm (IBAMA/DIFAP/CGREP, 2004a).

A pescada amarela é muito apreciada como alimento, sendo importante na pesca comercial (BRASIL, 1981).

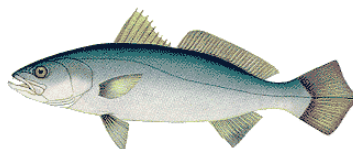


Figura 07 – pescada amarela.

2.1.9 Pescada Gó

A pescada gó (*Macrodon ancylodon*), Figura 08, é um peixe marinho, de águas salgadas, e sua pesca vai de maio a dezembro em alto mar e de janeiro a abril, próximo às margens e é inclusa no Projeto REVIZEE/SCORE.

O IBAMA (2003) preconiza o tamanho mínimo para captura de 25 cm, visando o controle da pesca dessa espécie, já que se trata de uma espécie bastante apreciada no país.



Figura 08 – pescada gó.

2.1.10 Piramutaba

A piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*), Figura 09, é um bagre estuarino, encontrado em águas doces, e de oferta durante todo o ano. É uma espécie muito conhecida na Amazônia, chegando a medir 1,0 metro de comprimento e seu peso chega a 10Kg (SMITH, 1979); seu gênero é o mesmo da dourada, portanto, indicando parentesco evolutivo.

Em termos de produção, atualmente produz-se anualmente cerca de 23 mil toneladas. Em 1977, a produção tinha mais de 28.000 t e nos anos 80, a média era de 30 mil toneladas/ano. Porém apresentou, depois disso, uma tendência de decréscimo, chegando a cerca de 7.000 t em 1992 (IBAMA, 2001).

Atualmente, essa espécie reassumiu sua posição de destaque nas exportações pelo Estado do Pará, sendo intensamente explorada na pesca industrial em toda a sua distribuição geográfica. Por isso, o excesso de pesca baixou os estoques da piramutaba na Região (IBAMA, 2004).

Além de ser pescada em escala industrial, a piramutaba é uma espécie longa e de crescimento lento (BARTHEM, 1990). Tais fatores contribuíram para que ela fosse incluída no programa de “defesa”, tendo sua pesca de arraste proibida em toda a área de ocorrência da espécie, de 15 de setembro a 30 de novembro, anualmente (IBAMA, 2004).

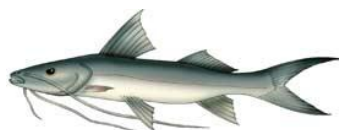


Figura 09 – piramutaba.

2.1.11 Pirarucu

O pirarucu (*Arapaima gigas*), Figura 10, é o maior peixe de água doce da Bacia Amazônica e é característico dessa região; de águas calmas, vive em lagos e rios de águas claras e escuras, ligeiramente alcalina e com temperaturas que variam de 24° a 37° C, não sendo encontrado em zonas de fortes correntezas e águas ricas em sedimentos (IBAMA/IARA, 1995).

Para o CITES, órgão que trata de espécies em extinção, o único peixe descrito para a costa brasileira, é o Pirarucu, devido sua intensa procura, na pesca predatória (Portaria 480/91 do IBAMA, 1991).

A espécie apresenta peculiaridades biológicas e ecológicas distintas, justificadas pela sua característica de ser evolutivamente pré-histórico; é de grande porte, podendo atingir até três metros de comprimento e 250 quilos; possui dois aparelhos respiratórios, as brânquias, para a respiração aquática e a bexiga natatória modificada, especializada para funcionar como pulmão, no exercício da respiração aérea, obrigatória (IBAMA/IARA, 1995)

Durante a seca, os peixes formam casais, procuram ambientes calmos e preparam seus locais de desova, reproduzindo durante a enchente; é papel do macho, proteger a prole por cerca de seis meses. Os filhotes apresentam hábito gregário, e durante as primeiras semanas de vida, nadam sempre em torno da cabeça do pai, que os mantém próximos à superfície, facilitando-lhes o exercício da respiração aérea (MARTINS e TAMADA, 2000).

Apesar de ser uma espécie resistente, essas características ecológicas e biológicas tornam o pirarucu bastante vulnerável à ação dos pescadores. Os cuidados com os locais de desova, após as desovas expõem os reprodutores à fácil captura com malhadeiras ou à fiska, com haste e arpão (MARTINS e TAMADA, 2000).

Com a intensificação da pesca comercial no Baixo e Médio Amazonas nas últimas três décadas, os estoques pesqueiros vêm sofrendo uma pressão cada vez mais intensa, indicando uma tendência à sobrepesca; fato agravado pelas características biológicas da espécie que não favorecem uma recuperação rápida dos estoques (MARTINS e TAMADA, 2000).

As medidas legais de proteção ao pirarucu na Bacia Amazônica foram implementadas a partir de 1991, por meio da Portaria nº 480, de 3 de março de 1991, proibindo anualmente o exercício da sua pesca no período de 1º de dezembro a 31 de maio (IBAMA, 1991).

O período englobado pela Portaria correspondente ao tempo de desova e cuidados parentais. Em 1993, estabeleceu-se o tamanho mínimo de 1,0 m (um metro) para a comercialização da manta ou posta seca (IBAMA, Port. 014-N, de 15 de fevereiro de 1993).

Finalmente na Portaria nº 1.534, de 20 de dezembro de 1993, estabeleceu-se o tamanho mínimo de 1,5 metro para a sua captura, visando sua exploração racional e impedindo, do ponto de vista legal, a captura de espécimes jovens.

Muito embora a legislação defina o tamanho mínimo da captura, a fiscalização é dificultada pelo fato do peixe ser comercializado principalmente salgado em mantas, impedindo assim a avaliação precisa do tamanho do animal.



Figura 10 – pirarucu.

Há diversas outras maneiras de aproveitamento do Pirarucu, não somente de sua saborosa carne, mas também pelo aproveitamento das escamas que são usadas como lixa de

unha ou na confecção de ornamentos, e sua língua, óssea e áspera, é largamente utilizada para ralar o guaraná em bastões. Os ovos das fêmeas também são consumidos e a pele vem sendo objeto de estudos que visam sua utilização na produção de sapatos, bolsas e vestimentas (IBAMA/IARA, 1995).

2.2 PROTEÍNAS E AMINOÁCIDOS

As proteínas são compostos orgânicos de estrutura complexa e massa molecular elevada (entre 15.000 e 20.000.000) e são sintetizadas pelos organismos vivos através da condensação de um grande número de α -aminoácidos, através de ligações denominadas ligações peptídicas. Quando têm-se duas moléculas de aminoácidos, chama-se dipeptídeo; três moléculas, passa a denominar-se tripeptídeo e várias moléculas, polipeptídeo.

São muitas as fontes de proteínas e o número desses polipeptídeos existentes na natureza é praticamente infinito, embora o número de α -aminoácidos seja de apenas cerca de 25. Destes, 20 são chamados de primários por serem universalmente encontrados na natureza; e 8 são considerados essenciais para o ser humano adulto por não poder ser sintetizados pelo nosso organismo. É o motivo pelo qual muitas tabelas nutricionais apenas dão importância a estes 8 aminoácidos, que são: metionina, triptofano, leucina, isoleucina, valina, lisina, treonina e fenilalanina. A lisina e/ou a metionina são, em muitas proteínas de origem vegetal, limitantes; significando que estes aminoácidos estão muitas vezes em quantidades inferiores aquelas recomendadas pela Food and Agriculture Organization (FAO) (NELSON e COX, 2002).

Os aminoácidos estão presentes em quase todas as substâncias alimentares, seja numa forma livre ou ligada. Na forma livre, são encontrados sob a configuração L em plantas, materiais de plantas, em frutas e derivados, como: sucos, vinhos e também em produtos alimentícios fermentados como iogurtes, salsicha e salame (OOGHE, 1990).

Neste trabalho, considerou-se a forma ligada dos aminoácidos (totais) presentes, o que ocorre através de pontes, como peptídios, polipeptídios e proteínas.

Toma-se por base algumas referências no tocante ao padrão de aminoácidos, como expõe a Tabela 03, da FAO (considerada padrão de alta qualidade de proteínas animais). A FAO é reconhecida como entidade competente para preconizar padrões de alta qualidade de proteínas animais. Efetua-se um cálculo chamado de *Chemical Score* (CS) ou Índice Químico, onde se relaciona o valor detectado para cada aminoácido essencial com o valor deste mesmo

aminoácido, segundo recomendações da FAO; desta forma, pode observar-se em quanto por cento um aminoácido em questão supre o que é preconizado pela FAO.

Tabela 03 –Necessidade padrão de aminoácidos sugerida.

Aminoácido (mg/g proteína)	Infante ^a	Crianças no pré-escolar (2-5 anos)	Crianças (10-12 anos)	Adulto
Histidina	26 (18-36)	19	19	16
Isoleucina	46 (41-53)	28	28	13
Leucina	93 (83-107)	66	44	19
Lisina	66 (53-76)	58	44	16
Metionina + Cisteína	42 (29-60)	25	22	17
Fenilalanina + Tirosina	72 (68-118)	63	22	19
Treonina	43 (40-45)	34	28	9
Triptofano	17 (16-17)	11	9	5
Valina	55 (44-77)	35	25	13

^a: composição de aminoácidos do leite humano.

Fonte: FAO/WHO/UNU (1985).

Existem duas tabelas de padrões de aminoácidos da FAO. A primeira delas foi criada em 1973 e descreve valores mais rígidos de aminoácidos, e pode ser aplicada quando a composição de aminoácidos naquela matéria-prima é conhecida. A segunda, de 1985, portanto mais recente, com valores mais baixos, é atualmente mais usada (WATERLOW *et al*, 1994).

2.3 LIPÍDIOS E ÁCIDOS GRAXOS

2.3.1 Lipídios Totais

Os lipídios (do grego *lipos*, gordura) constituem um grupo de estruturas capazes de realizar uma variedade de funções em organismos vivos.

Os lipídeos definem um conjunto de substâncias químicas que, ao contrário das outras classes de compostos orgânicos, não são caracterizadas por algum grupo funcional comum, e sim pela sua alta solubilidade em solventes orgânicos apolares e baixa solubilidade em água (NELSON e COX, 2002).

Esses compostos desempenham várias funções no organismo.

1. Compõem as membranas celulares, juntamente com as proteínas, fosfolipídios e colesterol.
2. Representam reservas de energia (1 g de gordura = 9 kcal) em animais e sementes oleaginosas, sendo os triacilgliceróis (ou triglicerídeos) a principal forma de armazenamento.

3. São moléculas que podem funcionar como combustível alternativo à glicose, pois são os compostos bioquímicos mais calóricos para geração de energia metabólica através da oxidação de ácidos graxos.

4. Oferecem isolamento térmico, elétrico e mecânico para proteção de células e órgãos e para todo o organismo (panículo adiposo sob a pele), o qual ajuda a dar a forma estética característica.

5. Dão origem a moléculas mensageiras, como hormônios, prostaglandinas, etc. (NELSON e COX, 2002).

Embora os lipídios não apresentem nenhuma característica estrutural comum, todos possuem muito mais ligações carbono-hidrogênio do que as outras biomoléculas, e a grande maioria possui poucos heteroátomos.

Os ácidos gordurosos (*graxos*) normalmente estão entre os produtos obtidos da hidrólise de lipídios. Portanto, os ácidos graxos são ácidos carboxílicos extraídos de lipídeos de ocorrência natural (NELSON e COX, 2002).

Os ácidos graxos podem ser classificados como saturados ou insaturados, dependendo da ausência ou presença de ligações duplas carbono-carbono (na cadeia alquil), respectivamente.

2.3.2 Ácidos Graxos Saturados

Os ácidos graxos saturados (AGS) são caracterizados por não possuírem duplas ligações e serem, geralmente, sólidos à temperatura ambiente, e são mais freqüentemente encontrados em gorduras de origem animal (GURR, 1991).

Dos AGS, os ácidos mirístico, palmítico e esteárico são os mais abundantes no reino animal e são encontrados na maioria das gorduras.

2.3.3 Ácidos Graxos Insaturados

Os ácidos graxos insaturados (AGI) possuem uma ou mais duplas ligações e são assim chamados de mono ou poliinsaturados, respectivamente (NELSON e COX, 2002).

São, geralmente, líquidos à temperatura ambiente, devido a presença da insaturação, o que dificulta a interação intermolecular, a dupla ligação sendo sempre do tipo "cis" em produtos naturais (GURR, 1991).

2.3.4 Ácidos Graxos Poliinsaturados

Existem três famílias importantes de ácidos graxos comumente consumidos na dieta: n-9, n-6 e n-3, assim sendo diferenciados pela posição de sua última insaturação (OGAWA e MAIA, 1999), sendo que apenas as duas últimas representam os ácidos graxos essenciais para o organismo humano.

Os lipídeos de 18 átomos de carbonos que pertencem a essas famílias – ácido linolênico (18:3 n-3), ácido linoléico (18:2 n-6) e ácido oléico (18:1 w-9) – usam as mesmas enzimas – dessaturases (D6 e D5) e uma elongase – para sintetizar seus derivados com 20 átomos de carbonos: ácido eicosapentaenóico (EPA) (20:5 n-3), ácido araquidônico (AA) (20:4 n-6) e ácido eicosatrienóico (ETA) (20:3 n-9). Em ordem de preferência, os substratos para essas enzimas são: n-3 > n-6 > n-9. Entretanto, existem duas classes de lipídios essenciais para a síntese dos eicosanóides: n-3 e n-6, por meio dos seus derivados ácidos eicosapentaenóico e araquidônico. Assim, devido à importância do balanço entre os ácidos graxos das famílias 3 e 6 na resposta inflamatória, é comum sua abordagem em trabalhos científicos, na relação n-6/n-3 – recomendada em torno de 0,2 pela FAO/WHO (1994) indicando uma excelente característica nutricional onde, valores abaixo disto, atestariam um balanço desequilibrado entre a produção de eicosanóides das duas diferentes frações de AGPI, uma vez que ambos competem pelas mesmas enzimas (MARTINO e CRUZ, 2004; GARÓFOLO e PETRILLI, 2006).

Considerando que essas duas famílias de ácidos graxos competem pelas mesmas enzimas, o balanço entre n-6 e n-3 na dieta é de grande importância

De fato, estudos em populações cuja alimentação tinha como base o peixe de águas geladas, ricos em n-3, demonstraram níveis de risco para doença aterosclerótica bem aquém daqueles observados em populações que não tinham esse hábito, concordando com um conceito pré-existente de que a alimentação à base de peixes oriundos de águas frias, salgadas e profundas era, de certo modo, um bloqueador das alterações dislipidêmicas (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2001).

Estudos epidemiológicos correlacionam a baixa incidência de doenças cardiovasculares nos esquimós e japoneses, com o consumo desses ácidos graxos provenientes de peixes.

Os ácidos graxos ômega-3 (n-3) foram destacados nas seguintes espécies de peixe: salmão, cavala, atum, bacalhau, albacar, arenque, halibu e haddock (LEAF e WEBER, 1988).

Os peixes de águas frias contêm quantidades relativamente grandes de AGPI n-3 (PUUSTINEN *et al*, 1985) e a temperatura da água parece ser um fator importante para isso.

Outros fatores, além da temperatura da água, contribuem para a grande variação na composição da parte comestível dos peixes, como a espécie, o sexo e o grau de maturidade sexual, o tamanho, o local de captura, a natureza da alimentação e a estação do ano (ARMSTRONG, 1991; BADOLATO *et al*, 1994).

2.3.5 Ácidos Graxos Essenciais

Os Ácidos Graxos Essenciais devem ser ingeridos através da alimentação, por não serem sintetizados pelo organismo humano (NELSON e COX, 2002).

Os ácidos de cadeia longa e insaturada são importantes devido à sua capacidade de se transformarem em formas biologicamente mais ativas, com funções específicas.

Os óleos de muitas espécies de peixes marinhos são ricos em ácido eicosapentaenóico (EPA) e em ácido docosahexaenóico (DHA), as duas formas que apresentam cadeias longas e poliinsaturadas ativas da série n-3 usadas diretamente no processo metabólico.

Entre os peixes, os que contêm maior quantidade de EPA e de DHA são os que habitam as águas frias, como o salmão, a truta (*Salmo spp*) e o bacalhau (*Gadus sp*) (MARTINO e TAKAHASHI, 2001).

EPA tem efeito de prevenir aterosclerose e trombose (LOPES, 2003).

O óleo extraído dessas espécies é usado, atualmente, como suplemento alimentar para modificar o perfil lipídico do soro sanguíneo e balancear a atividade agregadora das plaquetas (PHILLIPSON *et al*, 1985).

Os teores de ácido araquidônico (C20:4) e seus competidores, liberados através da conversão a eicosanóicos após a estimulação da membrana, têm amplos reflexos ou efeitos em funções fisiológicas (KINSELLA *et al*, 1990).

A partir de ácido araquidônico (AA) e de ácido eicosapentaenóico (EPA), respectivamente, as plaquetas produzem estruturas chamadas de tromboxanas A₂ (TXA₂) e A₃ (TXA₃).

A TXA₂ estimula a vasoconstrição e a agregação plaquetária e a TXA₃ é inativa, mas responsável pelo processo de coagulação quando a concentração de oxigênio aumenta. A razão dos eicosanóides das famílias ômega-6 (AA) e ômega-3 (EPA) indica um valor de 0,2, devendo-se ingerir cerca de quase cinco vezes a mais ômega-6, que ômega-3. Todavia, em nossas sociedades essa razão é de 12-15, demonstrando uma falta no consumo de n-3 (NELSON e COX, 2002).

Tanto o EPA quanto o DHA são ácidos graxos ômega-3, essenciais, encontrados em óleo de peixes ditos de águas profundas (frias), tais como salmões, herring, bluefish, cavala, e

atum. Têm efeito de redução da resposta inflamatória e baixa os níveis da gordura e do colesterol no sangue (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2001).

Também podem ajudar no tratamento da artrite, de reações alérgicas, de doenças cardíacas, e de aspectos relacionados a pele, além de poder reduzir a potencialidade de coagulação do sangue, como já mencionado anteriormente (KINSELLA, 1986).

Outros trabalhos ainda relacionam os efeitos benéficos dos AGPI aos processos antiinflamatórios e ao sistema imunológico, nos casos de asma e artrite reumatóide, nefrites, lupus eritematoso e esclerose múltipla (KINSELLA, 1988; HERMANN *et al*, 1990; AIKAWA, 2004).

O corpo de um indivíduo tem mecanismos capazes de regular o metabolismo lipídico e manter um estado homeostático de modo que os vários sistemas fisiológicos possam funcionar com um amplo leque de lipídeos alimentares, sem apresentar claros sintomas clínicos ou aberrações metabólicas. Contudo, numerosas funções podem ser alteradas se o fornecimento de determinado ácido graxo for excessivo ou inexistente (LOPES, 2003).

A FAO e a World Health Organization (WHO) recomendam desde 1994 que devemos ingerir 3% de ácidos graxos essenciais, principalmente n-3 e n-6, com base na energia total consumida de 3.000 calorias/dia.

Os peixes de mar possuem uma composição relativamente complexa, com grande proporção de C18, C20 e C22, enquanto os de rio contêm menores teores de C20 e C22 insaturados e maiores teores de ácido palmítico e de C18 insaturado (BRUSCHI, 2001).

Anderson *et al* (1990) apontaram a presença do DHA na alimentação como sendo fundamental para o desenvolvimento do cérebro e da retina. No desenvolvimento cerebral, o acréscimo de DHA é notório e contínuo, particularmente durante os dois primeiros anos de vida (MARTINEZ, 1992; COLOMBO, 2004).

A quantidade de AGPI na dieta, particularmente o DHA, e a relação entre n-6 e n-3 durante a gravidez e a lactação influenciam o estado nutricional maternal e infantil e podem representar um importante papel no neurodesenvolvimento da criança (BENISEK *et al*, 2000).

Quanto ao DHA, geralmente é dado na relação DHA/EPA, onde espera-se valor abaixo de 1, justificando a necessidade de uma quantidade de EPA maior que a de DHA, já que aquele tem função vascular e este, é formador da porção lipídica celular, colaborando, desta forma, para a homeostase lipídica humana (MARTINO e CRUZ, 2004).

2.4 MINERAIS

Alimentos marinhos são fontes muito ricas de componentes minerais.

Os pescados possuem cerca de 0,8 % a 2 % de sais minerais em sua composição, principalmente ferro, iodo e fósforo; considerando o pescado cru, visto que quando o pescado está sujeito a elevada temperatura, tal como em frituras, ocorre perda significativa destes sais minerais (SALUNKHE *et al*, 1991; FRANCO, 2001).

Os componentes minerais costumam ser subdivididos em macro e microelementos. Os macroelementos estão contidos em quantidades de várias centenas de miligramas por 100 g de peso, enquanto os microelementos estão contidos na carne em quantidades bem menores. Os componentes de ambos os grupos são importantes na nutrição humana. Alguns minerais são requeridos em quantidades altas enquanto outros podem ser tóxicos ao organismo em quantidades pequenas (ZDZISLAW e SIKORSKI, 2000).

O homem, estando no ápice da cadeia alimentar, consome alimentos provenientes do meio ambiente em busca de nutrientes e a presença de minerais, como metais, muitas vezes está associada à localização geográfica ou diretamente aos níveis de metais existentes na água e no solo (OGA, 1996).

2.4.1 Macroelementos

A variedade do conteúdo dos macroelementos na carne de peixe e invertebrados marinhos (em mg/100 g) varia muito de acordo as fontes: sódio (25 a 620); potássio (25 a 710); magnésio (10 a 230); cálcio (5 a 750); ferro (0,01 a 50); fósforo (9 a 1100); enxofre (100 a 300) e cloro (20 a 500). O conteúdo de sódio é de interesse especial pelo esforço dos nutricionistas em baixar a ingestão deste elemento hipertensivo em dietas (ZDZISLAW e SIKORSKI, 2000).

2.4.2 Microelementos (oligoelementos)

A ingestão de pescados pode satisfazer a necessidade diária humana de microelementos essenciais.

Entretanto, a presença excessiva de alguns microelementos, como o manganês e o cobre, em altas concentrações em diversas espécies alimentares marinhas pode comprometer a qualidade das mesmas e repercutir de maneira maléfica à saúde humana devido à possibilidade de efeitos tóxicos. Nesta mesma linha de pensamento, incluem-se o mercúrio, o

cádmio, o cobalto, o chumbo, o arsênico e o flúor (ZDZISLAW e SIKORSKI, 2000), sendo suas concentrações-limite diárias, estipuladas.

Para ilustrar a importância de alguns minerais no organismo, a Tabela 04 mostra algumas de suas principais atividades metabólicas.

Tabela 04 – Principais Atividades Metabólicas dos Minerais no ser Humano.

Elemento Mineral	Atividade Metabólica Principal
Cálcio	Formação de ossos e cartilagens; contração muscular.
Cobalto	Componente metálico da cianocobalamina (B ₁₂). Prevenção da anemia; envolvido no metabolismo de C ₁ e C ₃ .
Cobre	Componente da heme, na hemocianina (de cefalópodes); co-fator da tirosinase e ácido ascórbico oxidase.
Cromo	Envolvido na formação do colágeno e regulação da taxa do metabolismo da glicose.
Fósforo	Formação óssea; ésteres fosfatos de alta energia; outros compostos organo-fosfóricos.
Magnésio	Co-fator enzimático extensivamente envolvido no metabolismo de lipídios, carboidratos e proteínas.
Potássio	Cátion monovalente primário de fluidos intra celulares; envolvido na ação nervosa e osmoreguladora.
Sódio	Cátion monovalente primário de fluidos intra celulares; envolvido em balanço – ácido-base e osmoregulador.
Ferro	Constituinte essencial da heme na hemoglobina, citocromos, peroxidases, etc.
Manganês	Co-fator para arginase e determinadas outras enzimas metabólicas; envolvido na formação óssea e na regeneração do eritrócito.
Zinco	Essencial para a estrutura e função da insulina. Co-fator da anidrase carbônica.

Fonte: NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1977.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATÉRIA-PRIMA

As matérias-primas base deste estudo foram 10 espécies de pescados de grande ocorrência na Região Norte do Brasil: 8 peixes e 2 crustáceos (Tabela 05).

As amostras após aquisição foram acondicionadas em recipiente termicamente isolado contendo gelo e transportadas até o Laboratório de Engenharia Química e de Alimentos da UFPA (LEQAL).

Todos os espécimes coletados eram adultos, a fim de assegurar que não houvesse grandes variações inter-espécies.

Tabela 05 – Espécies de pescados coletados no quadro deste estudo.

Nome Vulgar	Nome Científico	Ocorrência
01 – Camarão Sete Barbas	<i>Penaeus subtilis</i>	Região estuarina e costeira do rio Caeté, Bragança/PA.
02 – Caranguejo	<i>Ucides cordatus</i>	Costa norte do Brasil.
03 – Corvina	<i>Micropogonias furnieri</i>	Em toda a costa brasileira.
04 – Dourada	<i>Brachyplatystoma flavicans</i>	Costa norte do Brasil.
05 – Gurijuba	<i>Arius parker</i>	Costa do Brasil (alto mar ou próximo às margens).
06 – Pargo	<i>Lutjanus purpureus</i>	Em toda a costa brasileira.
07 – Pescada Amarela	<i>Cynoscion acoupa</i>	Em toda a costa brasileira.
08 – Pescada Gó	<i>Macrodon ancylodon</i>	Costa do Brasil (alto mar ou próximo às margens).
09 – Piramutaba	<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	Costa do Brasil (alto mar ou próximo às margens).
10 – Pirarucu	<i>Arapaima gigas</i>	Rios da região Amazônica.

3.2 PLANO DE AMOSTRAGEM

3.2.1 Coleta

Foram adquiridas três unidades de cada espécie de pescado (e em torno de 2 Kg de cada crustáceo) em dois pontos de venda da grande Belém, Estado do Pará, em três datas: Mercado do Ver-o-Peso (20/05/2004), Mercado de Peixes de Icoaraci (02/06/2004), e novamente Ver-o-Peso (28/06/2004). Assim, foi possível constituir um banco de 3 amostras para cada espécie, sendo que cada amostra era resultado da mistura de 3 unidades para cada pescado ou de 2Kg de espécimes para cada crustáceo. Assim, para as dez espécies, totalizaram-se trinta amostras.

3.2.2 Preparação Preliminar

A Figura 11 apresenta o fluxograma das operações efetuadas na preparação das amostras antes de serem analisadas.

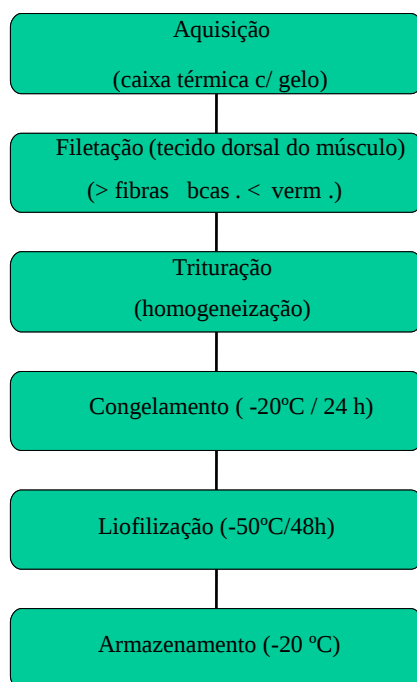


Figura 11 – Fluxograma de preparo e acondicionamento das amostras.

A cada dia de coleta, as amostras coletadas foram conduzidas ao Laboratório de Processamento de Produtos de Origem Animal da Universidade Federal do Pará. No caso dos

peixes, para cada uma das 8 espécies, executou-se a filetagem do tecido dorsal do músculo de cada uma das 3 unidades adquiridas, misturando-se elas.

De modo diferenciado foram tratadas as amostras dos crustáceos, sendo submetidos a um pré-cozimento, a fim de facilitar a retirada de sua carne, com quantidade de água suficiente para sua total submersão, sob temperatura de ebulição da água, por cerca de 15 minutos para o camarão e 25 minutos para o caranguejo (tempo necessário para que fosse possível retirar a parte cárnea dos crustáceos). Da mesma forma que para os pescados, a carne dos diferentes caranguejos ou camarões de uma mesma coleta (mesmo dia), foram misturados juntos.

Posteriormente, a fim de gerar uma só amostra de cada espécie para cada data de coleta, triturou-se o filé (ou material cárneo originário dos crustáceos) das distintas unidades em um multiprocessador de alimentos. Depois, homogeneizou-se o material, sendo colocado em bandejas de alumínio e congelado à -20 °C.

Liofilizaram-se as amostras num equipamento Thermo Savant Modulyo D, com temperatura interna de -50° C $\pm$ 2° C e pressão inferior a 100 mbar por 48 horas.

Para conservação das características físico-químicas das amostras, após a liofilização, as mesmas foram armazenadas em congelador à -20 °C $\pm$ 2° C até análise.

3.3 CARACTERIZAÇÃO CENTESIMAL DOS PESCADOS

3.3.1 Proteínas Totais

Para avaliação das proteínas, foi usado o método de Kjeldahl (AOAC 920.152/1997), juntando cerca de 1g da amostra liofilizada, mais 0,5g de sulfato de cobre e 20ml de ácido sulfúrico concentrado a 96%.

O fator N aplicado foi de 4,94 para o caranguejo (SALO-VÄÄNÄNEN e KOIVISTOINEN, 1996) e 6,25 para o restante dos pescados (BRUSCHI, 2001; NACZK *et al*, 2004).

3.3.2 Lipídios Totais

Os lipídios totais foram feitos segundo o Método Soxhlet (AOAC 963.15/1997), usando éter de petróleo como solvente.

3.3.3 Cinzas

As cinzas foram obtidas por incineração de cerca de 1g de amostra, em mufla a 550°C, até obtenção de peso constante, segundo, segundo método oficial AOAC (AOAC, 1990).

3.3.4 Perfil de Aminoácidos

A separação desses componentes foi baseada na partição desigual de cátions de aminoácidos entre uma resina de mudança de carga e cinco soluções usadas consecutivamente, de citrato de lítio, com acréscimos progressivos de pH e força iônica.

Para a identificação dos aminoácidos, utilizou-se uma reação pós-coluna com solução tampão de ninidrina e detecção através de método espectrofotométrico com absorbâncias de 570 nm (para α -aminoácidos R-NH₂, originando um complexo de cor púrpura) e 440 nm (para iminoácidos R-NH-, originando um complexo de cor marrom amarelado).

A análise foi feita através de um Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência (CLAE) Aminoanalyser Biotronik, modelo LC 3000 (Alemanha).

3.3.4.1 Preparo das Amostras

A metodologia empregada para a identificação e quantificação dos aminoácidos foi a utilizada no Laboratório de Bromatologia da Universidade de Gent, na Bélgica (OOGHE, 1983).

A hidrólise ácida utilizada nas amostras promove a degradação do triptofano, portanto, não foi determinado este aminoácido essencial nas análises.

Foi pesada cerca de 1,0 g da amostra liofilizada e submetida a uma hidrólise em ácido clorídrico 6 M (370 mL), sob aquecimento, em frasco vedado, sob atmosfera inerte, à temperatura suficiente para a formação de pequenas bolhas no interior do mesmo, por 20 horas.

Após a hidrólise e já com a amostra resfriada até temperatura ambiente (de 20 à 25°C), transferiu-se o conteúdo do frasco para um balão de fundo chato de 1L e aferiu-se o volume com água miliQ. Homogeneizou-se a solução, filtrou-se com sistema de filtro Millipore (membrana de nylon 0,45 μ m de porosidade e 47 mm de diâmetro, da Gelman), com o auxílio de vácuo e transferiu-se o filtrado para um frasco de polietileno, identificado.

Posteriormente, recolheu-se do frasco um volume de 10 mL com pipeta volumétrica e prosseguiu-se com a evaporação total do solvente, em rotavapor Büchi R-114 B-29, à 50 °C.

A amostra completamente evaporada foi diluída em 25 mL de Solução Tampão de Injeção e colocada em banho ultrassônico Branson 222 (356/701), VEL, por 5 minutos.

Filtrou-se 15 mL da solução resultante com filtro de membrana Chromafil Typ A-20/25 MEC blue (0,2 µm) e armazenou-se em tubo de ensaio Pirex[®], identificado, com tampa rosqueável, revestido com teflon e armazenado à 0 °C até análise.

É necessário que seja levado em consideração o fator de diluição no momento de expressão dos resultados dos aminoácidos, a partir da leitura da amostra pelo CLAE. Para tal, seu valor foi deduzido, conforme demonstrado a seguir.

$$F = \frac{\text{volume (mL) utilizado para diluição da amostra} \times 10}{\text{peso da amostra (g)}}$$

Depois de calculado o fator F, o mesmo foi identificado no tubo de cada amostra.

3.3.4.2 Preparo das Soluções

3.3.4.2.1 Solução de Ácido Clorídrico 6 M

Preparou-se a solução de ácido clorídrico a partir de 2,5 L do ácido, P.A., com a adição de água miliQ até a obtenção do volume final de 5 L de solução. Agitou-se vigorosamente.

Após resfriamento da solução, aferiu-se o volume novamente com água miliQ e foi armazenada em frasco âmbar, identificado.

3.3.4.2.2 Solução Tampão de Lítio A (pH 2,85)

Para esta solução, utilizou-se 65,2 g de acetato de lítio diidratado em 600 mL de água miliQ, 100 mL de metanol P.A. e, por último, adicionou-se a mistura de 400 µL de ácido caprílico em 30 mL de ácido fórmico, previamente feita, em tubo de vidro com tampa rosqueada, revestida com teflon.

Toda a preparação da solução foi executada sob agitação, em balão de fundo chato. Ajustou-se o volume para 4 L finais. O pH foi ajustado com a utilização de potenciômetro Schott CG 840, Merck-Belgolabo, calibrado com tampões de titrisol (pH 7,00 e pH 4,00), utilizando-se ácido trifluoroacético.

3.3.4.2.3 Solução Tampão de Lítio B (pH 3,30)

Em 300 mL de água miliQ, foram adicionados 36,8 g de acetato de lítio diidratado e, depois, 20 mL de metanol. Em seguida, acrescentou-se a solução de 200 µL de ácido caprílico em 12 mL de ácido fórmico, nas mesmas condições da preparada no item 3.3.4.2.2.

Aferiu-se o volume da solução final até 2 L e ajustou-se o pH, como no item anterior.

3.3.4.2.4 Solução Tampão de Lítio C (pH 4,25)

40,8 g de acetato de lítio diidratado foram dissolvidos em 150 mL de água miliQ e, depois, somou-se uma solução de 200 µL de ácido caprílico dissolvido em 7 mL de ácido fórmico, conforme descrito no ponto 3.3.4.2.2. Completou-se o volume da solução até 2 L. A aferição do pH final da solução foi feita nas mesmas condições que no ponto 3.3.4.2.2.

3.3.4.2.5 Solução Tampão de Lítio D (pH 8,00)

Num volume de 300 mL de água miliQ, adicionou-se 4,2 g de hidróxido de lítio monoidratado e 10,2 g de acetato de lítio diidratado. Acrescentou-se uma solução de 200 µL de ácido caprílico em 8 mL de ácido fórmico. Depois, acrescentou-se 16,9 g de tetraborato de lítio e 4 g de EDTA. Completou-se o volume até 2 L de solução e agiu-se conforme descrito no ponto 3.3.4.2.2, no que diz respeito à aferição do pH até 8,00.

3.3.4.2.6 Solução Tampão de Lítio E (pH 10,30)

Nesta solução, dissolveu-se 25,2 g de hidróxido de lítio monoidratado em 300 mL de água miliQ. Adicionou-se 200 µL de ácido caprílico em 4 mL de ácido fórmico. Foram dissolvidos 16,9 g de tetraborato de lítio nela e levou-se o volume final a 2 L com água miliQ. Para aferição do pH até 10,30, procedeu-se como no item 3.3.4.2.2.

3.3.4.2.7 Solução Tampão de Injeção (pH 2,2)

Em 300 mL de água miliQ, acrescentou-se 32,6 g de acetato de lítio diidratado e 50 mL de metanol P.A.. Dissolveu-se separadamente 200 µL de ácido caprílico em 15 mL de ácido fórmico. Acrescentou-se esta segunda solução à primeira. Completou-se o volume até 2 L com água miliQ, agitou-se por 45 minutos a solução. O pH foi aferido de acordo como no ponto 3.3.4.2.2.

3.3.4.2.8 Solução de Regeneração (Solução F)

Procedeu-se da seguinte forma: 100 mL de metanol P.A. e 100 µL de ácido caprílico foram diluídos em 900 mL de água miliQ, juntamente com 21 g de hidróxido de lítio monohidratado e 0,5 g de EDTA. Após preparação da solução, a mesma foi filtrada sob vácuo conforme sistema de filtro descrito no item 3.3.4.1. (Millipore).

3.3.4.2.9 Reagente (Solução R)

3.3.4.2.9.1 Solução de Ninidrina (Solução A)

Pesou-se 20 g de ninidrina e 0,60 g de hidridantina diidratada e colocou-se em frasco de Duran de 100 mL, o qual foi aferido com metanol P.A. Agitou-se até que a solução se tornasse homogênea. Colocou-se a solução preparada em banho ultrassônico por 30 minutos com agitação manual a cada 5 minutos. Após este processo, a solução foi filtrada sob vácuo conforme item 3.3.4.1.

3.3.4.2.9.2 Solução de Acetato de Potássio (Solução B)

Dissolveu-se 270 g de acetato de potássio em 550 mL de água miliQ sob agitação por 15 a 20 minutos. Corrigiu-se para pH 5,51 com ácido acético e depois, filtrou-se sob vácuo a solução resultante, com o auxílio de filtro, conforme descrito no item 3.3.4.1.

Transferiu-se o volume para uma proveta de 1000 mL e completou-se o volume até 900 mL com água miliQ. Em seguida, o conteúdo total da solução foi repassado para frasco âmbar de 2 L e acrescentado 900 mL de etilenoglicol. Agitou-se vigorosamente o frasco antes de colocá-lo a banho ultrassônico, por 10 minutos, sob vácuo.

Para constituir a solução Reagente (Solução R), todo o volume da Solução A foi posto no frasco com o conteúdo da Solução B, agitado e submetido ao banho ultrassônico por 5 minutos, sob vácuo.

3.3.4.2.10 Solução Padrão de Aminoácidos

3.3.4.2.10.1 Solução I

Para a preparação de 1 L da Solução I, os aminoácidos componentes desta, foram pesados conforme Tabela 06, levando-se em consideração sua concentração e o volume foi aferido usando a Solução Tampão de Injeção.

3.3.4.2.10.2 Solução II

Elaborou-se este padrão, a partir da pesagem exata dos aminoácidos conforme Tabela 07, acompanhada de homogeneização.

Preparadas as soluções I e II, fez-se a adição de 5 mL da primeira solução (Solução I) e 5 mL da segunda (Solução II), totalizando 10 mL, os quais foram levados a um balão de fundo chato de 50 mL e o volume final aferido, até 50 mL, com Solução Tampão de Injeção e armazenada à 0°C, por um período máximo de 3 semanas de armazenamento.

Tabela 06 - Aminoácidos que compõem a Solução I.

Aminoácido	Massa Molecular	Concentração (mmol/L)	g/L
Ácido Aspártico (ASP)	133,10	1,00	0,1331
Hidroxiprolina (HYPRO)	131,13	3,00	0,3934
Treonina (THR)	119,12	1,00	0,1191
Serina (SER)	105,09	1,00	0,1051
Ácido Glutâmico (GLU)	147,13	1,00	0,1471
Prolina (PRO)	115,13	3,00	0,3454
Glicina (GLY)	75,07	1,00	0,0751
Alanina (ALA)	89,09	1,00	0,0891
Valina (VAL)	117,15	1,00	0,1172
½ Cistina (CYS)	120,15	1,00	0,1202
Metionina (MET)	149,21	1,00	0,1492
Isoleucina (ILE)	131,18	1,00	0,1312
Leucina (LEU)	131,18	1,00	0,1312
Tirosina (TYR)	181,19	1,00	0,1812
Fenilalanina (PHE)	165,19	1,00	0,1652
Ácido γ-Aminobutírico (GABA)	103,12	1,00	0,1031
Ornitina (ORN)	168,62	1,00	0,1686
Lisina (LYS)	182,65	1,00	0,1827
Histidina (HIS)	155,16	1,00	0,1552

Fonte: MANUAL de Procedimento Operacional Padrão do Laboratório de Bromatologia da Universidade de Gent, Bélgica, 1999.

3.3.4.2.11 Solução de Lavagem do Sistema

A solução de lavagem foi preparada a partir de 1 L de metanol P.A. e 1 L de água miliQ, seguida de homogeneização através de agitação manual.

Tabela 07 – Composição da Solução II em aminoácidos.

Aminoácido	Massa Molecular	Concentração (mmol/L)	g/250 mL
Asparagina Monoidratada (ASN)	150,14	1,00	0,0376
Glutamina (GLN)	146,15	1,00	0,0366
Tryptofano (TRP)	204,23	1,00	0,0511
Arginina (ARG)	174,20	1,00	0,0436
Amônio Cloridro (AMM)	35,05	1,00	0,0134
Etanolamina (ET. AM.)	61,09	-	1 gota

Fonte: MANUAL de Procedimento Operacional Padrão do Laboratório de Bromatologia da Universidade de Gent, Bélgica, 1999.

3.3.5 Perfil de Ácidos Graxos

3.3.5.1 - Ésteres Metílicos dos Ácidos Graxos

Na preparação dos ésteres metílicos foi adotada a metodologia descrita por LEPAGE e ROY (1984). Pesou-se cerca de 1 g de matéria graxa da amostra em um tubo Pirex® de 35 mL com tampa rosqueável, revestida com teflon. Adicionou-se 5 mL de mistura metanol/tolueno (3:2 v/v) e 5 mL de mistura acetilcloridro/metanol (1:20 v/v), seguido de saturação com nitrogênio gasoso e vedação do tubo, com tampa. Agitou-se ligeiramente a amostra e colocou-se em banho-maria a 100 °C, por 60 minutos, com agitação manual a cada 10 minutos.

Após resfriamento da amostra, adicionou-se 5 mL de água miliQ e 5 mL de hexano P.A e levou-se a centrifugação por 20 minutos a 3000 rpm. Depois, seguiu-se com a transferência da fase hexano para um outro tubo de 35 mL, de mesma especificação do anteriormente utilizado, com o auxílio de pipeta Pasteur de vidro.

A extração foi repetida por mais duas vezes, porém somente com 3 mL de hexano, e tempos de centrifugação de 15 minutos, com mesma rotação, cada uma.

A partir de todos os extratos reunidos, filtrou-se o conteúdo do tubo com sistema de filtro sinterizado (sinterizado = filtro de material uniforme em sua porosidade e tendo aspecto

de porcelana) nº 4, fazendo-se passar através de uma camada de cerca de 2 cm de espessura, de sulfato de sódio.

O filtrado foi recolhido em balão de fundo cônico previamente tarado. Em seguida, o resquício de solvente foi evaporado em rotavapor, finalizando a evaporação sob nitrogênio gasoso.

O balão foi pesado novamente para conhecer o peso correspondente de resíduo graxo no interior da vidraria, rediluído em 10 mL de isoctano; cada amostra foi armazenada à -20 °C até o momento da análise cromatográfica.

A análise foi feita através do Cromatógrafo Gasoso (CG) Thermo Finnigan[®], equipado com coluna Restek RT 2560 (100m x 0,25 mm; I.D. 0,20 mm). A programação foi de 80°C no tempo, aumento da temperatura com taxa de 25°C/min até 195°C, seguido de 1°C/ min até 225°C, 15 min a 225°C e diminuição de 20°C/min até 80°C. Pressão de hidrogênio de 160Kpa e temperatura do detector FID de 255°C. Modo de injeção: sobre coluna.

3.3.5.2 Preparo das Soluções

3.3.5.2.1 Mistura Metanol/Tolueno (3:2 v/v)

Para um volume final de solução, em 60 mL de Metanol P.A., foram adicionados 40 mL de Tolueno, seguido de agitação.

3.3.5.2.2 Mistura Acetilcloridro/Metanol (1:20 v/v)

Em 20 mL de Metanol P.A., conservado a -20 °C, foi adicionado 1 mL de Acetilcloridro, lentamente (reação extremamente exotérmica) e sempre homogeneizando-se a solução.

3.3.5.2.3 Solução Padrão de Ácidos Graxos

A solução padrão de ácidos graxos utilizada está relacionada na Tabela 08.

3.3.6 Perfil de Minerais

Os minerais analisados foram: sódio, potássio, cromo, magnésio, manganês, cobalto, fósforo, zinco, cádmio, cálcio, ferro, selênio, cobre e chumbo. Todas as informações obtidas a partir dos níveis de minerais neste estudo foram avaliadas sob o motivo nutricional e não toxicológico.

Tabela 08 – Solução Padrão de Ácidos Graxos. (mg/mL).

Ácido Graxo	Referências (concentração)	
	68-B	68-D
C14:0 Metil Myristato	3.0	6.0
C14:1 Metil Myristoleato	1.0	1.0
C16:0 Metil Palmitato	10.0	16.0
C16:1 Metil Palmitoleato	2.0	5.0
C18:0 Metil Estearato	15.0	8.0
C18:1 Metil Oleato	25.0	13.0
C18:1 Metil Vaccenato	—	4.0
C18:2 Metil Linoleato	10.0	2.0
C18:3 Metil Linolenato	4.0	2.0
C20:0 Metil Araquidato	2.0	1.0
C20:1 Metil 11-Eicosenoato	2.0	9.0
C20:2 Metil 11-14-Eicosadienoato	2.0	1.0
C20:3 Metil Homogamma Linolenato	4.0	—
C20:4 Metil Araquidonato	4.0	3.0
C20:3 Metil 11-14-17-Eicosatrienoato	—	1.0
C20:5 Metil Eicosapentaenoato	—	10.0
C22:0 Metil Beenato	4.0	1.0
C22:1 Metil Erucato	2.0	3.0
C22:6 Metil Docosahexaenoato	4.0	12.0
C24:0 Metil Lignocerato	2.0	1.0
C24:1 Metil Nervonato	4.0	1.0

Fonte: NU-CHECK PREP (USA) (2004/2005).

As amostras de resíduos minerais de pescados foram analisadas em equipamento de Espectrometria de Emissão Atômica acoplada com Plasma de Argônio Induzido (Inductively Coupled Plasma Emission Spectroscopy, ICP/AES), também denominado “Tocha Plasma”, modelo Iris-Advantage, da Thermo Jarrell Ash.

A técnica utilizada para determinação quantitativa de metais, em níveis de concentrações maiores e menores, se baseia no transporte das amostras no plasma, em forma de aerosol, sofrendo uma seqüência de processos físico-químicos: dessolvatação, vaporização, dissociação e ionização. Em seguida, a luz emitida é filtrada e separada por região do espectro

(difratada pelas redes de difração). Cada região do espectro está associada a uma transição eletrônica e as intensidades luminosas são medidas, pois são proporcionais à concentração do elemento.

3.3.6.1 Preparo das Amostras

Para a análise de minerais, obteve-se os resíduos minerais tarando-se cadinhos de porcelana e pesando-se, em seguida, cerca de 2 g da amostra liofilizada, levando-a à estufa à 65 °C por 24 horas, até peso constante. Anotou-se o peso obtido e levou-se numa mufla a 450 °C por 24 horas, com elevação progressiva da temperatura (100 °C por 60 min., 150 °C por 30 min., 200 °C por 60 min., 250 °C por 30 min., 300 °C por 60 min., 350 °C por 30 min., 450 °C por 1440 min.) para evitar ignição das gorduras. Uma vez os cadinhos resfriados, anotou-se seu peso e transferiu-se o conteúdo do cadinho de porcelana para cadinho de teflon.

3.3.6.2 Metodologia de análise

As amostras de cinzas obtidas após incineração foram dissolvidas em 6 mL de ácido nítrico 70% e 5 mL de ácido fluorídrico 40%, sob placa aquecedora, à 120 °C, em capela. Após a secagem completa, foram ainda utilizados 100 µL de ácido perclórico 70%, 2 mL de ácido nítrico 70% e 1,5 mL de ácido clorídrico 38%. Cerca de 10 minutos depois, retirou-se do aquecimento e transferiu-se o conteúdo do cadinho para um balão de fundo chato de 25 mL e aferiu-se o volume com água miliQ.

O conteúdo mineral das amostras foi quantificado, utilizando-se soluções padrões de concentrações conhecidas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 09 A e 09 B mostram os valores encontrados na composição centesimal (proteínas, lipídios e cinzas, em base seca) e nos perfis de aminoácidos, ácidos graxos e minerais, de cada uma das espécies de pescados estudadas.

4.1 Proteínas e Aminoácidos

Como de praxe nos pescados, as proteínas constituem o primeiro macronutriente das 10 espécies. O peixe que apresentou maior teor em proteínas totais foi a pescada amarela, com 84,49% e o menor, a dourada, com 66,09%. O percentual protéico costuma variar em função da espécie, tamanho, sexo, época do ano e outros fatores (OGAWA e MAIA, 1999).

No caso dos crustáceos, o caranguejo obteve 76,41% de proteínas, assemelhando-se com o descrito por FAVIER *et al* (1999) de 71,79%; o que não se repetiu em relação ao camarão, que apresentou 74,24%, aquém do determinado pelo mesmo autor (81,14%).

Todas as amostras de peixes deste estudo apresentaram um conteúdo protéico abaixo do descrito na literatura, mesmo que em alguns casos esta diferença não tenha sido acentuada. Isso é explicado pelo fato de que muitos autores continuam usando o fator de conversão para nitrogênio de 6,25 para todos os pescados, enquanto neste trabalho, foi adotado o valor de 4,94 apenas para os peixes e o camarão (SALO-VÄÄNÄNEN e KOIVISTOINEN, 1996) e o fator de 6,25 para o caranguejo (NACZK *et al*, 2004). E é exatamente para o caranguejo que o valor se aparentou mais àquele encontrado na literatura.

Vale salientar que o uso do fator 4,94 acarreta um teor em proteínas de 0,79 em relação àquele que seria obtido usando o fator de 6,25. Ou seja, todos os valores tornam-se, de forma relativa, 21% menores do que aqueles obtidos pelos outros autores. Por exemplo, o pargo apresentou 72,78% contra 85,21% (VILA NOVA *et al*, 2005); pescada gó 76,51% contra 87,11% (BRUSCHI, 2001) e pirarucu 79,67% contra 93,20% (LOURENÇO *et al*, 2003). Usando o fator 6,25 nossos valores seriam, respectivamente, de 88,06%, 92,57% e 96,40%; ou seja, em acordo com os valores encontrados pelos demais autores.

Quanto aos aminoácidos, estes são estudados e classificados de acordo com sua importância nutricional. Quanto mais a matriz alimentar apresenta em sua composição um perfil de aminoácidos que, comparados com padrões nutricionais recomendados (FAO), atendem grande parte ou mesmo suprem a total necessidade humana, maior seu valor nutricional.

Tabela 09 A – Composição química de dez pescados amazônicos (1ª parte).

Constituintes	Camarão	Caranguejo	Corvina	Dourada	Gurijuba
Proteínas (% MS)	74,24 ± 4,57	76,41 ± 1,86	77,85 ± 1,56	66,09 ± 4,03	78,09 ± 1,59
Lipídios (% MS)	21,94 ± 2,47	7,91 ± 0,80	15,04 ± 0,98	23,19 ± 2,68	15,20 ± 1,82
Cinzas (% MS)	3,63 ± 0,06	18,11 ± 0,16	4,87 ± 0,45	5,06 ± 0,32	5,66 ± 0,13
Aminoácidos (g/100 g de proteína)*					
Alanina	4,90 ± 0,10	4,57 ± 0,06	4,96 ± 0,07	4,58 ± 0,08	5,03 ± 0,14
Arginina	7,88 ± 0,18	6,37 ± 0,17	5,76 ± 0,17	5,33 ± 0,07	5,97 ± 0,21
Asparagina + ác. aspártico	8,60 ± 0,13	5,78 ± 0,04	7,93 ± 0,21	7,63 ± 0,28	8,36 ± 0,39
Cisteína	0,19 ± 0,12	0,44 ± 0,01	0,22 ± 0,10	0,18 ± 0,03	0,22 ± 0,02
Glutamina + ác. glutâmico	14,36 ± 0,01	10,28 ± 0,13	13,61 ± 0,50	12,71 ± 0,41	14,10 ± 0,52
Glicina	4,26 ± 0,01	3,69 ± 0,05	4,18 ± 0,03	3,98 ± 0,25	4,79 ± 0,41
Histidina	1,85 ± 0,01	1,50 ± 0,02	1,73 ± 0,02	1,74 ± 0,04	1,96 ± 0,07
Isoleucina	3,62 ± 0,15	2,58 ± 0,11	3,66 ± 0,05	3,40 ± 0,03	3,85 ± 0,08
Leucina	6,59 ± 0,03	4,37 ± 0,08	6,44 ± 0,06	6,11 ± 0,19	6,84 ± 0,21
Lisina	7,02 ± 0,01	4,82 ± 0,09	7,39 ± 0,11	7,14 ± 0,19	7,82 ± 0,31
Metionina	2,63 ± 0,00	1,74 ± 0,03	2,69 ± 0,06	2,42 ± 0,06	2,70 ± 0,08
Fenilalanina	3,35 ± 0,00	2,41 ± 0,01	3,17 ± 0,06	3,11 ± 0,11	3,42 ± 0,10
Prolina	2,43 ± 0,02	2,65 ± 0,04	2,94 ± 0,06	2,72 ± 0,08	3,08 ± 0,11
Serina	3,35 ± 0,10	2,53 ± 0,01	3,29 ± 0,09	3,16 ± 0,09	3,45 ± 0,15
Treonina	3,08 ± 0,07	2,77 ± 0,02	3,79 ± 0,02	3,63 ± 0,12	3,93 ± 0,15
Tirosina	3,02 ± 0,03	2,43 ± 0,04	2,86 ± 0,05	2,63 ± 0,09	2,97 ± 0,08
Valina	3,59 ± 0,12	2,68 ± 0,12	3,84 ± 0,08	3,59 ± 0,04	3,97 ± 0,08
Ácidos graxos (g/100g do total identificado)					
mirístico (C14:0)	2,00 ± 0,24	0,89 ± 0,26	5,86 ± 0,05	7,95 ± 0,47	2,47 ± 0,61
miristoléico (C14:1 n-5)	3,47 ± 0,45	5,10 ± 0,06	0,80 ± 0,00	0,44 ± 0,32	4,02 ± 1,19
palmitico (C16:0)	18,79 ± 2,57	14,43 ± 0,28	29,74 ± 0,01	29,25 ± 2,34	25,74 ± 1,65
palmitoléico (C16:1 n-7)	2,28 ± 0,35	3,13 ± 0,05	11,11 ± 0,01	11,25 ± 0,98	5,93 ± 0,90
esteárico (C18:0)	8,95 ± 1,38	9,66 ± 0,09	9,90 ± 0,02	7,97 ± 1,11	11,39 ± 0,65
oléico (C18:1 n-9)	13,28 ± 2,02	18,76 ± 0,24	11,07 ± 0,00	12,85 ± 3,08	11,28 ± 0,55
cis vaccénico (C18:1 n-7)	3,50 ± 0,28	1,37 ± 0,15	4,96 ± 0,01	4,69 ± 1,47	4,47 ± 0,18
linoléico (C18:2 n-6)	16,80 ± 11,97	19,52 ± 0,60	0,94 ± 0,00	5,59 ± 8,13	0,66 ± 0,06
linolênico (C18:3 n-3)	1,56 ± 0,06	6,97 ± 0,12	0,29 ± 0,01	0,17 ± 0,03	0,10 ± 0,03
araquídico (C20:0)	0,52 ± 0,16	0,89 ± 0,06	0,79 ± 0,01	0,41 ± 0,23	0,55 ± 0,21
gondóico (C20:1 n-9)	0,17 ± 0,03	0,24 ± 0,05	0,26 ± 0,00	1,38 ± 0,33	0,60 ± 0,16
eicosadienóico (C20:2 n-6)	0,45 ± 0,09	0,73 ± 0,02	0,80 ± 0,00	0,10 ± 0,01	0,17 ± 0,02
araquidônico (C20:4 n-6)	14,33 ± 2,29	6,29 ± 0,20	3,00 ± 0,00	1,97 ± 0,32	6,60 ± 0,91
eicosatrienóico (C20:3 n-3)	0,12 ± 0,03	0,38 ± 0,04	0,04 ± 0,00	0,10 ± 0,10	0,08 ± 0,04
lignocérico (C24:0)	0,38 ± 0,04	0,00 ± 0,00	0,32 ± 0,00	0,16 ± 0,14	0,31 ± 0,08
eicosapentaenóico (C20:5 n-3)	9,82 ± 1,39	8,30 ± 0,18	6,90 ± 0,02	5,83 ± 1,83	4,74 ± 0,84
nervônico (C24:1 n-9)	0,07 ± 0,01	0,00 ± 0,00	0,35 ± 0,01	0,12 ± 0,02	0,43 ± 0,06
beênico (C22:0)	0,40 ± 0,09	0,70 ± 0,14	0,31 ± 0,00	0,26 ± 0,13	0,38 ± 0,02
clupanodônico (C22:5 n-3)	0,62 ± 0,12	0,24 ± 0,03	2,69 ± 0,01	5,11 ± 1,61	5,62 ± 0,55
docosahexaenóico (C22:6 n-3)	2,47 ± 0,47	2,42 ± 0,11	9,81 ± 0,01	4,24 ± 2,10	14,37 ± 1,98
AGS/AGI	0,45	0,36	0,88	0,85	0,69
AGMI/AGPI	0,49	0,64	1,17	1,33	0,83
n-6/n-3	2,16	1,45	0,24	0,50	0,30
Minerais 1. macroelementos (mg/100 g MS)					
K (potássio)	802,31 ± 43,48	1.143,24 ± 160,19	1.376,48 ± 166,19	1.433,03 ± 327,40	1.492,82 ± 85,58
Na (sódio)	197,85 ± 8,67	3.644,78 ± 113,31	223,11 ± 2,97	198,96 ± 28,34	246,45 ± 28,26
Ca (cálcio)	155,47 ± 7,69	1.436,46 ± 211,06	73,37 ± 24,46	55,04 ± 39,66	45,60 ± 10,32
Mg (magnésio)	114,10 ± 3,85	258,04 ± 21,46	111,14 ± 1,55	102,47 ± 4,89	109,42 ± 8,82
P (fósforo)	758,31 ± 22,65	714,91 ± 24,93	876,95 ± 30,87	863,83 ± 74,47	931,09 ± 41,17
2. microelementos essenciais (µg/100 g MS)					
Fe (ferro)	2.281,04 ± 241,86	9.641,84 ± 1.528,17	789,73 ± 112,12	1.687,60 ± 257,40	2.017,55 ± 1.030,02
Cu (cobre)	687,54 ± 33,69	2.268,66 ± 133,84	126,24 ± 36,36	143,29 ± 61,17	236,96 ± 165,49
Zn (zinco)	4.748,50 ± 55,51	26.463,22 ± 3.974,30	1.542,78 ± 62,40	1.921,56 ± 340,74	2.547,87 ± 488,12
Mn (manganês)	374,91 ± 25,73	234,17 ± 29,78	30,69 ± 5,32	30,71 ± 7,84	41,71 ± 15,29
Co (cobalto)	1,79 ± 1,49	4,85 ± 3,42	1,09 ± 0,68	1,83 ± 1,06	4,49 ± 3,16
Cr (cromo)	39,42 ± 11,76	59,95 ± 20,54	9,33 ± 10,24	22,48 ± 9,93	38,57 ± 55,20
Ni (níquel)	9,56 ± 4,44	22,01 ± 12,09	8,43 ± 6,57	19,93 ± 15,93	21,54 ± 28,83
3. microelementos não essenciais (µg/100 g MS)					
Cd (cádmio)	109,33 ± 126,34	148,37 ± 229,93	65,05 ± 75,11	71,80 ± 111,23	145,33 ± 225,15
Pb (chumbo)	49,20 ± 11,90	13,99 ± 7,38	5,85 ± 0,86	34,19 ± 62,81	7,38 ± 3,90

MS: matéria seca; AGS: ácidos graxos saturados; AGI: ácidos graxos insaturados; AGMI (AGPI): ácidos graxos mono (poli) insaturados; *: Tryptofano não foi determinado; ND: Não detectado.

Tabela 09 B – Composição química de dez pescados amazônicos (2ª parte).

Constituintes	Pargo	Pescada Amarela	Pescada Gó	Pirurutaba	Piruru
Proteínas (% MS)	72,78 ± 6,76	84,49 ± 2,30	76,51 ± 0,20	81,36 ± 2,15	79,67 ± 4,14
Lipídios (% MS)	21,88 ± 0,99	10,41 ± 2,36	19,28 ± 0,59	15,35 ± 3,32	11,85 ± 4,64
Cinzas (% MS)	5,73 ± 0,20	5,22 ± 0,07	5,16 ± 0,75	4,50 ± 0,53	7,37 ± 0,05
Aminoácidos (g/100 g de proteína)*					
Alanina	5,07 ± 0,44	5,40 ± 0,12	4,62 ± 0,70	4,92 ± 0,43	4,71 ± 0,52
Arginina	5,78 ± 0,51	6,15 ± 0,15	5,35 ± 0,83	5,63 ± 0,57	5,49 ± 0,75
Asparagina + ác. aspártico	8,23 ± 0,69	8,34 ± 0,05	7,75 ± 1,18	8,53 ± 0,86	7,90 ± 0,84
Cisteína	0,29 ± 0,10	0,30 ± 0,15	0,28 ± 0,24	0,18 ± 0,04	0,16 ± 0,08
Glutamina + ác. glutâmico	13,69 ± 1,14	14,33 ± 0,25	12,92 ± 1,99	13,90 ± 1,21	13,85 ± 1,42
Glicina	3,96 ± 0,23	4,79 ± 0,26	3,59 ± 0,52	3,99 ± 0,40	3,85 ± 0,50
Histidina	2,06 ± 0,21	1,84 ± 0,05	1,63 ± 0,24	1,91 ± 0,19	1,74 ± 0,18
Isoleucina	3,78 ± 0,28	3,82 ± 0,25	3,11 ± 0,50	3,57 ± 0,44	3,73 ± 0,31
Leucina	6,77 ± 0,62	6,80 ± 0,16	6,07 ± 0,93	6,66 ± 0,61	6,54 ± 0,62
Lisina	7,79 ± 0,61	7,70 ± 0,07	7,18 ± 1,02	7,81 ± 0,83	7,54 ± 0,66
Metionina	2,76 ± 0,25	2,84 ± 0,06	2,57 ± 0,40	2,60 ± 0,20	2,63 ± 0,27
Fenilalanina	3,38 ± 0,28	3,38 ± 0,04	3,01 ± 0,49	3,50 ± 0,38	3,29 ± 0,33
Prolina	2,82 ± 0,22	3,29 ± 0,12	2,56 ± 0,40	2,81 ± 0,27	2,85 ± 0,36
Serina	3,46 ± 0,35	3,48 ± 0,05	3,27 ± 0,53	3,41 ± 0,31	3,27 ± 0,40
Treonina	3,95 ± 0,44	3,99 ± 0,08	3,53 ± 0,55	3,88 ± 0,28	3,68 ± 0,43
Tirosina	3,01 ± 0,26	3,01 ± 0,09	2,78 ± 0,29	2,78 ± 0,25	2,80 ± 0,29
Valina	4,06 ± 0,28	4,00 ± 0,25	3,29 ± 0,52	3,81 ± 0,45	3,73 ± 0,33
Ácidos graxos (g/100g do total identificado)					
mirístico (C14:0)	2,32 ± 0,61	5,72 ± 2,28	1,20 ± 0,28	6,05 ± 1,41	1,73 ± 0,77
miristoléico (C14:1 n-5)	1,29 ± 0,13	1,26 ± 0,04	0,34 ± 0,54	1,71 ± 0,78	5,26 ± 1,63
palmitico (C16:0)	24,83 ± 1,51	25,77 ± 1,58	14,67 ± 4,97	31,21 ± 1,90	21,72 ± 3,19
palmitoléico (C16:1 n-7)	4,74 ± 1,11	9,56 ± 2,07	12,93 ± 3,52	8,07 ± 1,47	3,82 ± 1,50
esteárico (C18:0)	9,59 ± 0,78	9,61 ± 0,80	8,99 ± 1,03	12,10 ± 0,64	12,92 ± 0,90
oléico (C18:1 n-9)	12,80 ± 4,09	9,64 ± 4,04	25,06 ± 6,14	13,49 ± 2,59	15,52 ± 5,86
cis vaccénico (C18:1 n-7)	3,35 ± 0,23	4,96 ± 1,27	3,69 ± 0,41	4,91 ± 0,54	5,11 ± 0,70
linoléico (C18:2 n-6)	0,94 ± 0,10	1,19 ± 0,33	0,87 ± 0,16	0,90 ± 0,14	6,85 ± 1,54
linolênico (C18:3 n-3)	0,19 ± 0,01	0,21 ± 0,03	0,23 ± 0,02	0,13 ± 0,01	1,97 ± 0,37
araquídico (C20:0)	0,45 ± 0,05	0,72 ± 0,24	0,45 ± 0,14	0,63 ± 0,45	0,34 ± 0,17
gondóico (C20:1 n-9)	0,52 ± 0,13	0,37 ± 0,23	1,10 ± 0,36	1,29 ± 0,24	0,65 ± 0,20
eicosadienóico (C20:2 n-6)	0,39 ± 0,08	0,52 ± 0,27	0,16 ± 0,04	0,08 ± 0,02	0,79 ± 0,17
araquidônico (C20:4 n-6)	5,48 ± 0,88	5,23 ± 0,59	3,66 ± 1,19	2,61 ± 0,74	11,12 ± 5,89
eicosatrienóico (C20:3 n-3)	0,17 ± 0,08	0,06 ± 0,08	0,17 ± 0,07	0,13 ± 0,10	0,45 ± 0,11
lignocérico (C24:0)	0,27 ± 0,02	0,32 ± 0,00	0,39 ± 0,10	0,36 ± 0,09	0,22 ± 0,05
eicosapentaenóico (C20:5 n-3)	5,59 ± 0,09	5,92 ± 1,74	5,67 ± 2,07	4,62 ± 1,32	1,90 ± 1,14
nervônico (C24:1 n-9)	0,52 ± 0,14	0,65 ± 0,07	0,63 ± 0,20	0,16 ± 0,03	0,14 ± 0,02
beênico (C22:0)	0,33 ± 0,07	0,32 ± 0,00	0,32 ± 0,08	0,39 ± 0,05	0,29 ± 0,07
clupanodônico (C22:5 n-3)	3,90 ± 0,08	5,48 ± 1,23	4,03 ± 1,10	5,15 ± 1,90	2,38 ± 0,37
docosaheptaenóico (C22:6 n-3)	22,22 ± 5,51	12,40 ± 3,61	15,33 ± 5,61	5,92 ± 1,82	6,80 ± 2,96
AGS/AGI	0,61	0,74	0,35	1,03	0,59
AGMI/AGPI	0,60	0,85	1,45	1,52	0,95
n-6/n-3	0,21	0,29	0,18	0,23	1,39
Minerais 1. macroelementos (mg/100 g MS)					
K (potássio)	1.426,57 ± 291,86	1.470,98 ± 88,58	1.080,08 ± 304,19	1.144,17 ± 210,44	680,58 ± 74,55
Na (sódio)	369,28 ± 98,07	336,40 ± 15,42	553,78 ± 73,03	267,28 ± 27,84	1.674,63 ± 25,72
Ca (cálcio)	140,59 ± 21,25	59,57 ± 7,83	124,21 ± 23,74	60,31 ± 5,86	153,44 ± 66,28
Mg (magnésio)	123,83 ± 4,61	97,38 ± 4,00	115,38 ± 21,93	106,83 ± 13,52	78,55 ± 11,12
P (fósforo)	956,56 ± 63,07	799,59 ± 19,51	739,54 ± 132,48	700,28 ± 75,10	454,87 ± 107,81
2. microelementos essenciais (µg/100 g MS)					
Fe (ferro)	1.385,07 ± 146,74	1.301,26 ± 258,29	1.442,08 ± 740,62	1.868,83 ± 568,37	1.701,88 ± 227,08
Cu (cobre)	272,90 ± 82,30	228,06 ± 83,00	236,00 ± 126,30	140,33 ± 77,92	113,61 ± 73,01
Zn (zinco)	1.436,14 ± 211,97	1.714,90 ± 87,84	1.192,30 ± 238,31	1.521,02 ± 90,01	2.228,09 ± 552,17
Mn (manganês)	37,74 ± 11,55	30,55 ± 5,48	49,62 ± 6,55	47,24 ± 8,17	50,06 ± 5,81
Co (cobalto)	1,69 ± 0,96	1,40 ± 0,72	1,88 ± 1,10	2,46 ± 1,52	2,06 ± 1,22
Cr (cromo)	49,75 ± 22,48	12,10 ± 10,90	100,35 ± 88,83	73,01 ± 37,93	45,24 ± 13,99
Ni (níquel)	41,48 ± 42,87	13,10 ± 6,74	66,63 ± 55,37	42,91 ± 32,27	25,25 ± 9,26
3. microelementos não essenciais (µg/100 g MS)					
Cd (cádmio)	66,49 ± 101,61	42,70 ± 66,18	74,37 ± 115,25	87,97 ± 136,28	69,12 ± 107,29
Pb (chumbo)	33,06 ± 51,94	13,78 ± 11,35	8,99 ± 4,56	25,10 ± 9,98	22,19 ± 6,34

MS: matéria seca; AGS: ácidos graxos saturados; AGI: ácidos graxos insaturados; AGMI (AGPI): ácidos graxos mono- (poli-) insaturados; *: Tryptofano não foi determinado; ND: Não detectado.

Como explicado anteriormente (ponto 2.2, p. 23), o cálculo do valor nutricional de uma proteína é feito através do *Chemical Score* (CS) ou Índice Químico, onde se compara o valor detectado para cada aminoácido essencial com o valor deste mesmo aminoácido segundo o tabelamento feito pela FAO.

As Tabelas 09 A e B apresentam os valores experimentais encontrados para aminoácidos nas dez espécies de pescados amazônicos. No aminograma, não consta valores para o aminoácido essencial triptofano (TRP) devido a sua degradação durante a etapa de hidrólise ácida das proteínas.

A análise dos resultados das Tabelas 09 A e B mostram que não há variações muito grandes para os aminoácidos dos pescados analisados, indicando que não há variação entre uma espécie e outra. De fato, os produtos de origem animal servem inclusive de referência em termos nutricionais por apresentar alto índice químico, independentemente da espécie. Além disso, esta análise é muito reprodutível de uma amostra para outra, ou seja, os desvios padrões são muito baixos em relação aos valores médios.

Tomando como base as recomendações da FAO de 1973, todos os pescados foram deficientes em mais de um aminoácido essencial (Tabela 10), sendo que o que apresentou menor CS foi a valina (VAL) (aminoácido limitante primário), seguida da metionina e cisteína (MET+CYS) (aminoácidos limitantes secundários).

A pescada gó foi a que menos se aproximou do valor padrão sugerido pela FAO (1973), apresentando apenas 33,7% de MET+CYS do valor recomendado, em uma das amostras, na triplicata e, nas outras duas, 43,5% e 45,6%. Desta forma, seu CS médio em relação a MET+CYS, foi de 40,9 (Tabela 10). Depois da pescada gó, a amostra que apresentou menor CS foi a de caranguejo (50,7).

Contudo, os valores da maioria dos aminoácidos essenciais das dez espécies não se mostraram muito distantes daqueles de referência, confirmando que os pescados são uma excelente de proteínas, suprimindo boa parte da necessidade diária protéica humana (alta quantidade e boa qualidade nutricional).

Quando comparados aos padrões da FAO (1985) (Tabela 10), muito menos exigentes de que aqueles de 1973, oito das dez espécies dos pescados estudados suprem totalmente a necessidade de aminoácidos essenciais (CS > 100%). Somente duas espécies (pescada gó e caranguejo) possuem um aminoácido limitante (metionina + cisteína e a histidina), com CS de 84,3 e 94, respectivamente.

Os peixes apresentaram elevado valor de lisina, mesmo quando compara-se os valores experimentais com os da FAO (1973). Vale lembrar que a lisina é um aminoácido essencial

limitante em proteínas de inúmeros produtos de origem vegetal; este aminoácido ajuda na produção de enzimas, contribuindo para a alta digestibilidade do pescado (LEDERLE, 1991).

Tabela 10 – Aminoácidos essenciais dos pescados, comparados com a FAO.

Aminoácido	Pescado										FAO 1973 Adulto	FAO (1985) Adulto
	Corvina	P. Amarela	Gurjuba	Piramatuba	Pargo	Dourada	Pesc. Gó	Camarão	Pirarucu	Caranguejo		
	Média (g/100g de AA)											
HIS	1,73	1,84	1,96	1,91	2,06	1,74	1,63	1,85	1,74	1,50	-	1,6
ILE	3,66	3,82	3,85	3,57	3,78	3,40	3,12	3,62	3,73	2,58	4,0	1,3
LEU	6,44	6,80	6,84	6,66	6,77	6,11	6,09	6,59	6,54	4,37	7,0	1,9
LYS	7,39	7,70	7,82	7,81	7,79	7,14	7,16	7,02	7,54	4,82	5,5	1,6
MET + CYS	2,91	3,14	2,92	2,78	3,05	2,60	1,43	2,82	2,78	2,19	3,5	1,7
PHE + TYR	6,03	6,39	6,40	6,28	6,40	5,73	2,85	6,38	6,09	4,84	6,0	1,9
THR	3,79	3,99	3,93	3,88	3,95	3,63	3,54	3,08	3,68	2,77	4,0	0,9
VAL	3,84	4,00	3,97	3,81	4,06	3,59	3,30	3,59	3,73	2,68	5,0	1,3
CS (1973)	76,8	80,0	79,4	76,3	81,3	71,7	40,9	71,7	74,5	53,6	-	-
*AA limit. Prim.	VAL	VAL	VAL	VAL	VAL	VAL	MET +CIS	VAL	VAL	VAL	-	-
CS (1985)	>100	>100	>100	>100	>100	>100	84,3	>100	>100	94,0	-	-
*AA limit. Prim.	-	-	-	-	-	-	MET +CIS	-	-	HIS	-	-

*: Aminoácido limitante primário.

Quando se estabelece uma relação entre a somatória de aminoácidos essenciais presentes na amostra e o total de aminoácidos apresentadas nela, tem-se, uma real imagem sobre o valor nutricional deste alimento; quanto maior for este índice, que se aproxima de 1,00, mais nutritivo, em termos protéicos, será o alimento.

Dessa forma, os pescados obtiveram a seguinte classificação: pargo (0,52), dourada (0,51), gurijuba (0,48), camarão (0,47), corvina (0,46), pescada amarela (0,45), piramatuba (0,45) e pirarucu (0,45), pescada gó (0,38) e caranguejo (0,34).

4.2 Lipídios Totais e Perfil de Ácidos Graxos

As TABELAS 9 A e B apresentam os teores em lipídios totais em base seca. Dos três principais constituintes analisados (proteínas, lipídeos e cinzas), são os lipídios que apresentaram maior variação entre espécies. A amostra que apresentou o menor valor de lipídios totais foi a de caranguejo (7,91%), acima do valor descrito por PEDROSA (2001), que foi de 1,63% para mesma espécie, cozida, e 3,15% para crua, ambos os valores expressos em base seca para permitir comparação. A variação no teor em lipídios deve-se hipoteticamente a uma diferença de tempo, nos dois trabalhos, entre a pesca dos animais e sua

morte. De fato, maior o tempo após sua retirada do mangue, maior o catabolismo de seus lipídios para tirar a energia indispensável a sua sobrevivência (LUZIA *et al*, 2003).

Nas espécies de pescada amarela e pirarucu, os percentuais de lipídios foram de 10,41% e 11,85%, respectivamente, apresentando teores de gordura próximos àqueles da anchova (9,31%), descrito por Scherz *et al* (1986). Corvina, gurijuba e piramutaba contêm 15,04%, 15,20% e 15,35%, respectivamente, o que é comparável com a truta (13,31%) (FAVIER *et al*, 1999).

As demais espécies: pescada gó (19,28%), pargo (21,88%), camarão (21,94%) e dourada (23,19%), apresentaram os maiores índices de gordura, comparando-se ou até superando o de outros peixes bem conhecidos, como a sardinha (19,77%) e o atum (20,00%), mas ficando abaixo do teor lipídico do salmão (30,89%) (FAVIER *et al*, 1999). É muito provável que as mesmas espécies criadas em cativeiro (aquicultura) permitiriam obter teores mais altos, como já foi observado no salmão.

VILA NOVA (2005) encontrou um valor de lipídios de 5,21%, para pargo, valor bem inferior ao encontrado neste trabalho (21,88% $\pm$ 0,99). BRUSCHI (2001) informa um teor de 5,88% para corvina, também menor que o detectado na amostra (15,04% $\pm$ 0,98). No caso da pescada gó, a literatura menciona variação entre 3,49% (LEMPEK *et al*, 2001) e 22,50% (BRUSCHI, 2001), portanto, albergando o resultado da amostra.

Quanto à determinação do perfil dos ácidos graxos, as Tabelas 09 A e B mostram os resultados experimentais obtidos.

De maneira geral, os perfis de ácidos graxos encontrados nos pescados amazônicos apresentam bons perfis de ácidos graxos quando comparados (Tabela 11) com aqueles de salmão (ASGARD, 2004) e sardinha (BARNATHAN, 2002), os quais são muitas vezes apontados como referência.

O ácido esteárico participa da composição dos esfingolipídios das membranas das células da epiderme, por isto, torna-se indispensável para a impermeabilidade da pele MAHAN (2002). Quando comparamos os teores do referido composto, experimentalmente obtidos, e os de sardinha e salmão (Tabela 11), é possível notar a maior concentração em pescados amazônicos.

Todos os pescados superaram o valor de ácido esteárico apresentado pela sardinha, que é de 6,00% (de ácidos graxos totais na amostra), variando entre 7,97% (dourada), chegando até a 12,92%, no pirarucu.

Tabela 11 – Composição de ácidos graxos de salmão e sardinha (g/100g de ác. graxos identificados).

Ácidos Graxos		Pescado	
		Sardinha*	Salmão **
<i>Saturados</i>			
14:0	mirístico	11,00	7,50
16:0	palmítico	23,00	14,20
18:0	esteárico	6,00	1,60
20:0	araquídico	1,10	0,00
22:0	beênico	2,30	0,70
24:0	lignocérico	0,70	-
<i>Série dos ω-9</i>			
18:1 (cis-9)	oléico	7,70	11,90
18:1(cis-11)	vaccênico	4,40	2,10
20:1 (cis-11)	gondóico	1,90	12,30
24:1 (cis-13)	nervônico	0,80	-
<i>Série dos ω-6</i>			
14:1 (cis-9)	miristoleico	-	-
16:1 (cis-9)	palmitoleico	-	-
18:2 (cis-9 e -12)	linoléico	0,30	3,60
20:2 (cis-11 e 14)	eicosadienóico	-	-
20:3 (cis-8, 11 e -14)	homo γ linolênico	1,10	-
20:4 (cis-5,-8,-11 e -14)	araquidônico	Tr	-
<i>Série dos ω-3</i>			
18:3 (cis-9,-12 e -15)	linolênico	0,30	1,30
20:5 (-5,-8,-11,-14, -17)	eicosapentaenóico-EPA	11,60	6,80
22:5 n-3	docosapentaenóico	1,90	0,70
22:6 n-3	docosahexaenóico (DHA)	6,90	7,30
Σ AGS		44,10	24,00
Σ AGMI		14,80	50,60
Σ AGPI		26,20	19,70
Σ AGPI n-3		20,70	19,80
Σ AGPI n-6		1,40	3,60
AGPI C18 / C20		5,45	-
DHA / EPA		0,59	1,07
n-6 / n-3		0,07	0,18

Fonte:(*) BARNATHAN, 2002; (**) ASGARD, 2004.

Valores são % de ácidos graxos totais.

O ácido linoléico não pode ser sintetizado em quantidade suficiente pelo organismo humano, por isto, dito essencial e, deste modo, a ISSFAL (2004) preconiza que sua necessidade diária é de 2% da energia. Colocando-se um gasto calórico de um adulto de 2.000Kcal/dia, o valor deste ácido graxos seria de 4,44g/100g de alimento. Para os pescados amazônicos, em base seca, os valores de ácido linoléico variaram de 0,10g/100g de M. S. (guriyuba) a 3,69g/100g de M. S. (camarão).

De igual modo, a ISSFAL (2004) recomenda a ingesta de ácido linolênico (também AGPI) de 0,7% da energia/dia, o que representaria 1,55g/100g de alimento e, para este ácido graxo, os pescados mais representativos foram os crustáceos: caranguejo (0,55g/100g de M.S.) e camarão (0,34g/100g de M. S.). Assim, os pescados não podem ser considerados como boa fonte de ácido linolênico.

Cinco espécies apresentam teores de DHA (importante para o desenvolvimento cerebral e da retina) superiores aqueles do salmão; são elas: corvina (9,81% TAGI – do total de ácidos graxos identificados), pescada amarela (12,40% TAGI), guriuba (14,37% TAGI), pescada gó (15,33% TAGI) e pargo (22,22% TAGI), este último tendo o maior teor.

Vale informar que há evidências de que os n-3 interferem em um número considerável de desordens mentais, tais como a esquizofrenia e em alguns tipos do comportamento agressivo (OKUYAMA *et al*, 1997).

É importante uma relação balanceada entre os n-3 de cadeia longa (EPA e DHA) e o n-6 AA para impedir um desequilíbrio de eicosanóides que derivam dos mesmos, repercutindo, por exemplo, no controle da pressão arterial e resposta inflamatória (SARGENT *et al*, 1999). Assim, a grande maioria dos consumidores requer valores mais altos possíveis para n-3, ou seja, necessita de uma concentração de EPA e DHA suficiente para competir com a produção de AA, já que seus produtos competem pelos mesmos sítios de ação, no organismo. Os pescados que mais se destacaram na relação EPA/AA foram a dourada (2,96), a corvina (2,30) e a piramutaba (1,77).

Outro argumento relevante, na prevenção de doenças cardiovasculares, é a ingestão mínima de 500mg/dia de EPA e DHA, combinados (ISSFAL, 2004). A somatória EPA+DHA foi maior para o pargo (6,08g/100g de M.S.), seguido da pescada gó (4,05g/100g de M.S.) e da guriuba (2,90g/100g de M.S.).

A FAO/WHO (1994) recomenda, para a relação de n-6/n-3, o valor de 5, enquanto oscila entre 12 e 20 entre os países ocidentais. Assim, todo alimento que apresenta valores baixos de n-6/n-3 irá abaixar essa relação integrada da dieta do dia. Três valores experimentais não são muito relevantes para pescados: 2,16 (camarão), 1,45 (caranguejo) e 1,39 (pirarucu). Em compensação, as outras sete espécies são muito interessantes, apresentando valores inferiores a 0,50 e indicando que todas estas espécies contribuem bastante em abaixar a relação n-6/n-3.

Para enquadrar uma espécie como boa fonte de AGPI, visando benefícios à saúde humana, é necessário o conhecimento do teor global de lipídios (obtidos pelo método Soxhlet) e do seu perfil em ácidos graxos, especialmente os poliinsaturados. Assim, efetuou-se a multiplicação dos teores de lipídios totais encontrados pelos respectivos teores em AGPI para avaliar quais são os peixes para os quais o teor de lipídios, nutricionalmente interessantes, é maior. Para tal, obteve-se que as seguintes espécies são as mais relevantes: camarão (10,13% da matéria seca), pargo (8,51% da matéria seca) e pescada gó (5,81% da matéria seca).

4.3 Minerais

As cinzas são elementos estáveis, variando sua concentração entre 1 e 2% do total da composição química dos alimentos frescos, com algumas exceções (OGAWA e MAIA, 1999).

A parte inferior das Tabelas 09 A e B indica os valores de minerais obtidos a partir das quantificações realizadas em filés de pescados amazônicos liofilizados e a Tabela 12 se refere aos padrões para comparação com os resultados experimentais.

Em relação aos macroelementos (K, Na, Ca, Mg e P), o potássio é, muitas vezes, o mineral mais abundante, variando entre 680,58 mg/100g M. S. para o pirarucu e 1.492,82 mg/100g M. S. para a guriuba.

O sódio apresenta-se em concentração menor na maioria das espécies, oscilando entre 198,96 mg de Na/100g M.S. na dourada e 553,78 mg de Na/100g M.S. na pesada Gó. Duas espécies se destacaram por concentrar maiores concentrações em sódio: o pirarucu e o caranguejo, com 1.674,63 e 3.644,78 mg de Na/100g M.S., respectivamente. Neste segundo caso, o alto teor sódio pode ser facilmente correlacionado com o alto de sódio nas águas dos mangues, que constituem o habitat natural do caranguejo estudado.

Tabela 12 – Ingesta Diária recomendada (IDR) e Limite Máximo Tolerável Diário (LMTD) para um homem de 70Kg (mg/70Kg).

Elemento (unidade)	IDR	LMTD
Cálcio (Ca)	800,0	-
Cobre (Cu)	3,0	-
Potássio (K)	1600 – 3.100*	-
Magnésio (Mg)	300,0	-
Sódio (Na)	575 – 3.500*	-
Fósforo (P)	800,0	-
Ferro (Fe)	14,0	1000,0 **
Zinco (Zn)	15,0	-
Cádmio (Cd)	-	1,00 ppm **
Cobalto (Co)	-	1000,0 **
Cromo (Cr)	0,2	1000,0 **
Manganês (Mn)	5,0	-
Níquel (Ni)	-	1000,0 **
Chumbo (Pb)	-	0,252 **

Fonte: BRASIL (1998); * CONSELHO NACIONAL DE NUTRIÇÃO DA BÉLGICA (1989); ** OGA (2003).

Para nove das 10 espécies estudadas, o cálcio oscila pouco, estando num intervalo de concentrações de 45,60 a 155,47 mg de Ca/100g M.S. e, contribuindo assim pouco as contribuições diárias recomendadas. No caso do caranguejo, o cálcio alcançou valores muito

mais altos (média de 1.436,46 mg/100g M.S.) e reprodutíveis entre as três amostras (desvio de se apresentou de forma mais abundante no caranguejo (1.436,46 mg/100g M.S.), e contribuindo de forma expressiva as recomendações diárias. Isto pode ser justificado pelo próprio metabolismo do crustáceo; ele é grande filtrador de água de alto grau de salinidade (BLACK e RAINBOW, 2005), além de possuir este mineral presente na composição de sua carapaça, que tem contato direto com o músculo.

O magnésio encontra-se de forma relativamente constante nos pescados (78,55 a 123,83 mg/100 M.S.), tendo um valor superior apenas no caranguejo (258,04 mg/100g M.S.), isto se justificando pelo mesmo motivo que no parágrafo anterior.

Os pescados apresentaram teores de fósforo na faixa de 454,87 a 956,56 mg/100g M.S., confirmando que este tipo de alimento constitui uma excelente fonte de fósforo (recomendação de 800 mg por dia) na nossa dieta, em particular aquela das crianças e adolescentes, para os quais as necessidades são maiores.

Em relação aos microelementos essenciais, pode-se observar primeiramente que os valores médios oscilam muito mais entre espécies de que para os macroelementos e que os desvios padrões tendem também a ser bem maiores, indicando que as concentrações em microelementos variam muito mais entre espécies e entre indivíduos da mesma espécie, respectivamente.

O ferro e o zinco são os dois microelementos mais abundantes, variando respectivamente de 789,73 a 2.281,04 µg/100g M.S. e de 1.192,30 a 4.748,50 µg/100g M.S. (excluindo-se o caranguejo), havendo nos 2 casos o maior teor no camarão. No caranguejo, o ferro alcançou teores de 9.641,84 µg/100g M.S. e o zinco de 26.463,22 µg/100g M.S., tornando esse alimento como altamente nutritivo em relação as contribuições que uma porção pode trazer para o consumidor.

O cobre, mineral que atua como cofator de muitas enzimas do nosso metabolismo entre outras funções, oscila entre 113,61 µg/100g M.S. (pirarucu) e 687,54 µg/100g M.S. (camarão). No caranguejo, encontra-se novamente mais concentrado, com 2.268,66 µg/100g M.S.

O cobalto quase não varia entre 8 das espécies estudadas, variando entre 1,09 e 2,46 µg/100g M.S., mas apresentou tores superiores na guriuba (4,49 µg/100g M.S.) e no caranguejo (4,85 µg/100g M.S.).

O manganês quase não variou entre as 8 espécies de peixe (30,55 a 50,06 µg/100g M.S.) mas apresentou valores maiores nos crustáceos (374,91 µg/100g M.S. no camarão e

234,17 $\mu\text{g}/100\text{g}$ M.S. no caranguejo), indicando assim uma nítida tendência desses animais em acumular esse mineral no seu organismo como já foi detectado por PREEZ (1998). Em todos os casos, o manganês atende o IDR (5,0 mg/dia).

O cromo e o níquel são os microelementos que apresentaram as maiores variações entre amostras da mesma espécie, tendo desvios padrões da mesma grandeza que os valores médios. Seus valores médios variaram de 9,33 $\mu\text{g}/100\text{g}$ M.S. (corvina) a 100,35 $\mu\text{g}/100\text{g}$ M.S. (pescada Gó) e de 8,43 $\mu\text{g}/100\text{g}$ M.S. (corvina) a 66,63 $\mu\text{g}/100\text{g}$ M.S. (pescada Gó), respectivamente.

Os teores de cádmio e de chumbo, microelementos não essenciais, variaram entre 42,70 e 148,37 $\mu\text{g}/100\text{g}$ M.S. e 5,85 e 49,20 $\mu\text{g}/100\text{g}$ M.S., respectivamente. Esses valores não foram superiores ao LMTD (TABELA 12), mostrando que os peixes não estavam contaminados, portanto, sem risco à saúde.

5 CONCLUSÕES

Dez pescados liofilizados foram caracterizados de forma centesimal, assim como seus perfis de ácidos graxos, aminoácidos e minerais. São os seguintes: camarão (*Penaeus subtilis*), caranguejo (*Ucides cordatus*), corvina (*Micropogonias furnieri*), dourada (*Brachyplatystoma flavicans*), guriuba (*Arius parker*), pargo (*Lutjanus purpureus*), pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), pescada gó (*Macrodon ancylodon*), piramutaba (*B. vaillantii*), pirarucu (*Arapaima gigas*).

Os crustáceos apresentaram, em base seca, proteínas variando de 74,24% (camarão) a 76,41% (caranguejo) e os peixes entre 66,09% (dourada) e 84,49% (pescada amarela). Os lipídios variaram de 7,91% (caranguejo) a 23,19% (dourada), e as cinzas entre 3,63% (camarão) e 18,11% (caranguejo).

Quando comparados aos padrões da FAO (1985), 8 dos 10 pescados suprem a necessidade de aminoácidos essenciais (CS maior que 100); somente a pescada gó e o caranguejo possuem aminoácidos limitantes (metionina + cisteína e a histidina, com CS de 84,3 e 94, respectivamente). Quando comparados aos padrões da FAO (1973), com teores de aminoácidos requeridos bem mais elevados, o CS variou entre 40,9 (pescada gó) e 81,3 (pargo), apresentando a valina como deficiente na maioria dos pescados, com exceção da metionina + cisteína, na pescada gó.

Quando se analisou o perfil de ácidos graxos, observou-se que a maioria dos pescados apresentaram a somatória dos ácidos graxos poliinsaturados maior que a dos monoinsaturados, repercutindo num baixo valor da razão AGMI/AGPI, os mais representativos sendo o camarão (0,49), o pargo (0,60) e o caranguejo (0,64).

A relação ω -6/ ω -3 é muito baixa no pargo (0,21) e na pescada gó (0,18), o que torna estes peixes particularmente recomendáveis na dieta.

Em termos de minerais, os crustáceos confirmaram ter maiores concentrações em vários minerais, por serem animais filtradores; o caranguejo destacou-se nos seus teores de cálcio, magnésio e cobalto. O potássio é o mineral mais abundante em oito pescados. Como sabido na literatura, o pescado é uma boa fonte em fósforo. As concentrações em cádmio, chumbo e níquel sugerem que não havia contaminação dessas 10 espécies por metais pesados.

Como o teor em lipídios do pargo (21,88% em base seca) pode ser considerado como alto para peixes e que seu perfil de gordura é excelente em termos nutricionais, seu consumo é altamente recomendável e pesquisas sobre sua engorda em cativeiro (aquicultura) são desejáveis para tornar sua exploração viável em longo prazo.

REFERÊNCIAS

- AIKAWA, J. **Efeito da suplementação com óleo com peixe sobre a caqueixa, o crescimento tumoral e o sistema imunitário em ratos F2**. 2004. Tese (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná. Belém/PA, 2004.
- ANDERSON, G. J., CONNOR, W. E., CORLISS, J. D. Docosahexaenoic acid is the preferred dietary ω -3 fatty acid for the development of the brain and retina. **Pediatrics**, v.27, p. 89-97, 1990.
- AOAC – Association of Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. Washington, D. C., 1990.
- AOAC – Association of Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 16 ed. 3ª rev., Washington, D. C., 1997.
- ARMSTRONG, S.G. *et al.* Nutritional evaluation of lipids in fish from low temperature Australian waters. **Journal of Food Science**, Chicago, v.56, n.4, p.1.111-1.112, 1991.
- ASGARD, T.; BERGE, G. M.; RUYTER, B. Conjugated linoleic acid in diets for juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*); effects on fish performance, proximate composition, fatty acid and mineral content. **Aquaculture**, v.237, p.365-380, 2004.
- BADOLATO, E. S. G.; CARVALHO, J. B.; AMARAL MELLO, M. R. P.; TAVARES, M.; CAMPOS N. C.; AUED-PIMENTEL, S. e MORAIS C. Composição centesimal de ácidos graxos e valor calórico de cinco espécies de peixes marinhos nas diferentes estações do ano. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.54, p.27-35, 1994.
- BAETA, M.; GONZÁLEZ, A. V.; RIBA, J.; RUÍZ-CAPILLAS, C.; VILLANUEVA, R. Amino acid composition of early stages of cephalopods and effect of amino acid dietary treatments on *Octopus vulgaris parala*. **Aquaculture**, v.242, p.455-478, 2004.
- BARTHEM, R. B. **Ecologia e pesca da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillanti*)**. 1990. 268 f. Tese (Doutorado) – Unicamp. Campinas/SP, 1990.
- BENISEK, D. *et al.* Dietary intake of polyunsaturated fatty acids by pregnant or lactating women in the United States. **Obstetrics and Gynecology**, v.4, p.77-78, 2000.
- BLACK, W. H.; RAINBOW, P. S. Cadmium, zinc and the uptake of calcium by two crabs, *Carcinus maenas* and *Eriocheir sinensis*. **Aquatic Toxicology**, v.72, p.45-65, 2005.
- BRASIL, MS – Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n. 33, de 1998. Valores como níveis de IDR para as vitaminas, minerais e proteínas – **SVS (Secretaria de Vigilância Sanitária)**. 1998.
- BRASIL, MMA – Ministério do Meio Ambiente. Lei n. 6.938, artigo 9º, de 1981. Instrumento à Implementação da Política Nacional do Meio Ambiente – **IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis); INIMA (Sistema Nacional de Informação sobre o Meio Ambiente)**. 1981.

BRUSCHI, F. L. F. **Rendimento, composição química e perfil de ácidos graxos de pescados e seus resíduos: uma comparação.** 2001. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Centro de Ciências Tecnológicas, da Terra e do Mar. Universidade do vale do Itajaí. Itajaí, 2001.

1ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE AQUICULTURA E PESCA. Paraná: Seap/PR, 2003.

CAMPOS, P. ; CARTINO, R. C. ; TRUGO, L. C. Amino acid composition of Brazilian surubim fish (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed with different levels and sources of fat. **Food Chemistry**, v.96, p.126-130, 2006.

COLOMBO, J.; KANNASS, K. K.; SHADDY, D. J.; KUNDURTHI, S.; MAIKRANZ, J. M.; ANDERSOM, C.; BLAGA, O. M.; CARLSON, S. E. Maternal DHA and the Development of Attention in Infancy and Toddlerhood. **Child Development**, v.75, p.1254-1267, 2004.

CONSELHO Nacional de Nutrição da Bélgica, 1989.

DALMAN, Ö. ; DEMIRAK, A. ; BALC, A. Determination of heavy metals (Cd, Pb) and trace elements (Cu, Zn) in sediments and fish of the Southeastern Aegean Sea (Turkey) by atomic absorption spectrometry. **Food Chemistry**, v.95, p.157-162, 2006.

DIAS, A. C. L. **A pesca industrial do camarão (*Penaeus subtilis*) da costa norte do Brasil.** Belém: BSc. UFPa, 2000.

FAO. Energy and protein requirements. **WHO Tech Rep Ser.**, 1973.

FAO, WHO/UNU. Energy and protein requirements. **WHO Tech Rep Ser.**, p.724, 1985.

FAO/WHO EXPERT COMMITTEE. The role of essential fatty acids development: implications for perinatal nutrition. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.7, p.703-710, 1994.

FAVIER, J. C. *et al.* **Repertório Geral dos Alimentos.** Tabela de Composição. 3 ed. São Paulo: Editora Roca, 1999.

FRANCO, G.. **Tabela de Composição Química dos Alimentos.** 9 ed. São Paulo: Atheneu, 2001.

GARÓFOLO, A. e PETRILLI, A. S. Balanço entre ácidos graxos ômega-3 e 6 na resposta inflamatória em pacientes com câncer e caquexia. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 5, 2006.

GURR, M. I. e HARWOOD, J. L. **Lipid Biochemistry.** 4ª ed. Great Britain: Chapman & Hall, 1991.

HERMANN, S.; GRUGER JR., E. H; STANSBY, M. E. **Fish oils in nutrition.** New York: Von Nostrand Reinhold, 1990, 313p.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Portaria nº 480, de 3 de março de 1991. Proibição do exercício da pesca do pirarucu no período de 1º de dezembro a 31 de maio. **Diário Oficial**. 3 de março de 1991.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Portaria nº 014-N, de 15 de fevereiro de 1993. Tamanho mínimo de captura do pirarucu para a comercialização ou posta seca. **Diário Oficial**. 15 de fevereiro de 1993.

IBAMA. Estatística de Pesca – 1999 – Brasília: IBAMA, 2001.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Portaria nº 73, de 24 de novembro de 2003. Tamanhos mínimos para a captura de peixes marinhos. **Diário Oficial**. 24 de novembro de 2003.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa MMA nº 6, de 7 de junho de 2004 b. **Diário Oficial**. 7 de junho de 2004.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Tamanhos mínimos para a captura para pargo (*Lutjanus purpureus*). Instrução Normativa nº 06/2005. **Diário Oficial**. Junho de 2005.

IBAMA/DIFAP/CGREP. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Diretoria de Fauna e Recursos Pesqueiros, 2003.

IBAMA/DIFAP/CGREP. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Diretoria de Fauna e Recursos Pesqueiros. Alteração da Portaria 1583 art 5º, de 2004 a. **Diário Oficial**. 2004.

IBAMA/DIFAP/CGREP. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Diretoria de Fauna e Recursos Pesqueiros. Estatística da Pesca 2004. Brasília-DF, 12/2005. **Diário Oficial**. Dezembro de 2005.

IBAMA/IARA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Projeto do Instituto Amazônico de Manejo Sustentável dos Recursos Ambientais – IARA, 1995.

INHAMUNS, A. J.; BUENO FRANCO, M. R. Composition of total, neutral, and phospholipids in Mapara (*Hypophthalmus sp.*) from the Brazilian Amazonian area. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.10, 2001.

INPA. Projeto Biologia e Sistemática de Crustáceos da Amazônia. Coordenação de Pesquisas em Biologia Aquática, 2000.

ISSFAL. International Society for the Study os Fatty Acids and Lipids. Report of the Sub-Committee on RECOMMENDATIONS FOR INTAKE OF POLYUNSATURATED FATTY ACIDS IN HEALTHY ADULTS. Junho de 2004.

JUNK, W. J.; SILVA, V. M. F. Mammals, Reptiles and Amphibians. **Ecological Studies**, v.126, 1997.

KINSELLA, J. E. Food components with potential therapeutic benefits: the n-3 polyunsaturated fatty acids of fish oils. **Food Technology**, v.40, p.89-97, 1986.

_____. Food lipids and fatty acids: importance in food quality, nutrition and health. **Food Technology**, v.42, p.124-145, 1988.

_____. *et al.* Dietary unsaturated fatty acids: interaction and possible needs in relation to eicosanoid synthesis. **Journal of Nutrition Biochemistry**, p. 123-141, 1990.

LAGE, M. E.; PADUA, D. M. C., PADUA, J. T.; SILVA, P. C.; OLIVEIRA, J. P.; MESQUITA, A. J.; PRADO, C. S. Determinação da concentração de ácidos graxos da carne do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) submetido a níveis crescentes de rama de mandioca na ração. **1ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.849-850, 2001.

LEAF, A. e WEBER, P. C. Cardiovascular effects of n-3 fatty acids. **N. England Journal Med.**, v.318, n.549, 1988.

LEPAGE, G. and ROY, C. C. Improved recovery of fatty acid through direct transesterification without prior extraction or purification. **Journal of Lipid Research**, v.25, p.1391-1396, 1984.

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

LEMPEK *et al.* Efeito do Vácuo na Qualidade da Pescada-Foguete (*Macrodon ancylodon*). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7 n.1, p.64-67, 2001.

LIMA, C. L. S.; OLIVEIRA, M. L. S.; GUIMARÃES, M. C. F.; BARBOSA, W. C. Qualidade do pescado salgado, comercializado na cidade de Belém. **Encontro de Profissionais de Química da Amazônia**. Belém, 1985.

LOPES H, F. **Hipertensão arterial e Síndrome metabólica: além da associação**. Revista da Sociedade Brasileira de Cardiologia, v.13, n.1, p.64-77, 2003.

LOURENÇO, L. F. H. *et al.* Composição físico-química de surimi elaborado com bagre (*Tachysurus sp*), guriuba (*Arius parker*), mapará (*Hypophthalmus edentatus*) e mero (*Epinephelus itajara*). **8º Encontro dos Profissionais da Química da Amazônia**. Belém/PA, 2003.

LUZIA, L. A., *et al.* The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. **Food Chemistry**, v.83, p.93-97, 2003.

MAHAN, L. K.; STUMP, S. E. **Krause**. Alimentos Nutrição & Dietoterapia. 10ª. ed. São Paulo: Roca, 2002.

MANUAL de procedimento operacional padrão do laboratório de bromatologia da universidade de Gent. Bélgica, 1999.

MARTINEZ, M. Abnormal profiles of polyunsaturated fatty acids in the brain, liver, kidney and retina of patients with peroxisomal disorders. **Brain Research**, v.583, p.171-182, 1992.

MARTINO, R.C. e TAKAHASHI, N.S. A importância da adição de lipídios em rações para aquicultura. **Revista Óleos & Grãos**, v.58, p.32-37, 2001.

MARTINO, R. C. ; CYRINO, J. E. P. ; PORTZ, L. ; TAKAHASHI, L. S. ; TRUGO, L. C. Performance and fatty acid composition of surubim *Pseudoplatystoma coruscans* fed diets with animal and plant lipids. **Aquaculture**, p.411-411, 2001a.

MARTINO, R. C. ; CYRINO, J. E. P. ; PORTZ, L. ; TOGAWA, M. T. ; TRUGO, L. C. Effect of dietary lipid level on growth and proximate composition of surubim *Pseudoplatystoma coruscans*. **World Aquaculture**, v.1, p.410-410, 2001b.

MARTINO, R. C. ; CRUZ, M. G. Composição e índice de ácidos graxos de *rhizophorae* e de ostra de *mangrove* nas estações do ano. **Arquivos brasileiros da biologia e da biotecnologia**, v. 47, n. 6, 2004.

MARTINS, S. L. e TAMADA, K. **Sistemas para a transposição de peixes**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

MELO, M. T. D.; VASCONCELOS, F. P. Evolução e situação da poluição na enseada do Mucuripe. **Arq. Ciência Marinha**, v.30, n.1-2, p.63-71, 1996.

MURRAY, J.; BURT, J. R. **The Composition of Fish**. Torrey Research Station. Torrey Advisory Note nº 38, 2001.

NACZK, M., WILLIAMS, J., BRENNAN, K., LIYANAPATHIRANA, C. and SHAHIDI, F. Composition characteristics of green crab (*Carcinus maenas*). **Food Chemistry**, v.88, n.3, p.429-434, 2004.

NATIONAL research council. Subcommittee on Warmwater Fishes, Nutrient requirements of warmwater fishes (Nutrient requirements of domestic animals). **National Academy of Sciences**, Washington D. C., 1977.

NASCIMENTO, S. A. **Biologia do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)**. v.1. Aracaju: Adema, 1993. 48p.

NEIVA, G. S. **Sumário sobre a Pesca e a Aqüicultura Mundial e no Brasil (2000/2001)**. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <www.pescabrasil.com.br>. Acesso em: 20 mai. 2003.

NELSON, D. e COX, M. **Lehninger Princípios de Bioquímica**. 3ª ed. São Paulo: Sarvier, 2002.

NJINKOU, J. M.; BARNATHAN G.; MIRALES, J.; GAYDOU, E. M.; SAMB, A. Lipids and fatty acids in muscle, liver and skin of three edible fish from the Senegalese Coast: *Sardinella maderensis*, *Sardinella aurita* and *Cephalopholis taeniops*. Jean Michel. **Comparative Biochemistry and Physiology**. part B, v.131, p.395-402, 2002.

NU-CHEK-PREP (USA), INC. GLC Padrões de referência NU-CHEK, código GLC-68 (mistura de padrões B e D).

OGA, S. **Fundamentos de Toxicologia**. São Paulo: Atheneu, 1996.

_____. **Fundamentos de Toxicologia**. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2003.

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

OKUYAMA, H.; KOBAYASHI, T. e WATANABE, S. Dietary fatty acids the n-6/n-3 balance and chronic elderly diseases. Excess linoleic acid and relative n-3 deficiency syndrome seen in Japan. **Prog. Lipid Research**, v.35, p.409-457, 1997.

OOGHE, W..On the Influence os Hydrogen Peroxyde on the Aminoacid Composition of Food Proteins. **Procedings of Euro Food Chemistry II**, p.315-321, 1983.

_____. Contribution to the determination of the fruit juice content of fruit juice beverages and syrups, **Z. Lebensm. Unters. Forsch**, v.191, p.199-205, 1990.

PAIVA, M. P. **Recursos Pesqueiros Estuarinos e Marinhos do Brasil**. Fortaleza: EUFC, 1997. 278p.

PENG, J.; LARONDELLE, Y.; PHAM, D.; ACKMAN, R. G.; ROLLIN, X. Polyunsaturated fatty acid profiles of whole body phospholipids and triacylglycerols in anadromous and landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fry. **Biochemistry and Molecular Biology**, v.134, p.335-348, 2003.

PEDROSA, L. F. C.; COZZOLINO, S. M. F. Composição centesimal e de minerais de mariscos crus da cidade de natal /RN. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.2, 2001.

PHILLIPSON, B. E. *et al.* Reduction of plasma lipids, lipoproteins and apoproteins by dietary fish oils in patients with hypertriglyceridemia. **The New England Journal of Medicine**, v. 12, p.1210-1216, 1985.

PREEZ, H. H.; SANDERS, M. J.; VUREN, J. V. The Freshwater River Crab, *Potamonautes warreni*, as a Bioaccumulative Indicator of Iron and Manganese Pollution in Two Aquatic Systems. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.41, p.203-214, 1998.

PUUSTINEN, T.; PUNNONEN, K. The fatty acid composition of 12 North-European fish species. **Acta Medicine Scandinavia**, v.218, p.59-62, 1985.

SALO-VÄÄNÄNEN, P. P. e KOIVISTOINEN, E. Determination of protein in foods: comparison of net protein and crude protein ($N \times 6.25$) values. **Food Chemistry**, v.57, n.1, p.27-31, 1996.

SALUNKHE, D. K.; BOLIN, H. R.; REDDY, N. R. **Stored, processing, and nutritiotinal, quality of fruits and vegetables: fresh fruits and vegetables**. 2 ed. Boston: CRC Press, 1991.

SARGENT, J.; BELL, G.; McEVOY, L.; TOCHER, D. E ESTEVEZ, A. Recent development in the essential fatty acid nutrition of fish. **Aquaculture**, v.177, p.191-199, 1999.

SCHAEFFER-NOVELLI *et al.* Status of mangrove resech in Latin America and the Caribbean. **Bolm. Inat. oceanogr.**, v.38, p.93-97, 1990.

SCHERZ, H.; KLOOS, G.; SENSER, F. **Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert-Tabellen**. Wissenschaftliche Cerlagsgesellschaft mbH Stuttgart, 1986.

SMITH, N. J. H. **A Pesca no Rio Amazonas**. Manaus: INPA, 1979. 154p.

SOCIEDADE brasileira de cardiologia. **III Diretrizes Brasileiras sobre Dislipidemia e Diretriz de Prevenção da Aterosclerose**, 2001.

VILA NOVA, C. M. V. M ; GODOY, H. T. ; ALDRIGUE, M. L. Composição química, teor de colesterol e caracterização dos lipídios totais de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e pargo (*Lutjanus purpureus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.3, p.430-436, 2005.

VISENTAINER, J. V. ; CARVALHO, P. O ; IKEGAKI, M ; PARK, Y. K. Concentração de ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA) e peixes marinhos da costa brasileira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.1, p.90-93, 2000.

VOORSPOELS, S., COVACI, A., MAERVOET, J. DE MEESTER I., P. Levels and profiles of PCBs and OCPs in marine benthic species from the Belgian North Sea and the Western Scheldt Estuary. **Marine Pollution Bulletin**, v.49, p.393-404, 2004.

WATERLOW, J. C.; SCRIMSHAW, N. S.; SCHÜRCH, B. Energy and Protein requirements. Proceedings of an IDECG workshop. **International Dietary Energy Consultative Group**. Proceedings of an I /D /E /C /G. Workshop. London (UK), 1994.

ZDZISLAW, E.; SIKORSKI, D. **Seafood: Resources, Nutritional Composition, and Preservation**. Florida: CRC, 2000.

ZURAINI, A. *et al.* Fatty acid and amino acid composition of three local Malaysian *Channa* spp. Fish. **Food Chemistry**, v.97, p.674-678, 2006.