



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
MESTRADO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**



**CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA E PERFIL DE ÁCIDOS
GRAXOS EM ARRAIAS DE ÁGUA DOCE**

WALLACE SANTOS BATISTA

**MANAUS
MARÇO DE 2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
MESTRADO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

WALLACE SANTOS BATISTA

**CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA E PERFIL DE ÁCIDOS
GRAXOS EM ARRAIAS DE ÁGUA DOCE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos na área de concentração “Tecnologia de Pescado”.

Orientador: Prof. Dr. Antonio José Inhamuns

**MANAUS
MARÇO DE 2008**

WALLACE SANTOS BATISTA

**CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA E PERFIL DE ÁCIDOS
GRAXOS EM ARRAIAS DE ÁGUA DOCE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos na área de concentração “Tecnologia de Pescado”.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antonio José Inhamuns, Presidente
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Prof. Dr. Pedro Roberto de Oliveira, Membro Externo
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Prof. Dr. Jesuí Vergílio Visentainer, Membro Externo
Universidade Estadual de Maringá – UEM

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Antônio Godoy Batista e Linda Márcia Santos Batista.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Antonio José Inhamuns pela presteza e dedicação na orientação dessa pesquisa.

A Isabelle Cristina Vale dos Santos pela compreensão e companheirismo durante esses dois anos de trabalho, tornando muito mais fácil a superação dos percalços nessa jornada.

Ao amigo Raimundo Aires da Silva pelo empenho na captura dos exemplares de arraiais analisados, sem o qual tornaria quase impossível a obtenção dos mesmos.

A acadêmica de Engenharia de Pesca da UFAM Aline Sousa pela colaboração nas análises bromatológicas.

A acadêmica de Química da Universidade Estadual de Maringá Mayara Santa Rosa pela colaboração nas análises cromatográficas.

Ao Prof. Dr. Jesuí Visentainer e a Prof.^a Msc. Aylei Tanamati pela disponibilidade e atenção prestadas no auxílio à interpretação das análises cromatográficas.

Ao Sr. “Chiquinho do Moreno Maia”, pela atenção provida e auxílio na captura dos exemplares de arraia estudados.

Aos amigos e colegas de Mestrado Fábio Lopes e Hérlon Atayde pela amizade e companheirismo durante os anos de convivência tanto da graduação como no mestrado.

A UFAM/DEPESCA, UFAC/UTAL e UEM/Departamento de Química, pela disponibilidade da estrutura física que possibilitou a execução das análises de laboratório.

Ao CNPQ/CAPES pela providência logística da viagem a Maringá-PR.

A FAPEAM pela bolsa de estudos.

E aos coordenadores, professores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da UFAM, pelo estímulo e conhecimento transmitidos ao longo do curso.

RESUMO

O pescado como alimento é uma das principais fontes de proteínas de alta qualidade, com um balanceamento de aminoácidos essenciais, além da qualidade dos lipídeos, grande fonte de ácidos graxos poliinsaturados. Ao longo dos anos o pescado tem sido a principal fonte de nutrientes de origem animal na Amazônia e o aproveitamento dos recursos pesqueiros de forma racional é um dos grandes desafios à indústria de beneficiamento do pescado regional. As arraias do gênero *Potamotrygon* e *Paratrygon* vêm nos últimos 5 anos participando sistematicamente do desembarque pesqueiro na região amazônica, tanto assim que atualmente frotas pesqueiras estão equipadas especialmente para efetuar a captura de arraias. Entretanto, todo esse esforço vem sendo aplicado sem informações relativas às características tecnológicas das espécies, que poderiam subsidiar decisões em métodos e processos. Neste sentido, a proposta deste trabalho foi realizar a caracterização tecnológica e o perfil de ácidos graxos das espécies *Paratrygon aiereba* e *Potamotrygon motoro* visando contribuir para um melhor aproveitamento industrial das espécies e subsidiar a formulação de dietas. Os dois exemplares de arraia apresentaram um bom rendimento cárneo das nadadeiras peitorais, com 35,12% para *P. aiereba* e 32,35% *P. motoro*. Os dados de composição centesimal ficaram próximos aos estabelecidos para outras espécies de peixes, caracterizando as duas espécies de arraias como magras (<1% de gordura). O perfil de ácidos graxos indicou como majoritários os ácidos araquidônico (20:4n-6) e palmítico (16:0). Os índices de ácido araquidônico obtidos nas duas espécies foi respectivamente 29,16% em indivíduos de *P. motoro* coletados no período de enchente no lago do Moreno Maia e 21,17% em indivíduos de *P. aiereba* coletados no período da seca no rio Purus.

Palavras-chave: arraia de água doce, composição química, perfil de ácidos graxos, pescado amazônico.

ABSTRACT

The fish as food is a major source of high-quality protein, with a balance of essential amino acids, and the quality of lipids, great source of polyunsaturated fatty acids. Over the years the fish has been the principal source of nutrients of animal origin in the Amazon and exploitation of fishery resources in a rational way is one of the major challenges to the industry, regional beneficiary eligibility of fish. The freshwater stingrays of gender *Potamotrygon* and *Paratrygon* come in over the past five years by participating systematically landing fishing in the Amazon region, so much so that currently fishing fleets are especially equipped to perform the capture of stingrays. However, all this effort is being applied without information on the technological characteristics of the species, which could subsidize decisions on methods and processes. Therefore, the purpose of this study was to characterize technology and the profile of fatty acids of the species *Paratrygon aiereba* and *Potamotrygon motoro* aiming to contribute to a better utilization of industrial species and subsidize the formulation of diets. The two copies of freshwater stingrays had a good income meat of pectoral fin, with 35.12% for *P. aiereba* and 32.35% *P. motoro*. Data from proximate composition were close to those established for other species of fish, featuring the two species of stingrays as leanness (<1% fat). The profile of fatty acids indicated as the majority arachidonic acid (20: 4n-6) and palmitic (16: 0). The indices of arachidonic acid obtained in the two species was respectively 29.16% in individuals of *P. Motoro* collected in the period of flooding in the lake of Moreno Maia and 21.17% in individuals of *P. Aiereba* collected in the period of drought in the Purus river.

Keywords: freshwater stingrays, chemical composition, profile of fatty acids, fish Amazon.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Espécie <i>Paratrygon aiereba</i>	24
Figura 2	Espécie <i>Potamotrygon motoro</i>	25
Figura 3	Rio Purus	29
Figura 4	Lago do Moreno Maia	29
Figura 5	Comparação dos ácidos graxos entre os lotes 01 e 02	41
Figura 6	Comparação dos ácidos graxos entre os lotes 03 e 04	42
Figura 7	Comparação dos ácidos graxos entre os lotes 01, 02, 03 e 04	43
Figura 8	Cromatogramas do lote 01	59
Figura 9	Cromatogramas do lote 02	60
Figura 10	Cromatogramas do lote 03	61
Figura 11	Cromatogramas do lote 04	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Lista de espécies de arraias de água doce e distribuição geográfica	23
Tabela 2	Tempo de retenção de padrões de ácidos graxos da marca Sigma	35
Tabela 3	Rendimento cárneo de duas espécies de arraias de água doce amazônicas	36
Tabela 4	Composição centesimal e valor calórico de duas espécies de arraias de água doce amazônicas	38
Tabela 5	Perfil de ácidos graxos dos lipídios totais de duas espécies de arraias de água doce amazônicas	40
Tabela 6	Ácidos graxos majoritários em algumas espécies de peixes	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AA	Ácido Araquidônico
AGPI	Ácidos Graxos Poliinsaturados
AGPICL	Ácidos Graxos Poliinsaturados de Cadeia Longa
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DEPESCA	Departamento de Ciências Pesqueiras
DHA	Ácido Docosaheptaenóico
EPA	Ácido Eicosapentaenóico
FAPEAM	Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas
G	Grama
H₂	Hidrogênio
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Kg	Quilograma
KOH	Hidróxido de Potássio
L	Litro
LA	Ácido Linoléico
LNA	Ácido α -linolênico
M	Metro
Mg	Miligrama
Min	Minuto
mL	Mililitro

mm	Milímetro
N₂	Nitrogênio
n-3	Ômega 3
n-6	Ômega 6
PUFA	Poly Unsaturated Fatty Acid
t	Tonelada
UEM	Universidade Estadual de Maringá
UFAC	Universidade Federal do Acre
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UTAL	Unidade de Tecnologia de Alimentos
µm	Micrômetro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	O pescado como alimento	15
2.2	Arraias de água doce	21
3	OBJETIVOS	27
3.1	Geral	27
3.2	Específicos	27
4	METODOLOGIA	28
4.1	Amostragem	28
4.2	Rendimento cárneo	30
4.3	Composição centesimal	31
4.4	Determinação do valor calórico	32
4.5	Análise dos ácidos graxos	33
4.6	Análise estatística	35
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1	Caracterização tecnológica	36
5.2	Perfil de ácidos graxos	40
6	CONCLUSÕES	47
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
8	ANEXOS	59

1. INTRODUÇÃO

O aproveitamento dos recursos pesqueiros de forma racional é um dos grandes desafios à indústria de beneficiamento do pescado, pois se torna necessário que as fontes protéicas disponíveis sejam utilizadas adequadamente, visto que poucas espécies contribuem com uma alta produção e consumo pela população, ocasionando uma superexploração e a conseqüente alteração na abundância.

Os peixes têm demonstrado uma boa qualidade nutricional de seus lipídios, por meio da presença significativa de ácidos graxos das séries n-3 e n-6 que são precursores na biosíntese de eicosanóides (prostaglandinas, tromboxanas e leucotrienos) que exercem importantes funções no corpo humano, além de quantidades pequenas de colesterol, fatores estes, que têm estimulado o consumo de peixes oriundos tanto de água doce como salgada.

As arraias de água doce, principalmente as espécies *Paratrygon aiereba* e *Potamotrygon motoro*, a partir do ano de 2004 passaram a fazer parte do desembarque pesqueiro da região próxima a capital amazonense. Dados coletados em frigoríficos do município de Iranduba-AM, apontam um desembarque de potamotrygonídeos nesse mesmo ano, superior a 30 t, abrangendo principalmente essas espécies. Ressalta-se o fato de algumas espécies de arraias de água doce, como a *Paratrygon aiereba*, que pode alcançar mais de 100 kg de peso, possuírem uma baixa taxa de natalidade, se reproduzindo a cada quatro anos com apenas um filhote por ninhada e conseqüentemente possuírem legislação específica em adequação para sua captura e comercialização.

Alguns municípios do interior do Amazonas e Pará vêm desde o ano de 2001 empregando elevado esforço de pesca na captura de arraias, varias toneladas são exportadas para os estados do nordeste e sudeste do país, fator este determinado principalmente pela

escassez dos estoques oriundos da água salgada, que já estão em condições de superexploração. Em função disso, torna-se imprescindível que informações sobre rendimento, composição química e perfil de ácidos graxos sejam apresentadas, proporcionando dados importantes para o planejamento do sistema produtivo das indústrias processadoras, bem como avaliar a qualidade nutricional das espécies *Paratrygon aiereba* e *Potamotrygon motoro*, que são as principais espécies desembarcadas na região.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O pescado como alimento

O pescado contém diversos componentes com significativo valor nutricional fazendo parte da dieta alimentar de boa parte da população, sobretudo em países como o Brasil, dotado de grande extensão litorânea. Apresenta, de maneira geral, conteúdo protéico comparável à carne bovina, suína e de aves, porém com qualidade superior (SIKORSKI; KOLAKOWSKA; PAN, 1994). Ogawa; Maia (1999) referem-se ao músculo do pescado como rica fonte de proteínas, apresentando a seguinte composição química: 60 a 85% de umidade, aproximadamente 20% de proteína bruta, 1 a 2% de cinzas, 0,3 a 1,0% de carboidratos e 0,6 a 36% de lipídios totais.

As proteínas musculares do pescado apresentam a vantagem de possuírem um elevado valor biológico, decorrente de uma alta sensibilidade à hidrólise e de uma composição balanceada em aminoácidos, particularmente daqueles que costumam ser os limitantes em proteínas de origem vegetal, como a metionina e a cisteína. (BÁRZANA; GARIBAY-GARCÍA, 1994).

No Brasil, a ampla costa litorânea, incluindo regiões de climas tropicais e subtropicais, estimula a pesca comercial, fato que se torna relevante considerando que o pescado desempenha importante papel na nutrição, pelo conteúdo em proteínas, vitaminas e minerais. Nas regiões Norte, Nordeste e Noroeste, ainda predomina a pesca artesanal, enquanto no Sul e Sudoeste, mais da metade da produção pesqueira é representada pela pesca industrial (VASCONCELLOS; GASALLA, 2001)

Os peixes de água doce têm a composição em ácidos graxos sensível ao tipo de alimentação de que dispõem, apresentando larga variação qualitativa e quantitativa em ácidos graxos. São necessários mais dados para que se tenha um panorama adequado do valor nutricional desse pescado (MARTINO; TAKAHASHI, 2001).

Nos anos 80, estudos já revelavam a importância dos lipídios de peixes na alimentação humana, por serem uma fonte rica em ácidos graxos poliinsaturados principalmente aqueles da família ômega-3 (n-3) (GIBSON, 1983).

Segundo Pacheco et al. (1991), na década de 90, já existia um crescente interesse na utilização de lipídios de origem marinha, principalmente nos ácidos graxos n-3, como suplemento alimentar. Surgiram, também, perspectivas de incorporar esses óleos em produtos alimentícios industrializados para consumo humano como leite e ovos e também em rações para animais como peixes, gado e aves. Esse interesse foi resultante de estudos que comprovam a eficiência destes ácidos graxos em reduzir os níveis de triacilgliceróis e colesterol no sangue, prevenindo através de sua ingestão os riscos de doenças cardiovasculares por impedir a formação de plaquetas gordurosas nas artérias, auxiliando na manutenção da pressão sanguínea.

2.1.2 Ácidos graxos e o pescado

Os óleos e as gorduras são compostos de estrutura orgânica formados na sua maioria pela união de três ácidos graxos a um polialcool, chamado glicerol, formando uma estrutura conhecida como triacilglicerol. Portanto, tanto os óleos como as gorduras são misturas de triacilglicerídeos de diferentes composições em ácidos graxos, uma vez que são estruturas lineares de carbono que contêm hidrogênio e oxigênio e que se caracterizam por apresentarem uma função química ácida (daí o seu nome) chamada grupo carboxílico (COOH) em um extremo e um grupo metilo (CH₃) em outro. Na estrutura linear de carbonos, o número de

duplas ligações, a sua posição na cadeia e sua isomeria, afetam o ponto de fusão, a solubilidade, seu conteúdo energético, a digestibilidade e as propriedades metabólicas dos ácidos graxos, incluindo seus efeitos sobre as lipoproteínas do sangue (BUTOLO, 2001).

Sobre a definição do termo lipídios, Visentainer; Franco (2006) comentam que não existe uma definição universalmente aceita para o termo lipídios ou lipídeos e citam algumas definições encontradas na literatura:

- i – Os lipídios são substâncias oleosas ou gordurosas e possuem duas funções principais: como componentes principais das membranas e como forma de armazenamento de combustível rico em energia;
- ii – As gorduras, óleos e ceras naturais, que são principalmente ésteres de alto peso molecular, são coletivamente chamados de lipídios;
- iii – Lipídios são compostos encontrados nos organismos vivos, geralmente insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos.

Os ácidos graxos poliinsaturados (AGPI n-3) são encontrados em concentrações mais expressivas em lipídios de peixes e animais marinhos, especialmente aqueles procedentes de regiões frias, e são considerados de grande importância no metabolismo, por exercerem funções biológicas específicas (BELDA; POURCHET-CAMPOS, 1991). Entretanto, estudos recentes revelaram que algumas espécies de peixes de água doce podem ser consideradas excelentes fontes de AGPI n-3 (INHAMUNS; FRANCO, 2001; ZURAINI et al., 2006; ÖZOGUL; ÖZOGUL ; ALAGOZ, 2007).

Os AGPI, eicosapentaenóico (EPA, 20:5n-3), docosahexaenóico (DHA, 22:6n-3) e araquidônico (AA, 20:4n-6) são sintetizados através dos seus precursores no retículo endoplasmático liso, especialmente no fígado, por sucessivas reações de dessaturações (oxidação com formação de duplas ligações) e alongamentos, ou seja, aumentos da cadeia carbônica com 2 átomos de carbono (CABRÉ; GASSUL, 1996).

Os óleos de muitas espécies de peixes marinhos são ricos em EPA e DHA, que são as formas longas e insaturadas ativas da série n-3, e que podem ser absorvidas diretamente pelos

ciclos metabólicos dos seres humanos. Estes ácidos graxos são produzidos pelas algas marinhas, e depois transferidos de forma bastante eficiente, através da cadeia alimentar, para os peixes (TAKAHASHI, 2005).

Existem basicamente três ácidos graxos importantes da família n-3. Um, o ácido α -linolênico (LNA, 18:3n-3), é encontrado em folhas de muitas plantas e sementes de vegetais como o linho e a colza. Os outros dois, o EPA e DHA, são encontrados em óleos de peixes e podem também ser obtidos pelo homem e pelos animais através da dessaturação e alongamento da cadeia do LNA embora de forma pouco eficiente (RAY, 1996; TEIXEIRA, 2004).

A família ômega-6 (n-6) compreende o ácido graxo essencial linoléico (LA,18:2n-6), (que pode originar o AA) e dar origem a uma família completa de ácidos graxos poliinsaturados n-6, que da mesma forma que a família dos compostos n-3 tem importantes funções nas células dos animais. Os ácidos graxos n-3 e ácidos graxos n-6 não se podem interconverter nos animais, razão pela qual se necessita que ambos sejam proporcionados nas dietas. O LA atua sobre as membranas celulares dos animais, nas funções enzimáticas e nos receptores das membranas celulares (BUTOLO, 2001).

O AA é sintetizado a partir do ácido parental da série n-6, LA o EPA e DHA são sintetizados a partir do LNA, através das enzimas $\Delta 6$, $\Delta 5$ e $\Delta 4$ -desaturases (STEVEN, GERMAN, 1998; NETTLETON, 1994).

Segundo Jensen (1999), estudos têm mostrado que o leite humano apresenta os níveis mais elevados de AA e DHA nas primeiras semanas após o parto, diminuindo a uma taxa que depende da presença desses ácidos graxos na dieta materna. Essa condição sugere que a quantidade de AA e DHA produzida pelo recém-nascido ainda é insuficiente, sendo necessária a sua ingestão (MARTIN et al., 2006)

A maior parte da composição em ácidos graxos no cérebro é de C-20 e C-22 e entre esses o DHA e o AA são os de maior importância. O suprimento desses ácidos para a formação do feto é muito importante, especialmente no último trimestre do desenvolvimento fetal, quando ocorre uma rápida acumulação de DHA no cérebro (INNIS, 1991). Segundo Campbell et al. (1996), o feto humano obtém AA e DHA por meio da transferência eletiva da placenta.

AL et al, (2000) comenta que durante o último trimestre da gestação, AA e DHA são muito importantes para o feto, pois contribuem para atender à síntese acelerada dos tecidos cerebrais. Os n-6 ainda exercem importante papel fisiológico como potentes mediadores da inflamação e efeito benéfico sobre o sistema imune (POMPÉIA; PROCÓPIO; CURI, 1999).

Os AGPI são consumidos largamente pelos esquimós, demonstram efeitos benéficos sobre os níveis de colesterol do fígado e do sangue, além de protegê-los contra doenças coronárias e doenças inflamatórias como psoríases e artrites reumáticas (TEIXEIRA, 2004).

Epidemiologicamente, os AGPI n-3 mostram efeito benéfico na prevenção de vários tipos de câncer (CURI et al., 2002).

Pesquisas nutricionais e epidemiológicas relatam que a relação dos AGPI n-3 e n-6 na dieta é tão ou mais importante na prevenção de doenças cardiovasculares que a relação de ácidos graxos saturados e insaturados (BADOLATO et al., 1994).

Pesquisas com ácidos graxos pertencentes à família n-3, particularmente o EPA, indicaram uma interferência na produção de prostaglandina trombótica e tromboxano, ou são transformados em prostaglandinas antitrombóticas e, devido aos estudos com os eicosanóides, têm se conhecido as suas ações vasculares e hemostáticas. O DHA é o maior constituinte da porção fosfolipídica das células receptoras e está presente na retina, no cérebro humano e em diversos tecidos corporais (VISENTAINER et al., 2000).

As funções biológicas dos AGPI são muitas e, em sua maioria, não estão bem definidas ainda. As funções mais importantes segundo estudos descritos na literatura, parecem ser as seguintes: manter a integridade das células endoteliais, prevenindo aterosclerose e alterações cardiovasculares (HU et al., 2001); estimular a liberação de insulina (VESSBY, 2003); inibir a vasoconstrição e a agregação plaquetária (KELLEY, 2001); participar no desenvolvimento normal da placenta, do crescimento fetal e do desenvolvimento neuronal (OLLER DO NASCIMENTO; OYAMA, 2003) e participação nas funções imunomoduladoras (GRIMM et al., 2002).

A maioria dos ácidos graxos existentes no pescado é composta de ácidos graxos com 14 a 22 átomos de carbono (C_{14} a C_{22}), podendo ser saturados ou insaturados – monoênicos ou poliênicos. Sua composição varia de acordo com a espécie do animal, hábito alimentar, estação do ano, temperatura da água, dieta, habitat e estágio de maturação. Em geral possuem cadeia normal com número par de carbonos. Também tem sido relatada a ocorrência em pequenas quantidades de cadeia normal ímpar e cadeia ramificada (OGAWA; MAIA, 1999).

Os ácidos graxos que compõem os lipídios do pescado na natureza refletem a variabilidade de ácidos graxos presentes na cadeia alimentar aquática (HENDERSON; TOCHER, 1987). Em geral, os lipídios de diferentes níveis tróficos da cadeia alimentar de peixes de água doce, são caracterizados por $18:2n-6$, $18:3n-3$ e $20:3n-3$ (KUKSIS; MYHER, 1995).

Inhamuns (2000) relata que as espécies amazônicas de mapará e tucunaré podem ser consideradas uma fonte rica em ácidos graxos essenciais das séries n-3 e n-6 e o curimatã capturado no período da seca pode ser utilizado diretamente em dietas balanceadas como fontes de ácidos graxos poliinsaturados.

2.2 Arraias de água doce

As arraias também chamadas de raias ou batóideos ou hipotremados, são peixes que têm o esqueleto cartilaginoso, a cabeça e o tronco achatados dorsoventralmente, o que lhes conferem o formato romboidal, em losango ou arredondado, olhos na posição dorsal, boca e fendas branquiais na posição ventral. Estes animais apresentam as nadadeiras peitorais muito desenvolvidas e unidas ao resto do corpo, nadadeiras dorsais e caudais reduzidas ou inexistentes, e nadadeira anal ausente. Eles possuem estruturas com função de ajudar o envio de água para as brânquias chamadas espiráculos (que está localizada na parte posterior dos olhos) e apresentam mandíbulas articuladas onde se encontram os dentes que podem ter formas de pavimento, bandas ou em mosaico (BIGELOW; SCHOROEDER, 1953; NELSON, 1984; HALSTEAD, 1970).

As arraias podem ser encontradas em todo mundo, sendo mais comuns nas zonas tropicais e temperadas. Habitam ambientes pelágicos, demersais, costeiros, estuarinos e dulci-aquícolas. Estão nos oceanos, mares, rios, riachos e lagos (NELSON, 1984), sendo as arraias marinhas maiores que as de água doce, podendo ultrapassar os sete metros, como por exemplo, a jamanta (*Manta binomial*, também conhecida como morcego do mar ou peixe diabo, que é a maior espécie atual de arraia identificada) (DEGANI, 2002). As espécies dulci-aquícolas são menores devido à restrição ambiental, sendo que a espécie de maior diâmetro identificada *Paratrygon aiereba* pode chegar a mais de 1 metro de largura (HALSTEAD, 1970).

Atualmente os elasmobrânquios, conhecidos também como "peixes cartilagosos", compreendem a classe Chondrichthyes, representada pelos tubarões, arraias e quimeras. São peixes mandibulados com esqueleto cartilaginoso; bexiga natatória ausente; válvula espiral presente no intestino; nadadeira pélvica modificada, formando cláspes, nos machos.

Surgiram no Devoniano superior; possuem representantes em todos os oceanos do mundo, alguns habitam a água doce ou salobra e estão divididos em duas subclasses: subclasse Elasmobranchii (tubarões e arraias) e subclasse Holocephali (quimeras) (ORR, 1986).

A subclasse Elasmobranchii divide-se em duas superordens: Batoidea e Selachii. A superordem Batoidea inclui as arraias e seus familiares e a superordem Selachii reúne todos os tubarões. As principais diferenças entre tubarões e arraias estão na localização das fendas branquiais que se encontram na posição lateral e ventral respectivamente, e nas barbatanas peitorais, que nas arraias são coladas à cabeça e nos tubarões não (MARCO-BUENO, 2005).

Segundo Nelson (1984); Rosa (1985); Rosa et al. (1987); Compagno (1977); Compagno; Roberts (1982); Compagno; Cook (1995), as arraias de água doce são classificadas da seguinte forma:

Subclasse: Elasmobranchii

Superordem: Batoidimorpha (Hypotremata)

Ordem: Rajiformes

Família: Potamotrygonidae

Gêneros: Paratrygon; Potamotrygon e Plesiotrygon.

Carvalho et al. (2005) fez um levantamento das raias identificadas e seus locais de coleta apresentando apenas 18 espécies para a família Potamotrygonidae, conforme descrito na Tabela 1:

Tabela 1: Lista de espécies de arraias de água doce e distribuição geográfica, segundo Carvalho et al. (2005).

ESPÉCIE	PAÍS	LOCAL
<i>Paratrygon aiereba</i>	Bolívia, Brasil, Equador, Peru, Venezuela	Rios da bacia Amazônica, rio Tocantins, rios da bacia do Orinoco.
<i>Plesiotrygon iwamae</i>	Brasil, Equador	Rios da bacia Amazônica.
<i>Potamotrygon brachyura</i>	Argentina, Brasil, Paraguai, Uruguai	Rios da bacia do Prata.
<i>Potamotrygon castexi</i>	Argentina, Bolívia, Brasil, Peru	Rios da bacia Amazônica e rios da bacia do Prata.
<i>Potamotrygon constellata</i>	Brasil, Colômbia.	Rios da bacia Amazônica.
<i>Potamotrygon falkneri</i>	Argentina, Brasil, Paraguai	Rios da bacia do Prata.
<i>Potamotrygon henlei</i>	Brasil	Rios Araguaia -Tocantins.
<i>Potamotrygon histrix</i>	Argentina, Brasil, G. Francesa, Guiana, Suriname, Venezuela	Rios da bacia Amazônica e rios da bacia do Prata.
<i>Potamotrygon leopoldi</i>	Brasil.	Rio Xingu (B. Amazônica).
<i>Potamotrygon magdalenae</i>	Colômbia.	Rios Atrato - Madalena.
<i>Potamotrygon motoro</i>	Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Paraguai, Peru, Uruguai.	Rios das bacias: Amazônica, Orinoco e do Prata.
<i>Potamotrygon ocellata</i>	Brasil	Rios da bacia Amazônica.
<i>Potamotrygon orbignyi</i>	Bolívia, Brasil, G. Francesa, Guiana, Suriname, Venezuela	Rios da bacia Amazônica, rio Orinoco.
<i>Potamotrygon schroeden</i>	Brasil, Venezuela.	Rio Negro (B. Amazônica) e rio Apure (B. Orinoco).
<i>Potamotrygon schuhmacheri</i>	Argentina, Paraguai.	Rios da bacia do Prata.
<i>Potamotrygon scobina</i>	Brasil.	B. Amazônica e Tocantins.
<i>Potamotrygon signata</i>	Brasil.	Rios da bacia do Prata.
<i>Potamotrygon yepezi</i>	Venezuela.	Rios e lago Maracaibo.

A família Potamotrygonidae (GARMAN, 1877) compreende as arraias de água doce que habitam os sistemas de rios tropicais da América do Sul. São peixes elasmobrânquios que perderam a habilidade de viver em ambientes marinhos (THORSON, 1970). As arraias são encontradas em todos os rios da América do Sul que deságuam no oceano Atlântico, com exceção dos pertencentes à bacia do rio São Francisco e dos que drenam para o oceano Pacífico (DUNCAN, 2005).

Entre os representantes da família Potamotrygonidae, a espécie *Paratrygon aiereba* é a que atinge o maior tamanho (LASSO et al., 1996).

Figura 1: Espécie *Paratrygon aiereba*



Foto: M.L. Araújo

Os gêneros *Paratrygon* e *Plesiotrygon* são monotípicos, enquanto que *Potamotrygon* apresenta um número maior de espécies, podendo variar de 16 a 18 (+2) (ROSA, 1985; CARVALHO et al., 2003)

Figura 2: Espécie *Potamotrygon motoro*

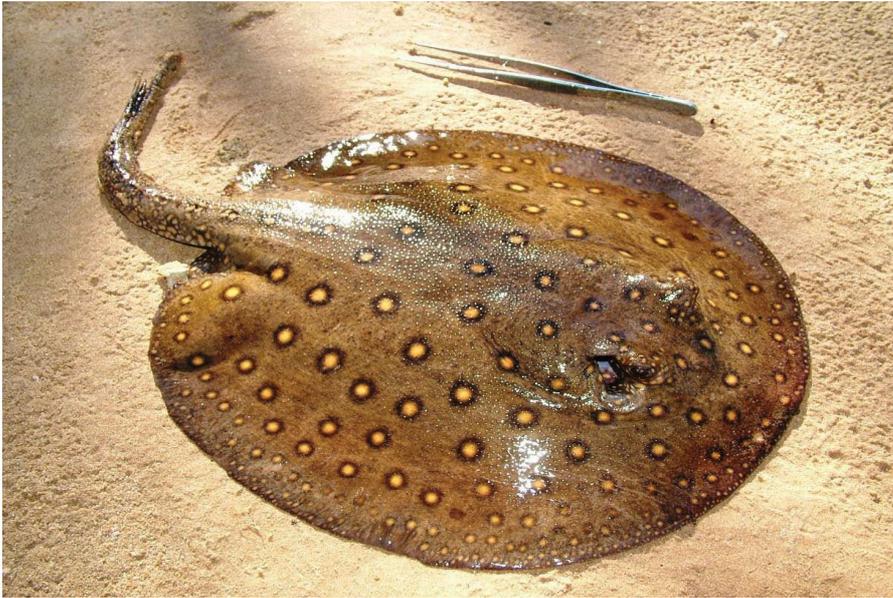


Foto: D. G. Neto

Charvet-Almeida (2001) baseada em Rosa (1985) descreve características diagnósticas da morfologia externa dos gêneros *Potamotrygon* e *Paratrygon* da família *Potamotrygonidae* da seguinte forma:

Potamotrygon: disco oval ou circular com uma proeminência antero-mediana; ausência de lóbulo nas margens externas dos espiráculos; nadadeiras pélvicas parcialmente expostas; olhos relativamente grandes e pedunculados, de formato reniforme em vista lateral; cauda relativamente curta menos duas vezes a largura do disco, não filiforme distalmente com quilhas dorsal e ventral; presença de um ou mais ferrões na cauda...

Paratrygon: disco circular com uma concavidade na região antero-mediana, sem proeminência nesta mesma região, presença de um lobo nas margens externas dos espiráculos; cauda relativamente curta com comprimento de duas vezes a largura do disco, larga na região de base e distalmente filiforme, sem quilha dorsal e ventral; ferrão caudal relativamente curto, olhos muito pequenos não pedunculados, de formato ovalado; nadadeiras dorsais totalmente cobertas pela peitoral...

No Estado do Amazonas, as arraias de água doce são exploradas tanto pela pesca ornamental, servindo como objeto de aquarismo e exportação para a Europa, como pela pesca artesanal, servindo como alimento em vários locais da bacia amazônica. Ao longo do sistema

Solimões-Amazonas, elas também sofrem com a pesca comercial em grande escala, onde são acidentalmente capturadas em redes malhadeiras (ARAÚJO et al., 2004).

Ao menos três espécies de Potamotrygonidae são capturadas na foz do rio Amazonas, para fins comestíveis: *Potamotrygon orbignyi*, *P. scobina* e *Plesiotrygon iwamae* (CHARVET-ALMEIDA, 2001; ALMEIDA, et al. 2003; CHARVET-ALMEIDA; ALMEIDA, 2003). Recentemente, duas outras espécies, *Paratrygon aiereba* e *Potamotrygon motoro* são capturadas por uma frota espinheira sediada em Santarém e Óbidos, estado do Pará. Em nenhum dos casos há registros específicos de seus desembarques (ARAÚJO, 2004). Ainda, barcos comerciais, que empregam redes de arrasto nos rios Amazonas e Solimões, capturam arraias de água doce como by-catch, mas também sem informações sobre o volume do descarte (ARAÚJO et al., 2004).

Atualmente, com a redução dos estoques de teleósteos tradicionais, os exemplares acima de 4 kg têm sido comercializados. Observa-se, ainda, que o impacto do ecoturismo, no rio Negro, tem induzido ao aumento nas capturas de *Potamotrygon orbignyi* e *Paratrygon aiereba* no Amazonas, estimando-se que 21.000 indivíduos dessas espécies sejam removidos pela pesca negativa (ARAÚJO, 2001).

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Caracterizar tecnologicamente arraia de água doce das espécies *Paratrygon aiereba* e *Potamotrygon motoro*.

3.2 Específicos

3.2.1 Estimar o rendimento cárneo;

3.2.2 Determinar e avaliar a composição química;

3.2.3 Traçar o perfil de ácidos graxos dos lipídios totais.

4. METODOLOGIA

4.1 Amostragem

Duas espécies de arraias de água doce, com valor comercial na região amazônica foram selecionadas para esta pesquisa. Doze incursões foram realizadas para obtenção dos exemplares, no rio Purus, rio Acre e lago do Moreno Maia nas imediações da cidade de Rio Branco-AC (Figuras 3 e 4). A captura foi realizada através de pesca artesanal com espinhel em embarcações pesqueiras apropriadas, o pescado teve a cauda cortada e foi insensibilizado através de perfuração na cavidade antero-mediana do cefalotórax. Foram capturados dezoito exemplares de arraias de água doce, sendo dez exemplares de *Paratrygon eiereba* e oito exemplares de *Potamotrygon motoro*. As amostras foram armazenadas em caixas de polipropileno com gelo e conduzidas ao laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal do Acre e/ou laboratório de Tecnologia do Pescado da Universidade Federal do Amazonas, onde foram separadas em lotes de acordo com as especificações a seguir:

Paratrygon aiereba

Lote 01 – Coletado no dia 23 de março de 2007 no rio Purus – período de cheia (05 indivíduos)

Lote 02 – Coletado no dia 12 de outubro de 2007 no rio Purus – período de seca (05 indivíduos)

Potamotrigon motoro

Lote 03 – coletado no dia 06 de janeiro de 2008 nas imediações do lago do Moreno Maia – período de enchente (04 indivíduos)

Lote 04 – coletado no dia 07 de janeiro de 2008 nas imediações do rio Acre – período de enchente (04 indivíduos)

Figura 3: Rio Purus - margem direita do rio Amazonas.



Fonte: Google Earth; 2007.

Figura 4: Lago do Moreno Maia - sudeste de Rio Branco-AC



Fonte: Google Earth; 2007.

4.1.2 Identificação taxonômica dos espécimes

Os morfotipos foram separados levando-se em conta a sistemática para identificação e as características diagnósticas da morfologia externa de gêneros e espécies de Potamotrygonidae descritos por Rosa (1985).

4.2 Rendimento cárneo

O rendimento dos exemplares de *Paratrygon aiereba* foi analisado através dos filés com raios cartilagosos (método adotado nos frigoríficos para animais de pequeno porte), devido ao baixo peso e sua pressuposta insignificância na palatabilidade. Enquanto que o rendimento dos exemplares de *Potamotrygon motoro* foi analisado através dos filés sem raios cartilagosos, devido ao alto peso e sua pressuposta significância na palatabilidade.

Os exemplares foram dispostos sobre a bancada e em seguida foi retirada, através de instrumentos de corte, toda a parte comestível presente nas nadadeiras peitorais. Os cálculos de rendimento seguiram conforme sugeridos por Contreras-Guzman (1994) e Morais et al. (1992), conforme o modelo da equação:

$$\text{Cálculo de rendimento} = R\% = \frac{\text{PESO FINAL}}{\text{PESO TOTAL}} \times 100$$

4.3 Composição centesimal

4.3.1 Liofilização

Os lotes, divididos em porções de aproximadamente 400g/amostra, foram acondicionados em bandejas de aço inoxidável e armazenados por 24hs a temperatura de -20°C , em seguida as amostras foram submetidas a liofilização em aparelho Liofilizador Terroni LS 3000 por um período de 30hs.

4.3.2 Umidade

Foi realizada em estufa de secagem a 105°C até peso constante, segundo a técnica descrita nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

4.3.3 Proteína Bruta

Determinação do nitrogênio total pelo processo de digestão e destilação em aparelho de Micro-Kjeldahl usando o fator de correção 6,25, segundo a técnica descrita pela A.O.A.C. (1990).

4.3.4 Minerais (Cinzas)

Obtido por carbonização da amostra seca, em bico de Bunsen e por incineração em forno mufla a 550°C até peso constante, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, (1985).

4.3.5 Lipídios Totais

O método de Bligh and Dyer (1959) foi utilizado na extração e determinação de lipídios totais presentes no tecido muscular das espécies em estudo. Os lipídios totais foram obtidos por extração em clorofórmio, metanol e água. A composição relativa de ácidos graxos na fração de lipídios totais das arraias foi determinada a partir de amostras liofilizadas.

4.3.6 Fração NIFEXT

Na determinação da composição centesimal, a fração glicídica representada pela fração NIFEXT (fração livre de extrato nitrogenado) foi calculada através da seguinte equação:

$$E = 100 - (A + B + C + D), \text{ onde:}$$

E = Fração NIFEXT

B = Extrato etéreo (lipídios totais)

A = Proteína bruta

C = Umidade

D = Resíduo mineral fixo (cinzas)

4.4 Determinação do valor calórico

Para o cálculo do valor calórico total (VCT) dos produtos, foi utilizada a seguinte equação (SILVA, 1981):

$$VCT = (PB \times 4) + (EE \times 9) + (ENN) \times 4 = \text{kcal EB/100 gramas}$$

Onde:

PB = Proteína Bruta

EE = Extrato Etéreo

EB = Energia Bruta

ENN = Extrato não Nitrogenado

4.5 Análise de ácidos graxos

4.5.1 Extração dos lipídios totais

Aproximadamente 20g de amostra do músculo liofilizado foram homogeneizados com 50 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 40 mL de água destilada (1:2:0,8), por 30 minutos em agitador mecânico. Em seguida, foram adicionados 50 mL de clorofórmio e 50 mL da solução de sulfato de sódio a 1,5%, e agitados por mais 2 minutos. A camada inferior (clorofórmio) foi retirada e transferida para um balão de fundo redondo onde foi concentrada em evaporador rotatório a vácuo e transferida para um frasco de cor âmbar, sendo o solvente residual evaporado com nitrogênio; a seguir o concentrado lipídico foi estocado à aproximadamente -18 °C sob atmosfera de nitrogênio, para análise posterior.

4.5.2 Derivatização

Na realização da transesterificação, os lipídios totais foram submetidos ao processo de transesterificação, conforme método 5509 da ISO (1978).

Aproximadamente 0,100 g do concentrado lipídico foi pesado em tubo de vidro com tampa rosqueada e a este, adicionado 1,0 mL de heptano. Em seguida, foi adicionado 2,0 mL de KOH-metanol, fechando o tudo hermeticamente, e agitado por 5 min para que se completasse a reação. A amostra esterificada ficou em repouso sob refrigeração para permitir a separação das duas fases.

Adiante, foi transferido com auxílio de uma pipeta pasteur, somente a fase superior para um frasco apropriado.

O sobrenadante foi retirado e transferido para um frasco âmbar de 5 mL e mais 1 mL de isooctano foi adicionado ao tubo, que após agitação, teve o seu conteúdo retirado e adicionado à fração anterior, que então passou a ser concentrada até 1 mL, aproximadamente, sob nitrogênio gasoso.

4.5.3 Análise da amostra por cromatografia gasosa

Todas as etapas, da transesterificação às injeções, foram realizadas sob atmosfera de nitrogênio.

Os ésteres metílicos de ácidos graxos dos lipídios totais foram separados no cromatógrafo a gás Shimadzu 14-A, equipado com coluna capilar de sílica fundida CP-7420 Varian (100% cianopropil ligado - 100m de comprimento, 0,25mm de diâmetro externo e 0,39 μ m de diâmetro interno) e detector de ionização de chama. Os fluxos dos gases foram:

- 1,2mL.min⁻¹ para o gás de arraste H₂;
- 30ml.min⁻¹ para o gás auxiliar (“make up”) N₂; e
- 30 e 300mL.min⁻¹ para os gases da chama H₂ e ar sintético, respectivamente.

A razão de divisão (“split”) da amostra correspondeu a 1:100. Temperatura da coluna: 165°C por 18 minutos, sendo então elevada para 240°C a uma taxa de 15°C min⁻¹, permanecendo por 20 minutos. Temperaturas do injetor e detector: 220°C e 230°C, respectivamente. As injeções foram analisadas em triplicata e o volume de injeção foi de 1 μ L. As áreas dos picos foram determinadas pelo método da normatização, utilizando-se um integrador processador CG-300 (Instrumentos Científicos CG), e a identificação dos picos realizou-se por comparação dos tempos de retenção de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos da marca Sigma.

Os lipídios totais foram extraídos no Laboratório de Tecnologia de Pescado da UFAM, Departamento de Ciências Pesqueiras e as análises de ácidos graxos realizadas na Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Química de Alimentos.

Os padrões utilizados para identificação dos ácidos graxos em seus respectivos tempos de retenção, seguiram amostras já quantificadas e confirmadas pelo laboratório de Química de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá.

Tabela 2: Tempo de retenção de padrões de ácidos graxos da marca Sigma.

Ácido	Tempo de retenção (minutos)
16:0	21,0
18:0	29,0
18:1	31,0
18:2n-6	34,0
18:3n-3	40,9
20:4n-6 AA	47,2
20:5n-3 EPA	49,3
22:6n-3 DHA	54,0
22:5n-3	54,0
22:4n-6	52,2

4.6 Análise estatística

Os dados referentes à caracterização tecnológica e composição de ácidos graxos, entre lotes e espécies, foram submetidos à análise de frequência, média e significância ao nível de 5% ($p < 0,05$) utilizando-se o programa *Estatistic Release* versão 6.0 (ESTATISTIC®6.0,2001).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização tecnológica

5.1.1 Rendimento cárneo

O rendimento cárneo dos exemplares analisados foi considerado satisfatório nas duas espécies em questão (Tabela 03), com uma leve vantagem de *Paratrygon aiereba* em relação à *Potamotrygon motoro*, provavelmente devido à presença dos raios cartilagosos.

Tabela 3: Rendimento cárneo de duas espécies de arraias de água doce amazônicas.

	Arraias de água doce			
	<i>Paratrygon aiereba</i>		<i>Potamotrygon motoro</i>	
Lote	01 (rio/cheia)	02 (rio/seca)	03 (lago/enchente)	04 (rio/enchente)
Rendimento	35,00%±0,91	35,24%±0,71	32,29%±0,80	32,42%±0,75

Média com as respectivas estimativas dos desvios padrão.

As indústrias processadoras de pescado tendem a aproveitar apenas a nadadeira peitoral das arraias, visto que os demais cortes acabam tornando-se onerosos e de difícil obtenção diante da facilidade e fartura que é encontrada nos cortes da nadadeira peitoral.

Os índices de rendimento cárneo alcançados foram comparáveis com várias espécies de peixes, dentre eles a tilápia (*Oreochromis niloticus*) com 36,58% (SOUZA, 2002) e o jundiá (*Rhamdia voulezi*) com 32% (LOSCH, 2007). Comparou-se ainda a diversas outras espécies de peixes obtidas pelo autor em dados não publicados, como a branquinha (*Potamorhina latior*) com 35,61%, tambaqui (*Colossoma macropomum*) com 39,53%, tucunaré (*Cichla*

ocelaris) com 30,22%, jaraqui (*Semaprochilodus taeniurus*) com 37,31% e aruanã (*Osteoglossum bicirrhosum*) com 31,53%.

De acordo com Contreras-Guzmán (1994), o rendimento de filé com pele, de espécies de peixes marinhos e de água doce, encontra-se entre 32,8% e 59,8%, com uma média de 50,5%; no entanto, com a remoção da pele, o rendimento de filé reduz para 43%.

Os dados apresentados por Kirchheim et al. (2006) sobre o rendimento cárneo da nadadeira peitoral de *Potamotrygon motoro*, com 31,82%, também ficaram próximos aos obtidos para a mesma espécie nesta pesquisa.

Verificamos que não existiu diferença significativa entre lotes de uma mesma espécie, tanto de *P. aiereba* e *P. motoro*, porém houve diferença significativa ao nível de 5% entre os dados obtidos para rendimento cárneo das duas espécies, diferenciando os lote 01 e 02 dos lotes 03 e 04.

5.1.2 Composição centesimal

Os dados obtidos através das análises de composição centesimal e valor calórico (Tabela 04) ficaram próximos aos valores propostos por Ogawa; Maia (1999), para pescado, com 60 a 85% de umidade, aproximadamente 20% de proteína bruta, 1 a 2% de cinzas, 0,3 a 1% de carboidratos e 0,6 a 36% de lipídios totais.

Dados apresentados por Peixoto et al. (2000) sobre a “pescada gó” citam uma composição centesimal similar aos resultados obtidos nesse experimento com 78,36% de umidade; 17,44% de proteína bruta; 0,2% de lipídios totais; 1,17% de cinzas; 2,83% de carboidratos e valor calórico de 82,86 kcal/100g.

Tabela 4: Composição centesimal e valor calórico de duas espécies de arraias de água doce amazônicas.

Espécie	Lote	Umidade	Cinzas	Lipídios Totais	Proteína Bruta	Carboidratos	Kcal/100g
<i>Paratrygon aiereba</i>	01	80,64±0,47	0,76±0,04	0,67±0,10	15,48±0,58	2,45±0,30	77,75
	02	81,59±0,40	0,68±0,04	0,69±0,09	14,85±0,51	2,20±0,25	74,41
<i>Potamotrygon motoro</i>	03	78,14±0,13	0,84±0,03	0,55±0,02	19,62±0,11	0,85±0,07	86,83
	04	78,20±0,25	0,68±0,01	0,47±0,02	20,34±0,35	0,31±0,15	86,83

Média com as respectivas estimativas dos desvios padrão.

Ao analisarmos estatisticamente os dados, verificamos diferença significativa (5%) no teor de umidade entre espécies. Os dados de cinzas não apresentaram diferença significativa entre lotes e nem entre espécies. Os lipídios totais apresentaram diferença significativa apenas nos lotes 03 e 04 e entre espécies, proteína bruta e carboidratos apresentaram diferença significativa entre lotes e espécies.

Resultados semelhantes de composição centesimal foram encontrados por Sales; Sales (1990), que analisando a composição química e rendimento de dez espécies de pescado de

água doce de interesse comercial nos açudes do nordeste brasileiro, encontraram valores de umidade, proteína bruta, lipídios totais e cinzas, respectivamente, para as seguintes espécies: tilápia (*Oreochromis niloticus*) - 75%; 18,5%; 3,5%; 2,4%; tucunaré (*Cichla ocellaris*) – 75,7%; 22%; 2,6% e 1,6%; sardinha (*Triportheus angulatus*) – 76%; 17,8%; 4,5%; 1,9%; e traíra (*Hoplias malabaricus*)– 75%; 21,5%; 2,5%; 1,8%.

Villa Nova et al. (2005), relataram que o pargo (*Lutjanus purpureus*) apresentou 77,35% de umidade, 19,30% de proteína bruta, 1,18% de lipídios totais e 0,98% de cinzas e que a tilápia (*Oreochromis niloticus*) possui, 77,55% de umidade, 18,34% de proteína bruta, 0,99% de lipídios totais e 0,97% de cinzas e Szenttamásy et al. (1993) comenta que o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) possui, 76,54% de umidade 18,99% de proteína bruta, 2,25% de lipídios totais e 1,99% de cinzas; ambos não diferenciando significativamente dos dados encontrados para as duas espécies de arraia em questão.

O valor energético encontrado para a espécie *Potamotrigon motoro*, foi de 86,83 kcal/100g, para ambas as amostras (oriundas do rio Acre e lago do Moreno Maia); a espécie *Paratrygon aiereba*, variou de 74,41 a 77,75 kcal/100g, coletadas no período da seca e da cheia no rio Purus, respectivamente. As duas espécies em questão podem ser consideradas magras, menos de 1% de gordura (ACKMAN, 1989), e com baixo valor calórico, ficando abaixo de dados publicados por Franco (2003) que cita a arraia com 90 kcal/100g.

Na composição dos carboidratos, foi verificado uma variação entre as duas espécies, com maiores teores para *Paratrygon aiereba*, devido à presença dos raios cartilagosos nos filés, pois os exemplares capturados eram de baixo peso total (inferiores a 1kg). Nas indústrias processadoras de pescado não são retirados os raios em exemplares com peso total inferior a 1,5kg, pois sua presença na carne é pouco notada ao ser consumida.

5.2 Perfil de ácidos graxos

Os resultados obtidos através de cromatografia a gás para os exemplares analisados, estão representados na tabela a seguir:

Tabela 5: Perfil de ácidos graxos dos lipídios totais de duas espécies de arraias de água doce amazônicas – % da área de retenção em função do tempo.

Ácido Graxo	<i>Paratrygon aiereba</i>		<i>Potamotrygon motoro</i>	
	Lote 01	Lote 02	Lote 03	Lote 04
16:0	21,81±2,18 ^b	23,00±1,27 ^b	21,11±1,40 ^b	21,23±1,83 ^b
18:0	14,32±1,18 ^b	14,76±0,78 ^b	11,12±0,66 ^b	11,41±1,60 ^b
18:1n-9	15,04±1,19 ^{ab}	9,48±0,52 ^{ab}	8,85±0,51 ^{ab}	9,80±0,88 ^{ab}
18:2n-6	4,55±0,36 ^{ab}	2,63±0,27 ^{ab}	4,75±0,26 ^{ab}	5,61±0,71 ^{ab}
18:3n-3	0,44±0,03 ^a	0,11±0,01 ^a	0,45±0,06 ^a	0,11±0,01 ^a
20:4n-6 AA	17,70±1,41 ^{ab}	21,17±1,20 ^{ab}	29,16±2,19 ^{ab}	21,52±2,22 ^{ab}
20:5n-3 EPA	0,83±0,08 ^a	7,86±0,47 ^a	1,58±0,13 ^a	4,57±1,12 ^a
22:4n-6	5,18±0,39 ^a	4,47±0,25 ^a	4,03±0,30	5,64±1,31
22:5n-3	13,11±1,05 ^a	5,88±0,36 ^a	13,14±1,08 ^a	7,57±2,18 ^a
22:6n-3 DHA	1,53±0,15 ^a	6,81±0,39 ^a	1,61±0,14 ^a	6,35±1,08 ^a
ΣPUFA	43,33	48,93	54,73	51,36
ΣAGω6	25,90	28,27	39,06	32,76
ΣAGω3	15,90	20,66	16,74	18,60
Σω6 / Σω3	1,63	1,37	2,33	1,76
EPA+DHA	2,36	14,67	3,19	10,92

Média com as respectivas estimativas dos desvios padrão

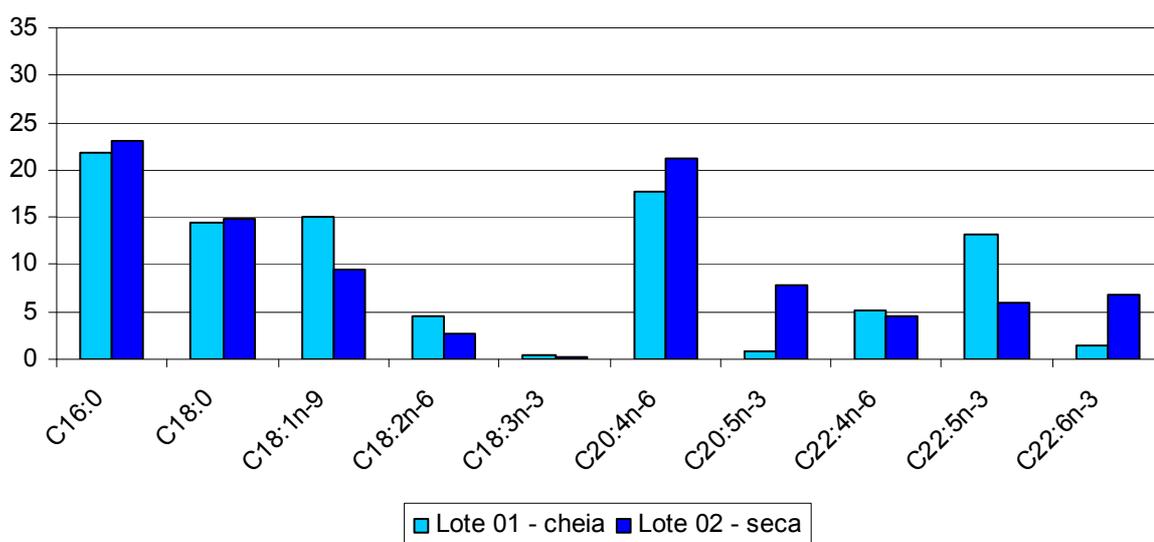
^a diferença significativa (5%) entre lotes da mesma espécie;

^b diferença significativa (5%) entre espécies.

5.2.1 Ácidos graxos em *Paratrygon aiereba*

Observando o perfil de ácidos graxos nas amostras de *Paratrygon aiereba*, verificamos que os resultados foram distribuídos de forma homogênea, com algumas exceções.

Figura 5: Comparação dos ácidos graxos entre os lotes 01 e 02



Comparando os valores dos ácidos graxos dos lotes 01 e 02, pode-se afirmar que os ácidos 16:0 (palmítico) e 20:4n-6 foram os mais abundantes, com uma predominância do palmítico, principalmente nos espécimes coletados no período da cheia no Rio Purus. Os ácidos 16:0 e 18:0 não apresentaram diferença significativa (5%) entre os lotes, os demais apresentaram diferença.

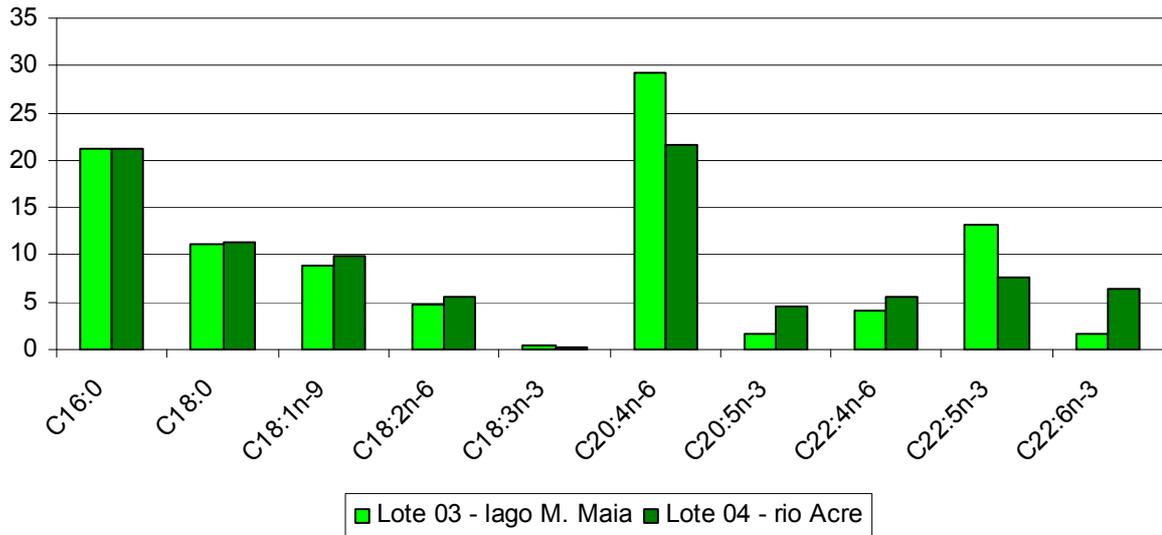
Os ácidos 16:0 e o 20:4n-6 foram os mais amplamente distribuídos, com uma leve vantagem para o palmítico frente ao araquidônico.

As proporções de ácidos graxos ω -6: ω -3 nos lotes 01 e 02 ficaram em patamares altamente satisfatórios, 1,63:1 e 1,37:1 para lotes coletados no período da cheia e seca respectivamente, ainda abaixo do índice recomendado pela FAO/WHO de 5 a 10:1 para países ocidentais.

5.2.2 Ácidos graxos em *Potamotrygon motoro*

Observando o perfil de ácidos graxos nas amostras de *Potamotrygon motoro* verificamos que os resultados também foram distribuídos de forma homogênea, dando efetividade a alta quantidade do ácido 20:4n-6.

Figura 6: Comparação dos graxos entre os lotes 03 e 04.

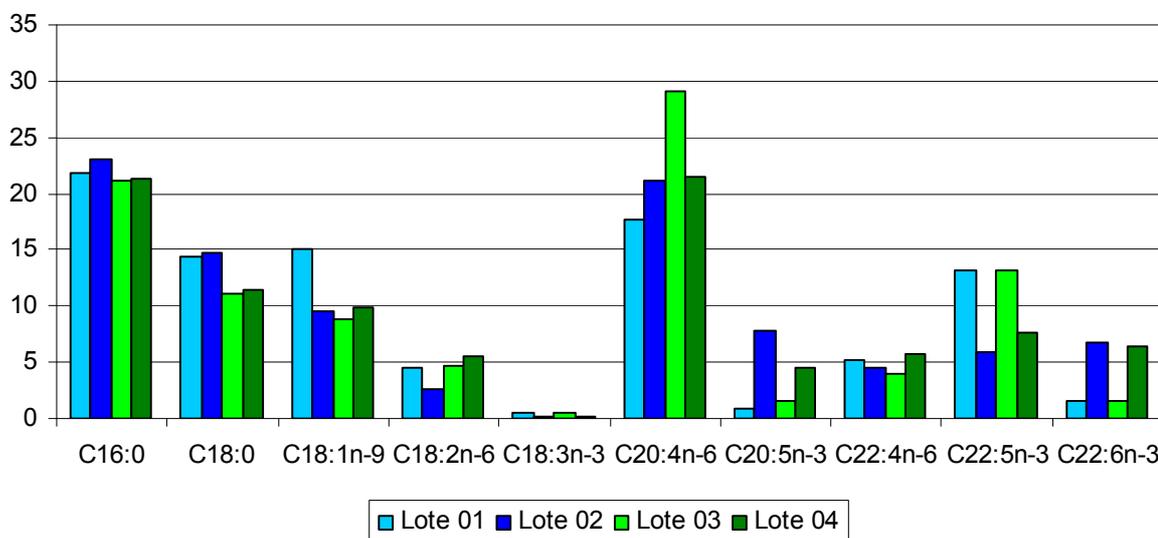


Comparando os valores dos ácidos graxos dos lotes 03 e 04, pode-se afirmar que os ácidos 16:0 e 20:4n-6 foram os mais abundantes, com uma predominância deste último, principalmente nos espécimes oriundos do lago do Moreno Maia. Os ácidos 16:0, 18:0 e 22:4n-6 não apresentaram diferença significativa (5%) entre os lotes, os demais apresentaram diferença.

As proporções de ácidos graxos ω -6: ω -3 nos lotes 03 e 04 ficaram em patamares aceitáveis, 2,33:1 e 1,76:1 para lotes coletados no lago do M. Maia e rio Acre respectivamente, ainda abaixo do índice recomendado pela FAO/WHO de 5 a 10:1 para países ocidentais.

5.2.3 *Potamotrygon motoro* x *Paratrygon aiereba*

Figura 7: Comparação dos ácidos graxos entre os lotes 01, 02, 03 e 04.



Ao compararmos as diferenças entre o perfil de ácidos graxos das duas espécies de arraia (sem considerar a diferença dos lotes entre si), verificamos que, os ácidos 18:3n-3; 20:5n-3; 22:4n-6, 22:5n-3 e 22:6n-3 não apresentaram diferença significativa (5%) entre espécies. Os ácidos 16:0, 18:0; 18:1n-9, 18:2n-6 e 20:4n-6 apresentaram diferença significativa entre espécies.

Observado toda a distribuição dos ácidos graxos presentes nas duas espécies, conferimos que o ácido com maior distribuição foi o 20:4n-6 presente em *Potamotrygon motoro* com uma média de 25,34% da área de distribuição e logo em seguida encontramos o ácido saturado 16:0 presente em *Paratrygon aiereba* com uma média de 22,41% da área de distribuição.

Os valores obtidos para o ácido araquidônico estão substancialmente acima da média de outros exemplares de peixes. Em trabalho publicado por Pessati (2000), os ácidos graxos majoritários encontrados em algumas espécies de peixes estão assim distribuídos por composição centesimal:

Tabela 6: Ácidos graxos majoritários em algumas espécies de peixes - adaptado de Pessati (2000)

NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	ÁCIDO MAJORITÁRIO	%
Sardinha	<i>(Sardinella brasiliensis)</i>	16:0	29,62
Goete	<i>(Cynoscion gatucupa)</i>	16:0	24,17
Corvina	<i>(Micropogonias furnieri)</i>	16:0	22,62
Pescada foguete	<i>(Macrodon ancylodon)</i>	22:6n-3	27,93
Maria Mole	<i>(Cynoscion striatus)</i>	18:1	25,29
Bonito listrado	<i>(Katsuwonus pelamis)</i>	16:0	23,38
Tainha	<i>(Mugill sp)</i>	16:0	23,64

Segundo Silva et al. (2007) Os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (AGPICL), DHA e AA são componentes essenciais não só para o desenvolvimento neurológico quanto para a função visual da criança.

Schmeits et al. (1999) cita que o AA tem grande importância nos primeiros meses de vida, sendo constituinte de estruturas celulares e precursores de mediadores inflamatórios.

Elias, Innis (2001) afirmam que o AA é essencial para o crescimento normal, e é criticamente importante por sua função de sinalização e divisão celular, e como precursor dos eicosanóides da série 2 e leucotrienos da série 3, que também desempenham função na transmissão sináptica.

Visentainer et al. (2007) ao estudarem a composição de ácidos graxos em 15 espécies de peixes da costa sudeste brasileira, comentam que os maiores valores de AA encontrados foram de 2,3 para o peixe espada (*Trichiurus lepturus*) e 1,3 para o xixarro (*Trachurus trachurus*).

Segundo Inhamuns (2000), as maiores concentrações de AA verificadas no músculo das espécies analisadas em seu trabalho, nos períodos da cheia e seca, respectivamente, foram

as seguintes: 5,19 e 4,80 para o mapará (*Hypophthalmus* sp.); 5,04 e 3,70 para o tucunaré (*Cichla ocellaris*); 1,6 e 2,5 para a curimatã (*Prochilodus nigricans*).

Brown et al. (1989) em um trabalho de revisão da composição em ácidos graxos de peixes marinhos da Austrália mostraram que os saturados foram os majoritários, perfazendo um terço do total, enquanto os AGPI perfizeram cerca de 40% do total. A média de AGPI-n6 apresentou uma amplitude de 1,2 a 23,1%, sendo o AA o majoritário, com um valor médio de 6% do total de ácidos graxos e variou de 0,4 a 15,8%. Na maioria dos peixes analisados, o DHA foi a maior fonte de AGPI n-3, seguido do EPA e do LNA, que contribuíram com menos de 3% do total de ácidos graxos.

Os níveis encontrados para a proporção ω -6: ω -3, nas duas espécies de arraia estudadas, são altamente satisfatórios, ficando próximos a razão de 1:1.

Alguns países como Suécia e a Alemanha têm estabelecido recomendações para uma ingestão por meio da dieta de ω -6 e ω -3 na razão de 5:1, enquanto o Japão é mais rigoroso e recomenda uma ingestão na razão ω -6: ω -3 de 2:1. (ISSFAL, 2004).

Dentre os ácidos analisados, o que obteve menor distribuição foi o linolênico (18:3n-3) com índices inferiores a 1% da área de distribuição.

Segundo Inhamuns; Franco (2008), o músculo do tucunaré (*Cichla ocellaris*) apresentou uma concentração de EPA e DHA de 5 e 55 mg/g no período de enchente e 3 e 21 mg/g no período da seca. Ainda segundo os mesmos autores, o músculo do mapará (*Hypophthalmus* sp.) apresentou as concentrações de 20 e 18 mg/g de EPA e DHA no período de enchente e 3 e 21mg/g no período da seca. Tal comportamento foi diferente ao apresentado por *P. aiereba*, que concentrou EPA e DHA no período de seca, mas para *P. motoro*, observou-se que o ambiente de captura exerceu grande influência na concentração desses ácidos graxos.

Os maiores níveis de EPA e DHA encontrados nas duas espécies de arraia, foram respectivamente 4,57%, para *P. motoro* – rio Acre, período de enchente e 6,81% para *P. aiereba* – rio Purus, período de seca.

Ao analisarmos o comércio de arraias de água doce amazônicas, verificamos diretamente nos frigoríficos da região, que quase a totalidade dos estoques de rajidas armazenado nos entrepostos são comercializados para o nordeste e sudeste do país, os dados obtidos nesse experimento comprovam o bom balanceamento nutricional das espécies *P. aiereba* e *P. motoro*, para o consumo humano. Essa larga escala comercial é devida principalmente à depreciação dos estoques marinhos, que ao longo dos últimos anos, tem sofrido dificuldades de recrutamento e acarretando elevado esforço de pesca em suas capturas, culminando em uma substituição gradual do comércio das arraias marinhas por arraias de água doce.

8. CONCLUSÕES

1. Os exemplares de *Potamotrygon motoro* e *Paratrygon aiereba* apresentaram um rendimento cárneo bom, com grande aproveitamento do músculo presente nas nadadeiras peitorais, podendo ser utilizado com sucesso na indústria. Para um melhor aproveitamento de sua carcaça, devem ser estudados métodos eficientes de aproveitamento de outras partes do corpo, como nadadeiras pélvicas e cefalotórax.
2. A composição centesimal apresentada pelas duas espécies ficou próxima as razões conhecidas para pescado, caracterizados por serem carnes magras e com baixo valor calórico, principalmente para arraias da espécie *Paratrygon aiereba* coletadas no rio Purus no período da seca.
3. As arraias das espécies *P. aiereba* e *P. motoro*, possuem uma excelente razão ω -6: ω -3, 1,63:1 (*P. aiereba* – coletada no rio Purus, período de cheia), 1,37:1 (*P. aiereba* – coletada no rio Purus, período de seca), 2,33:1 (*P. motoro* – coletada no Lago do Moreno Maia, período de enchente) e 1,76:1 (*P. motoro* – coletada no Rio Acre, período de enchente).
4. Ainda apresentaram um bom nível de ácidos graxos com uma característica predominância dos AGPI frente aos ácidos mono e diinsaturados. Em ambas as espécies, foi obtido quantidades satisfatórias de EPA e DHA, destacando-se as amostras de *P. aiereba* (coletada no rio Purus, período de seca) com um somatório de EPA+DHA na ordem de 14, 67% da área de distribuição e *P. motoro* (coletada no Rio Acre, período de enchente) com 10,92% da área de distribuição.

5. Altos níveis de ácido araquidônico foram obtidos das arraias estudadas, em *P. aiereba* 17,70 e 21,17% da área de distribuição para exemplares coletados no rio Purus, no período de cheia e da seca, respectivamente, e em *P. motoro* 29,16 e 21,52% da área de distribuição para exemplares coletados no período de enchente no lago do Moreno Maia e rio Acre, respectivamente.

6. Tanto *P. aiereba* e *P. motoro*, podem ser recomendadas para a formulação de dietas, principalmente para gestantes, lactantes e crianças, devido as excelentes razões de ω -6: ω -3 e o alto nível de AA encontrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKMAN, R. G. Nutritional composition of fats in seafoods. *Progress in food and Nutrition Science*, 13: 161-241, 1989.

AL, M. D. M.; VAN HOUWELINGEN, A. C; HORNSTRA, G. Long-chain polyunsaturated fatty acids, pregnancy, and pregnancy outcome. *American Journal of Clinic Nutrition*, 471(suppl): 285S-91S, 2000.

ALMEIDA, M. P.; CHARVET-ALMEIDA, P.; VIANA, A. S. Polychromatic and morphometric aspects of the freshwater stingray *Potamotrygon scobina* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) (Pará, Brazil). *Abstracts of AES Scientific Papers. The American Elasmobranch Society*. Florida Museum of Natural History Ichthyology Department, 2003.

A.O.A.C. ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis*, 15^a ed. Whashington, 960pp, 1990.

ARAÚJO, M. L. G. *Plano de Monitoramento de Arraias de Água Doce*, Convênio IBAMA-AM/ACEPOAM, 29pp, 2001.

ARAÚJO, M. L. G. *Resultados Preliminares sobre o Monitoramento da Pesca de Arraias de Água Doce no Rio Tapajós Utilizadas Como Peixe Ornamental*. Relatório Técnico N° 01, 2004.

ARAÚJO, M. L. G.; CHARVET-ALMEIDA, P.; ALMEIDA, M.P. *Conservation status of freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) in the Brazilian Amazon*, 2004.

Disponível em: <http://www.heb.pac.dfompo.gc.calcongress/2004/elasmo/9ara%c3%bajoconservationl.doc>.

Acesso em: 05 jun. 2007.

ARAÚJO, M. L. G.; CHARVET-ALMEIDA, P.; ALMEIDA, M. P.; PEREIRA, H., Conservation Status Of Freshwater Stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) In The Brazilian Amazon. Proceedings of Biology and Conservation of Freshwater Elasmobranch. *VI International Congress on the Biology of Fish*. P. 61-72, 2004.

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

BÁRZANA, E.; GARIBAY-GARCÍA, M. Production of fish protein concentrates in *Fisheries processing: biotechnological applications*. MARTIN, A.M., CHAPMAN; HALL, London, p. 206-222, 1994.

BELDA, M. C. R.; POURCHET-CAMPOS, M. A. Ácidos graxos essenciais em nutrição: uma visão atualizada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 11(1): 5-35, 1991.

BIGELOW, H. B.; SCHROEDER, W. C. *Fishes of the western north Atlantic*. New Haven: Sears Foundation for Marine Research. 1953.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Bioch. Phys.*, (37) 911-917, 1959.

BROWN, A.J.; ROBERTS, D. C. K.; TRUSWELL, A. S. Fatty acid composition of Australian marine finfish: a review. *Food Austrália*, 3: 655-660. 1989.

BUTOLO, J.E. Utilização de ingredientes líquidos na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. 2001, Campinas-SP. *Anais...* Campinas-SP: CBNA, p. 295-305, 2001.

CABRÉ, E.; GASSUL, M. A. Polyunsaturated fatty acid deficiency in liver diseases: pathophysiological and clinical significance. *Nutrition*, 12: 542-548. 1996.

CAMPBELL, F. M.; GORDON, M. J.; DUTTA-ROY, A. K. Preferential uptake of long chain polyunsaturated fatty acids by isolated human placental membranes. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 155: 77-83, 1996.

CARVALHO, M. R.; LOVEJOY, N. R.; ROSA, R. S. Potamotrygonidae. In. REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. JR. (eds) *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Edipucrs, Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 22-28, 2003.

CHARVET-ALMEIDA, P. Ocorrência, biologia, uso das raias de água doce na baía de Marajó (Pará, Brasil), com ênfase na biologia de *Plesiotrygon iwamae* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). Belém, *Resumos*, I Reunião da Sociedade Brasileira para estudo dos elasmobrânquios, Ilhéus, Brasil, p. 35-39, 2001.

CHARVET-ALMEIDA, P.; ALMEIDA, M. P. Fishery, uses and conservation of freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) in the Marajó bay (Brazil). *Abstracts of the 2003 Joint Meeting of Ichthyologists and Herpetologists*. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Manaus, 2003.

COMPAGNO, L. J. V. Phyletic relationships of living sharks and rays. *American Zoologist*, 17: 303-322. 1977.

COMPAGNO, L. J. V., COOK, S.F. The exploration and conservation of freshwater elasmobranchs: status of taxa and prospects for the future . In: OETINGER, M.I. & ZORZI, G.D. (eds). The Biology of Freshwater Elasmobranch. *Journal of Aquaculture & Aquatic Science*. 7: 62-90, 1995.

COMPAGNO, L. J. V., ROBERTS, T.R. Freshwater stingrays (Dasyadidae) of Soltheart Asia and Guinea, with description of a new species of *Himantura* and reports of unidentified species. *Env. Biol. Fish.* 7(4): 321-339, 1982.

CONTRERAS-GUZMAN, E. C. *Bioquímica de pescados e derivados*. FUNEP. Jaboticabal, SP, 409pp, 1994.

DEGANI, C. *Arraias jamanta: elas estão de volta na Laje de Santos. Mergulho*. 2002

Disponível em: [http://360graus.terra.com.Br/mergulho/default.asp?did=823 & action = reportagem](http://360graus.terra.com.Br/mergulho/default.asp?did=823&action=reportagem).

Acesso em: 05 jun. 2007.

DUNCAN, W. L. P. Os conflitos da pesca e a pesquisa com as arraias de água doce na Amazônia. *Informativo do Conselho Regional de Biologia*, 39: 6-7, 2005.

ELIAS, S. L.; INNIS, S. M. Infant plasma *trans*, n-6, and n-3 fatty acids and conjugated linoleic acids are related to maternal plasma fatty acids, length of gestation, and birth weight and length. *Am J Clin Nutr*; 73: 807-814. 2001.

FAO/WHO. Report of a joint expert consultation: fat and oils in human nutrition. *Food and Nutrition Paper*, Rome, 57(1): 49-55, 1994.

FRANCO, G. *Tabela de composição química dos alimentos*. Atheneu. 9^a ed. São Paulo. 2003.

GARMAN, S. On the pelvis end external sexual organs of selachians, with special reference to the new genera *Potamotrygon* and *Disceus*. *Proc. Bost. Soc. Nat. Hist.*, 19: 197-215, 1877.

GIBSON, R.A. Australian fish- An excellent source of both arachidonic acid and ω -3 polyunsaturated fatty acids. *Lipids*, 18: 743-752, 1983.

GRIMM, H.; MAYER, K.; MAYSER, P.; EIGENBRODT, E. Regulatory potential of n3 fatty acids in immunological and inflammatory processes. *Br J Nutr.*; 87(suppl1): S59-S67, 2002.

HALSTEAD, B. W. *Poisonous and venomous marine animals of the world*. Vol 3: Vertebrates. United State Government Printing Office, Washington, 91 pp, 1970.

HENDERSON, R. J; TOCHER, D. R. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *J. Prog. Lipid Res.* 20(4): 281-346, 1987.

HU, F. B.; MANSON, J. E.; WILLET, W. C. Types of dietary fat and Risk of Coronary Heart Disease: A Critical Review. *J Am Coll Nutr*, 20(1): 5-19. 2001.

IBAMA; IBGE. Estatística da Pesca. CEPENG, Tamandaré, PE, 1995. In: VASCONCELLOS, M.; GASALLA, M.A. Fisheries catches and the carrying capacity of marine ecosystems in southern Brazil. *Fisheries Research*, 50: 279-295, 2001.

INHAMUNS, A. J. *Composição de ácidos graxos de peixes de água doce da região amazônica brasileira*. Campinas, UNICAMP, 2000. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

INHAMUNS, A. J.; FRANCO, M. R. B. Composition of Total, Neutral and Phospholipids in Mapará (*Hypophthalmus* sp.) from Brazilian Amazon Area. *J. Agric. Food Chem.*, 49: 4859-4863, 2001.

INHAMUNS, A. J.; FRANCO, M. R. B. EPA and DHA quantification in two species of freshwater fish from Central Amazonia. *Food Chemistry*, 107: 587–591, 2008.

INNIS, S.M. *Essential fatty acids in growth and development*. Progres in Lipid Research, (30): 39-103, 1991.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, *Normas Analíticas. Métodos Físicos e Químicos para Análise de Alimentos*. 3ª ed. São Paulo, IAL, p. 245-266., 1985.

ISO – International Organization for Standardization. *Animal and Vegetable Fats and Oils – Preparation of Methyl Esters of Fatty Acids*. Geneve: ISO. Method ISO 5509, p. 1-6, 1978.

ISSFAL – International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids. 2004.

Disponível em: <http://www.issfal.org.uk>

Acesso em: 20 fev. 2008.

JENSEN, R. G. Lipids in human milk. *Lipids*; 34(12): 1243-1271. 1999.

KELLEY, D. S.; Modulation of Human Immune and Inflammatory Responses by Dietary Fatty Acids. *Nutrition*, 17: 669-673. 2001.

KIRCHHEIM, P. D.; BOMBARDELLI, R. A.; NEUMANN, G.; SANCHES, E. A. Estudo biológico-pesqueiro da raia, *potamotrygon motoro* (Mueller & Henle, 1841) capturada no reservatório de Itaipu, Paraná, Brasil. *XVI semana de biologia da UNIOESTE*. Paraná, 2006.

KUKSIS, A., MYHER, J. J. Application of tandem mass spectrometry for the analysis of long-chain carboxylic acids. *J. Chromatography B*, 671: 35-70, 1995.

LASSO, C. A.; RIAL, A. B., LASSO-ALCALÁ. Notes of the biology freshwater stingrays *Paratrygon aerebia* (MÜLLER; HENLE, 1841) and *Potamotrygon orbigny* (CASTELNAU, 1855) (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) in the Venezuelan Ilanos. *Aqua Journal of Ichthyology and Aquatic Biology*, 2(3): 39-52, 1996.

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

LOSCH, J. A. COLDEBELLA, A. FEIDEN, A. BOSCOLO, W. R. REIS, E. S. MAHL, I. ZAMINHAN, M. Rendimento de carcaça do jundiá *Rhamdia voulezi* cultivado em tanques-rede em três classes de peso. XV Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca. *Resumos*, Manaus-AM, 2007.

MARCO-BUENO; *Classe Chondrichthyes: os peixes cartilaginosos*. Arquivos para Estudo do Curso de Biologia. 2005.

Disponível em: <http://www.marcobueno.net/arquivos/Estudo/ArquivoEstudoAsp?Txtidaarquivo=159>.

Acesso em: 03 jun. 2007.

MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V.; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. *Revista da Nutrição*, Campinas, 19(6): 761-770, 2006.

MARTINO, R.; TAKAHASHI, N. S. A. A importância da adição de lipídios em rações para aquicultura. *Óleos e grãos*. 58: 32-37, 2001.

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

NELSON, J. S. *Fishes of the world*. 3rd ed. New York, John Wiley & Sons Inc. 600pp., 1984.

NETTLETON, J. A. Omega 3 Fatty Acids and Health. New York, NY, Ed. *Chapman & Hall Book*. 355p. 1994.

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

OLLER DO NASCIMENTO, C. M.; OYAMA, L. M. Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids for Brain Growth and Development. *Nutrition*, 19: 66-9, 2003.

ORR, T. R. *Biologia dos Vertebrados*. 5^o edição, São Paulo, p.64-66, 1986.

ÖZOGUL, Y; ÖZOGUL, F.; ALAGOZ, S. Fatty acid profiles and fat contents of commercially important seawater and freshwater fish species of Turkey: a comparative study. *Food Chemistry*, 103: 217–223, 2007.

PACHECO, M. T.; BARRERE-ARELLANO, D.; ESTEVES, W., Shark Liver Oil Fractionation and its Stabilization with Natural and Synthetic Antioxidants. In: *Proceedings of International Meeting on Fats & Oils Technology*. Campinas, SP, 1991.

PEIXOTO, M. R. S.; SOUZA, C. L.; MOTA, E. S. UTILIZAÇÃO DE PESCADA (*Macrodromus ancylodon*) DE BAIXO VALOR COMERCIAL NA OBTENÇÃO DE SURIMI PARA ELABORAÇÃO DE MOLDADO SABOR CAMARÃO. *Boletim do CEPPA*, Curitiba, 18(2): 151-162, 2000.

PESSATI, M. L. Aproveitamento de sub-produtos do pescado. Ações Prioritárias ao Desenvolvimento da Pesca e Aquicultura no Sul do Brasil - MA – UNIVALI, *Relatório Final*, 2000.

POMPÉIA, C.; PROCÓPIO, J.; CURI, R. Fatty acids and the immune system. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*. 35(2): 165-194, 1999.

RICE, R. Linseed or fish? Dietary sources of omega-3 fatty acids assessed. *Lipid technology*, 8:34-37, 1996.

ROSA, R. S. *A systematic revision of the South American Freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae)*. College of William and Mary, Williamsburg 1985 Ph.D. Dissertation, Virginia, 1986.

ROSA, R. S., CASTELLO H. P., THORSON T. B. *Plesiotrygon iwamae*, a new genus and species of Neotropical freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). *Copela*, 2: 447-458, 1987.

SALES, R. O.; SALES, A. M. Estudo da composição química e rendimento de dez espécies de pescado de água doce de interesse comercial nos açudes do nordeste brasileiro. *Ciência Agrônômica*. Fortaleza 21(1/2): 27-30, 1990.

SCHMEITS, B.L.; COOK, J. A.; VANDERJAGT, D. J.; MAGNUSSEN, M. A.; BHATT, S. K.; BOBIK, E. G.; HUANG, Y. S.; GLEW, R. H. Fatty acid composition of the milk lipids of women in Nepal. *Nutr Res.*,19: 1339-48. 1999.

SIKORSKI, Z.E.; KOLAKOWSKA, A.; PAN, B.S. Composición nutritiva de los principales grupos de organismos alimenticios marinos. In: SIKORSKI, Z.E. (Ed.). *Tecnología de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación*. Zaragoza: Acribia, p. 41-72, 1994.

SILVA, D. J. *Análises de alimentos: métodos químicos e bioquímicos*. Viçosa: UFV, 166 pp, 1981.

SILVA, D. R. B.; MIRANDA, P. F. J.; SOARES, E. A. A importância dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa na gestação e lactação. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*. 7 (2): 123-133, Recife, 2007.

SOUZA, M. R. L. Comparação de Seis Métodos de Filetagem em Relação ao Rendimento de Filé e de Subprodutos do Processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(3): 1076-1084, 2002.

STEVEN, M. W.; GERMAN, J. B. *Food Lipids Chemistry Nutrition and Biotechnology*, Cap, 18.ed. Casimir. 1998.

SZENTTAMÁSY, E. R.; BARBOSA, S. M. V. B.; OETTERER, M.; MORENO, I. A. M. Tecnologia do pescado de água doce: aproveitamento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Sci. Agric.*, Piracicaba, SP. 50(2): 303-310, 1993.

TAKAHASHI, N. S. *Importância dos ácidos graxos essenciais*, Instituto de Pesca, São Paulo, 2005.

TEIXEIRA, A.S. *O que é PUFA Omega3?*

Disponível em: <http://www.ovosenriquecidos.com.br>

Acesso em: 22 mai. 2006.

THORSON, T. B. Freshwater stingrays, *Potamotrygon* spp. failure to concentrate urea when exposed to saline medium. *Life Sci*. 9(11): 893-900, 1970.

VASCONCELLOS, M. C.; GASALLA, M. A. Fisheries catches and the carrying capacity of marine ecosystems of Southern Brazil. *Fisheries Research*, 51(3): 279-295, 2001.

VESSBY, B. Dietary fat, fatty acid composition in plasma and the metabolic syndrome. *Curr Opin Lipidol*, 14(1): 15-19, 2003.

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*, Campinas, 25(3): 430-436, 2005.

VISENTAINER, J. V.; CARVALHO, P. O.; IKEGAKI, M.; PARK, Y. K. Concentração de Ácido Eicosapentaenóico (EPA) e Ácido Docosahexaenóico (DHA) em peixes marinhos da costa brasileira. *Ciência e tecnologia de alimentos*, Campinas, 20(1): 90-93. 2000.

VISENTAINER, J. V.; FRANCO, M. R. B. *Ácidos Graxos em Óleos e Gorduras: Identificação e Quantificação*. São Paulo. Varela, 120p., 2006.

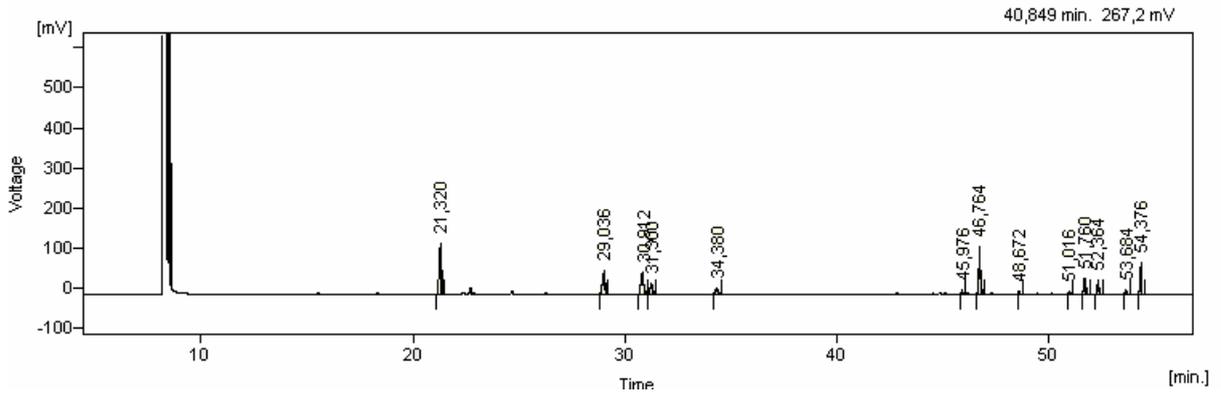
VISENTAINER, J. V.; NOFFS, M. D.; CARVALHO, P. O.; ALMEIDA, V. V.; OLIVEIRA, C. C.; SOUZA, N. E. Lipid Content and Fatty Acid Composition in 15 Marine Fish Species from the Southeast Coast of Brazil. *Journal of the American Oil Chemists Society*. Champaign. USA, 2007.

ZURAINI, A.; SOMCHIT, M.N.; SOLIHAN, M.H.; GOH, Y.M.; ARIFAH, A.K.; ZAKARIA, M.S.; SOMCHIT, N.; RAJION, M.A.; ZAKARIA, Z.A.; MAT JAIS, A.M. Fatty acid and amino acid composition of three local Malaysian *Channa* spp. fish. *Food Chemistry*, 97: 674–678, 2006.

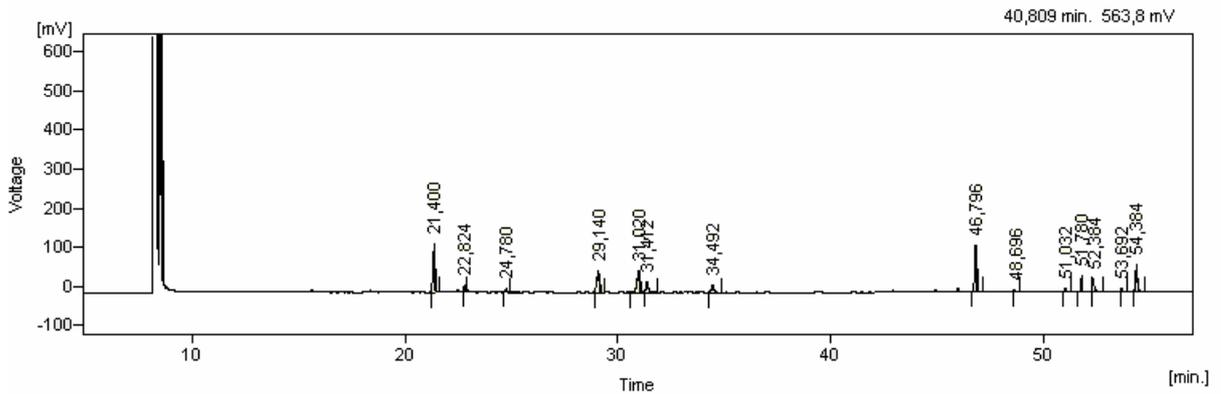
ANEXOS

Anexo A

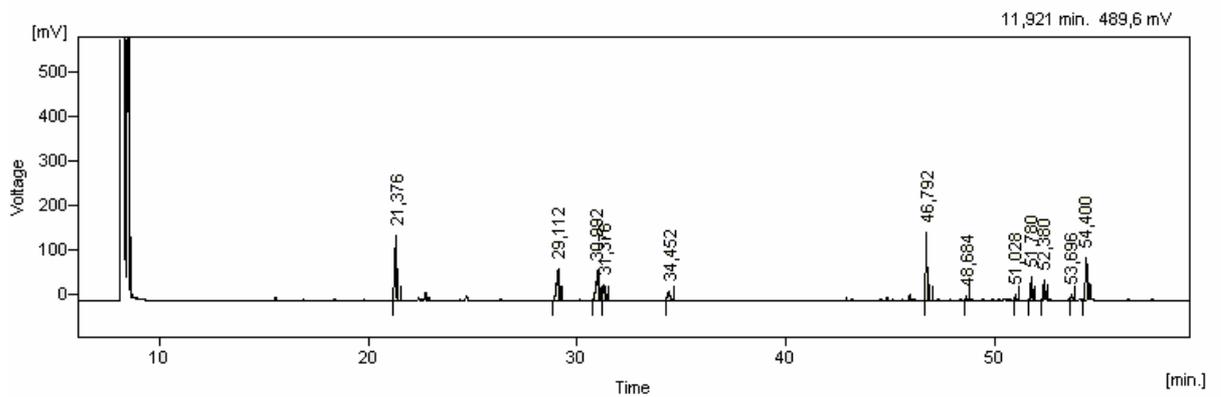
Figura 8: Cromatogramas do lote 01 (rio Purus - cheia)



a



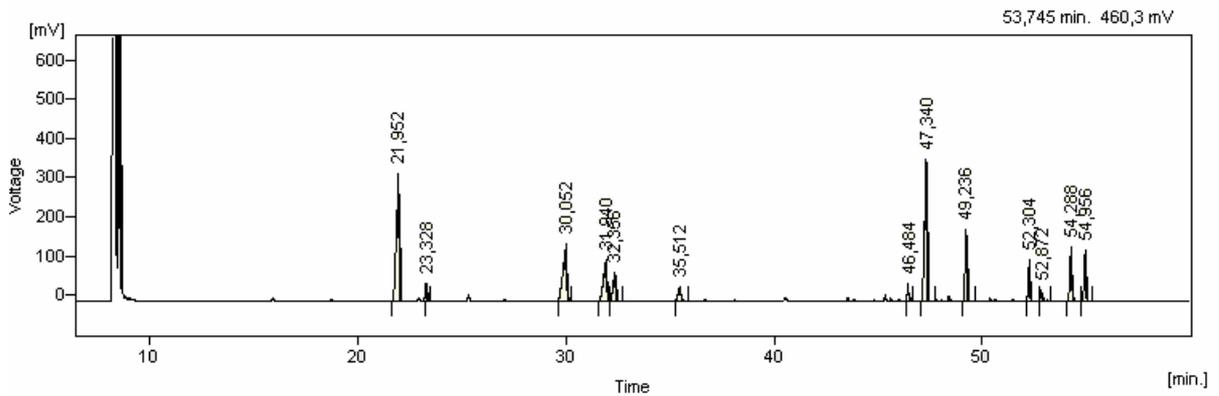
b



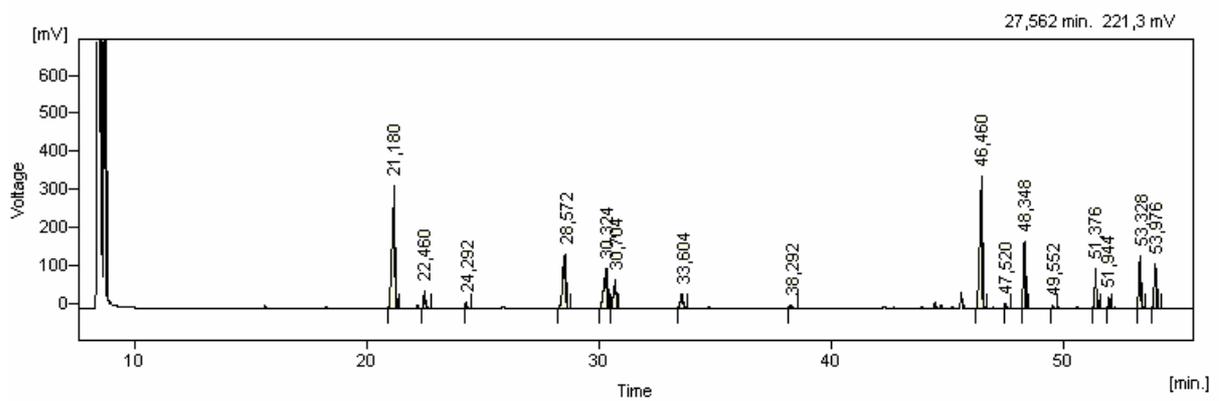
c

Anexo B

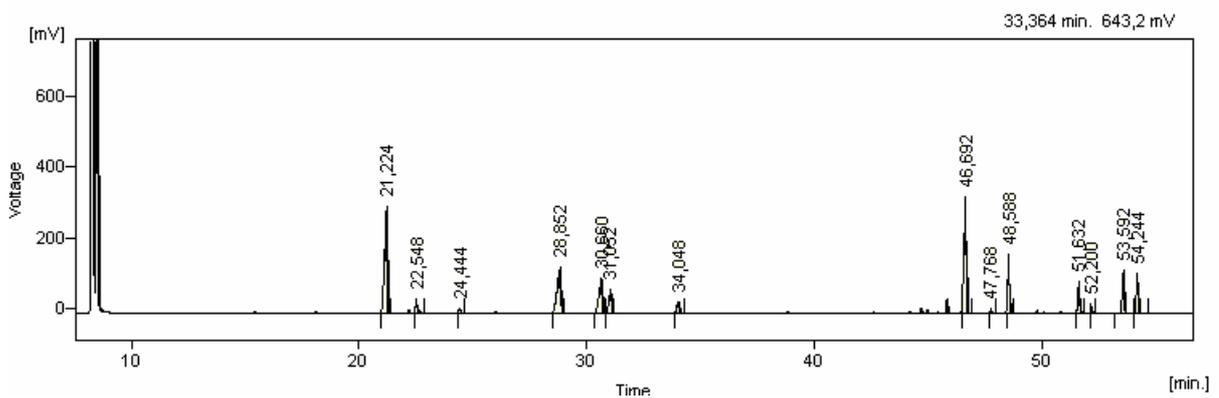
Figura 9: Cromatogramas do lote 02 (rio Purus - seca)



a



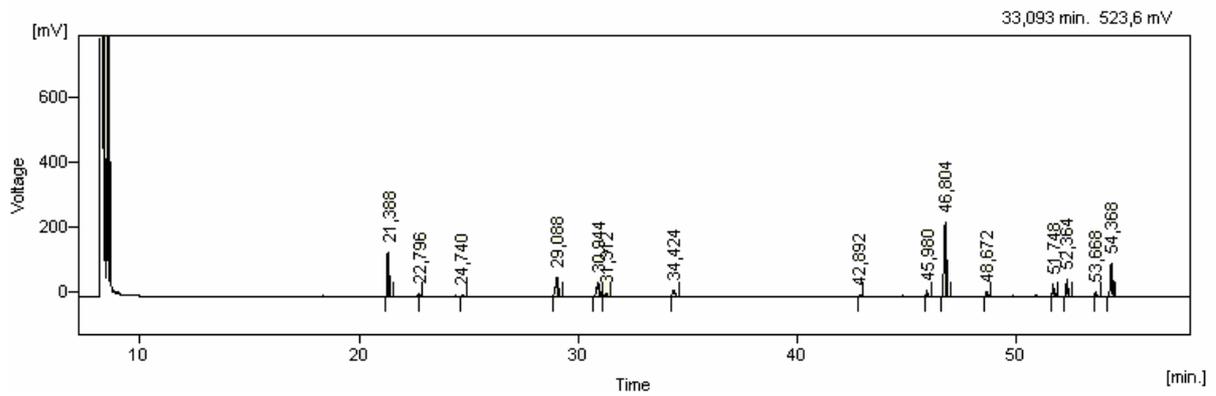
b



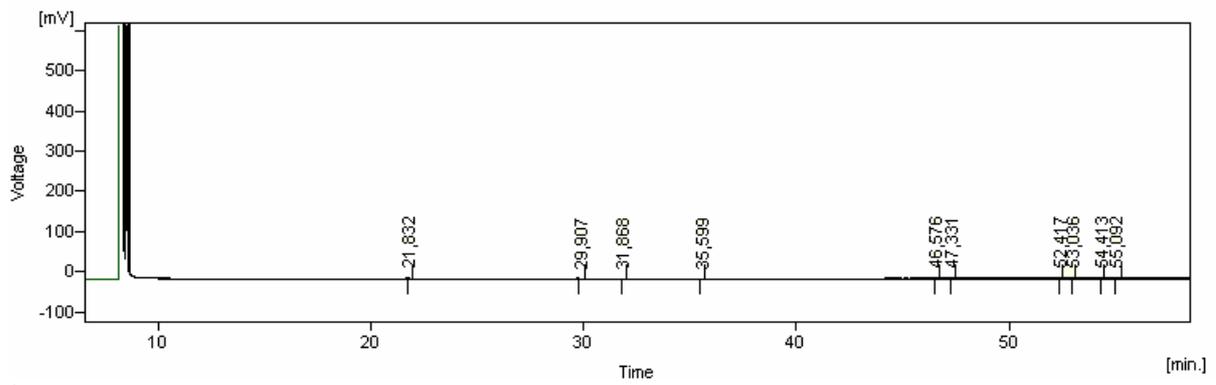
c

Anexo C

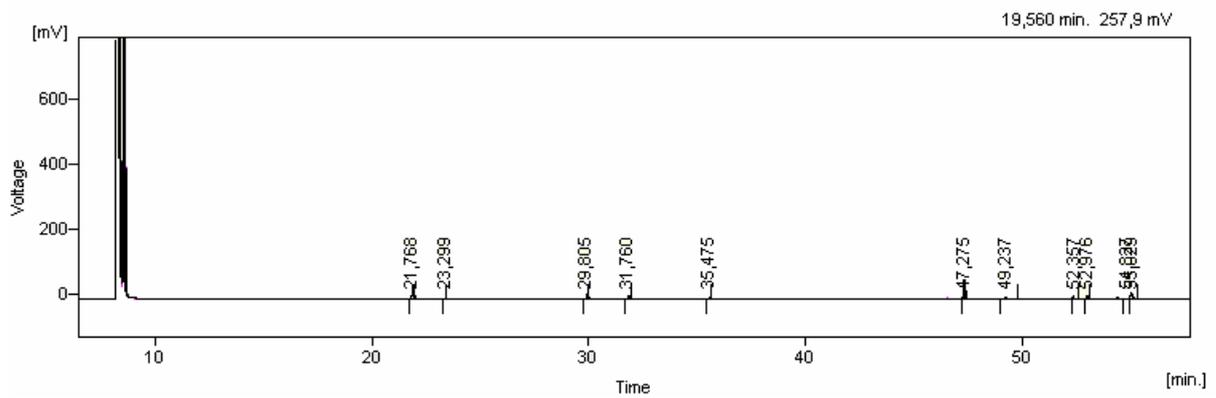
Figura 10: Cromatogramas do lote 03 (lago do M. Maia – enchente)



a



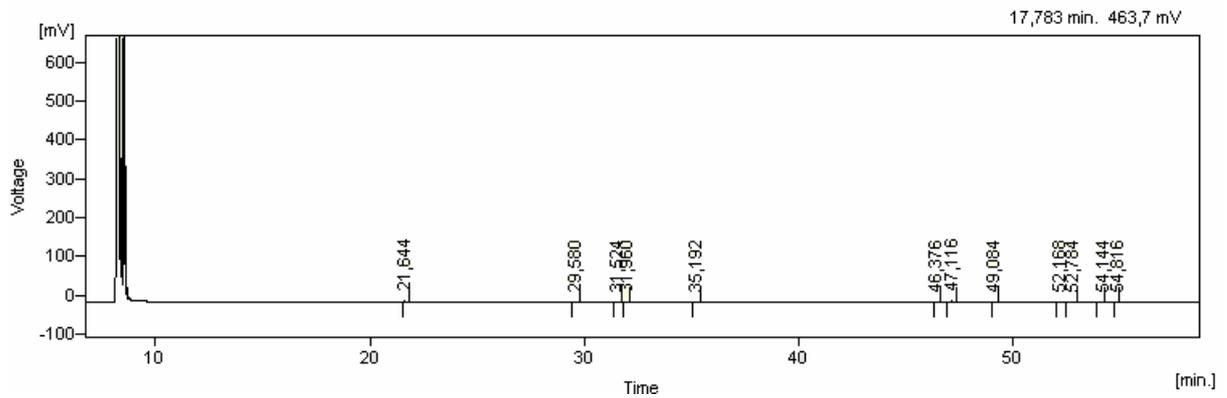
b



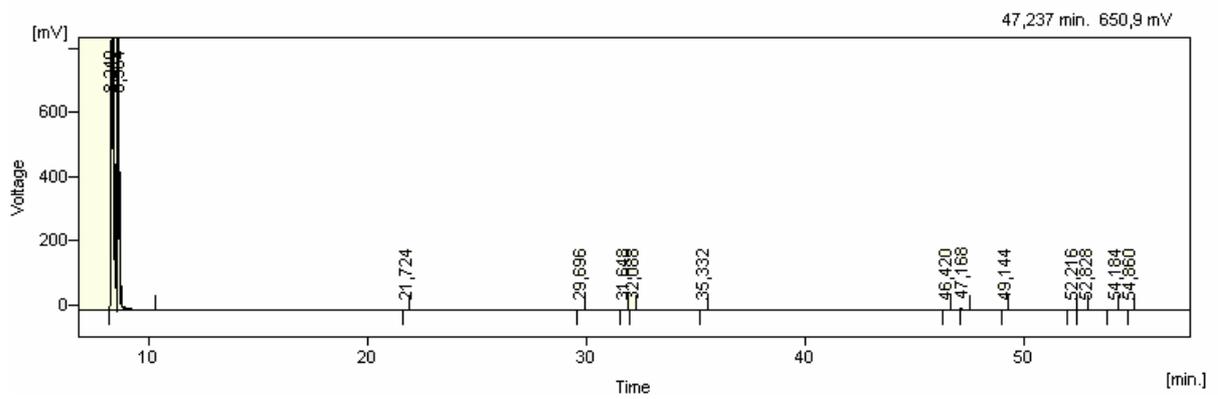
c

Anexo D

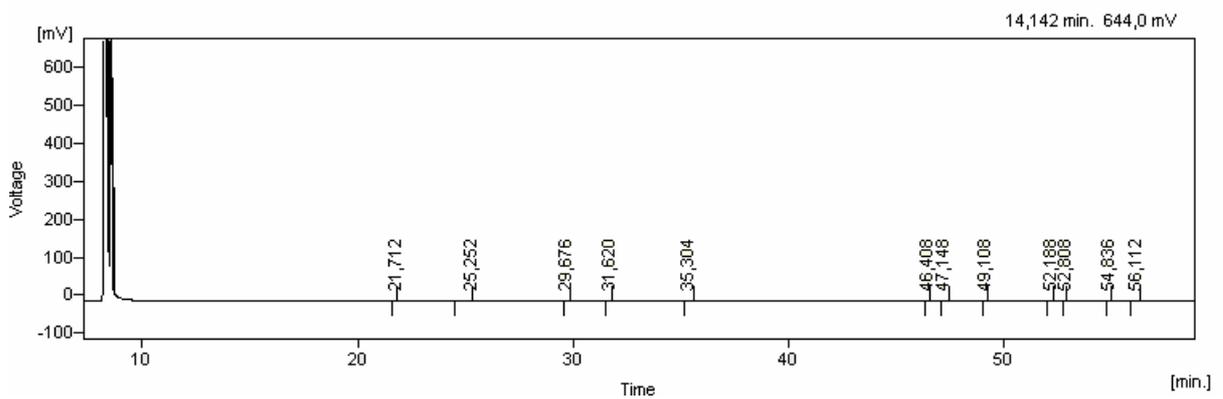
Figura 11: Cromatogramas do lote 04 (rio Acre – enchente)



a



b



c