

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia
Agroindustrial



Tese

**PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE ESPÉCIES DE PESCADO DE ÁGUA-DOCE
NATIVAS DA REGIÃO SUL DO RIO GRANDE DO SUL E DO URUGUAI**

LISIANE MENDES TORRES

Pelotas, 2011

LISIANE MENDES TORRES

Engenheira de Alimentos
Mestre em Ciências

**PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE ESPÉCIES DE PESCADO DE ÁGUA-DOCE
NATIVAS DA REGIÃO SUL DO RIO GRANDE DO SUL E DO URUGUAI**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ciências (Ciência e Tecnologia Agroindustrial).

Orientador: PhD. Rui Carlos Zambiasi.

Pelotas, 2011

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

T693p Torres, Lisiane Mendes

Perfil de ácidos graxos de espécies de pescado de água-doce nativas da região sul do Rio Grande do sul e do Uruguai / Lisiane Mendes Torres ; orientador Rui Carlos Zambiasi. - Pelotas,2011.-121f. ; il..-Tese (Doutorado) –Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel . Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2011.

1.Traíra 2.Jundiá 3.Pintadinho 4.Ácidos graxos
I Zambiasi, Rui Carlos(orientador) II .Título.

CDD 639.31

BANCA EXAMINADORA:

PhD. Rui Carlos Zambiasi - UFPEL

Dra. Leonor Almeida de Souza Soares - FURG

Dr. Eliezer Gandra – UFPEL

Dra. Cristina Simões Costa – IFRS

À minha família,
pelo amor incondicional,
dedido.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Rui Carlos Zambiasi pela orientação, ensinamentos, convivência e amizade.

Aos professores do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial – UFPEL.

A todos os colegas do PPGCTA pelo apoio e incentivo durante o trabalho.

Às amigas Cristina Costa, Priscila Chiattonne, Renata Filgueiras, Paula Vergara, Tatiane Fonseca, Ana Krolow e Heloísa Antunes, pela amizade, carinho, incentivo e cooperação em todos os momentos.

Ao amigo Cláudio Khun pelo carinho e incentivo.

Aos estagiários e colegas de mestrado e doutorado do DCTA, pela colaboração.

A CAPES, pelo financiamento da bolsa de estudos.

Aos meus pais e irmãos, pelo exemplo de coragem, luta e perseverança. A realização desta conquista é tão vossa quanto minha.

Ao meu querido esposo André Brito o qual acompanhou e incentivou todos meus esforços para a conclusão deste trabalho.

Ao meu estimado filho o qual é a razão de minha existência.

A todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a execução deste trabalho, aqui não mencionados, mas jamais esquecidos.

A Deus, por ter-me concedido a vida, o consolo nas horas difíceis, a inspiração e sabedoria para a elaboração deste trabalho.

“Quem sabe faz a hora não espera acontecer”.

Geraldo Vandré

RESUMO

TORRES, Lisiane Mendes. **Perfil de ácidos graxos de espécies de de pescado de água-doce nativas da Região Sul do Rio Grande do Sul e Uruguai**. 2011. 113 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O pescado tem sido reconhecido pelo alto valor nutricional de seus lipídios, em especial os ácidos graxos, os quais desempenham efeito protetor frente ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares e artrite reumatóide. Em virtude disso, algumas espécies têm sido investigadas como possíveis fontes de ácidos graxos polinsaturados omega-3 (PUFA's n-3). Pescados marinhos são reconhecidas fontes desses ácidos graxos, contudo, inexistem informações a respeito de espécies de água-doce. No Rio Grande do Sul o baixo consumo de pescado tem sido associado à falta de informações sobre as espécies, como a composição e perfil de ácidos graxos, conservação e estabilidade das propriedades nutraceuticas. Espécies de água-doce como a Traíra (*Hoplias malabaricus*), o Jundiá (*Rhandia quelem*) e o Pintadinho (sem classificação taxonômica) podem ser encontradas na região Sul do Rio Grande do Sul e também no Uruguai. Neste estudo, objetivou-se determinar o perfil de ácidos graxos de Traíra, Jundiá e Pintadinho, além de avaliar a estabilidade de postas e filés de Traíras e Jundiás sob congelamento. Logo após a captura, os pescados foram limpos, eviscerados, transformados em postas e filés, estocados sob congelamento (-18°C / 8meses) e submetidos a análises de composição proximal, perfil de ácidos graxos, pH, acidez, ácido tiobarbitúrico e índice de peróxidos. Postas e filés de Traíra, assim como, filés de Jundiá tendem a reduzir seus índices de acidez após quatro meses de armazenamento, contudo, postas de Jundiá apresentam redução já no segundo mês. Relacionando-se índices de peróxidos e T.B.A.R.S, observa-se que no segundo mês as amostras estão no auge do processo oxidativo, com exceção da Posta de Jundiá. Cortes de Traíras são fontes de PUFA's. Filés e postas de Traíra são excelentes fontes de MUFA's.

Palavras-chave: Traíra, Jundiá, Pintadinho, ácidos graxos

ABSTRACT

TORRES, Lisiane Mendes. **Fatty acids profile of native freshwater fish species in the Southern Region of Rio Grande do Sul** 2011. 113 f. Doctorate Thesis – Postgraduate Program in Science and Agro-industrial Technology. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Fish has been recognized by its high nutritional value of its lipids, especially by the content in polyunsaturated fatty acids, which perform several functions in the human body, including the protecting effect to the developing of cardiovascular diseases and rheumatoid arthritis. As a result of this, some species have been investigated as potential sources of polyunsaturated fatty acid, mainly omega-3 (PUFA's n-3). Sea fish are well-known sources of these fatty acids, however, it is lacking information about freshwater species. In Rio Grande do Sul, the low consumption of fish has also been associated to lack of information about the species, such as, composition and fatty acids profile, conservation and stability of nutraceutical properties. Freshwater species such as Traíra (*Hoplias malabaricus*), Jundiá (*Rhamdia quelen*) and Pintadinho (without taxonomic classification) can be found in Southern of Rio Grande do Sul and also Uruguay. The aim of this study was to investigate the fatty acids profile of the Traíra and Jundiá, apart from evaluating the stability of the slices and fillet of the Traíras and Jundiás under freezing. Right after capture, the fish were cleaned, eviscerated, transformed in slices and fillets, and stored under freezing (-18°C/8 meses) and submitted to analysis of proximal composition, pH, acidity, thiobarbituric acid, peroxide value and fatty acids profiles. Slices and fillets of the Traíra (*Hoplias*), as well as fillets of Jundiá (*Rhamdia quelen*) have shown reduction in the acidity values after 4 months of storage, however, in Jundiá (*Rhamdia quelen*) slices it has been observed a reduction right after the second month of storage. According to the data of peroxide value and the values of thiobarbituric acid, it is observed that after the second month the samples have shown themselves in the pick of the oxidation process, except from the slices of Jundiá (*Rhamdia quelen*). Traíras cuts are sources of PUFA's. Traíras Cuts are excellent sources of the MUFA's.

Keywords: Traíra, Jundiá, Pintadinho, fatty acids

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Figura 1- Traíras (<i>Hoplias malabaricus</i>).....	36
Figura 2- Localização da Barragem Índia Morta (Velazquez – Departamento de Rocha – Uruguay).....	37
Figura 3- Localização do Canal São Gonçalo (Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim).....	37
Figura 4- Jundiá (<i>Rhandia quelen</i>).....	38
Figura 5- Pintadinho (sem classificação taxonômica).....	39

CAPÍTULO 2

Figura 1 - Valores de pH de cortes de Traíra armazenados a -18°C durante 8 meses.....	70
Figura 2 - Valores de pH de cortes de Jundiá armazenados a -18°C durante 8 meses.....	71
Figura 3 - Conteúdo de acidez de cortes de Traíra armazenados -18°C durante 8 meses	73
Figura 4 - Conteúdo de acidez de cortes de Jundiá armazenados a -18°C durante 8 meses	74
Figura 5 - Índice de Peróxidos de cortes de Traíra armazenados a -18°C durante 8 meses	75
Figura 6 - Índice de Peróxidos de cortes de Jundiá armazenados a -18°C durante 8 meses.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores recomendados para a razão entre os ácidos graxos n-6 e n-3 na dieta.....	23
Tabela 2 - Concentração dos ácidos linoléico, linolênico, α -linolênico, araquidônico, eicosapentaenóico e docosahexaenóico em alimentos de origem animal.....	25
Tabela 3 - Teor de ácidos graxos polinsaturados em organismos aquáticos de ambiente natural e de cultivo.....	26
Tabela 4 - Conteúdo de ácidos graxos n-3 em alguns organismos aquáticos de cultivo.....	27
Tabela 5 - Conteúdo de ácidos graxos polinsaturados em alguns peixes de água doce, cultivados em viveiro e encontrados na natureza.....	27
CAPÍTULO 1	
Tabela 1 - Padrão Cromatográfico de Ácidos Graxos.....	51
Tabela 2 - pH das espécies segundo a origem da captura.....	52
Tabela 3 - Composição Proximal das espécies segundo a Origem de Captura.....	53
Tabela 4 - Perfil de Ácidos Graxos de Pintado e Traíra em diferentes locais de captura.....	55
CAPÍTULO 2	
Tabela 1 - Padrão Cromatográfico de Ácidos Graxos.....	70
Tabela 2 - Composição proximal das espécies no Tempo "0" à -18°C	72
Tabela 3 - pH das espécies durante o período de estocagem a -18°C.....	73
Tabela 4 - Índice de Acidez das espécies durante o período de estocagem a -18°C.....	76

Tabela 5 - Índice de Peróxidos das espécies durante o período de estocagem a -18°C.....	78
Tabela 6 - Ácido Tiobarbitúrico das espécies durante o período de estocagem a -18°C.....	81
Tabela 7 - Evolução dos Ácidos Graxos em Jundiá (%) durante o armazenamento a -18°C.....	83
Tabela 8 - Evolução dos Ácidos Graxos em Traíra (%) durante o armazenamento a -18°C	85

CAPÍTULO 3

Tabela 1 - Padrão Cromatográfico de Ácidos Graxos.....	100
Tabela 2 - pH das espécies.....	101
Tabela 3 - Composição Proximal de postas das espécies.....	102
Tabela 4 - Perfil de Ácidos Graxos da posta e fígado de Traíra, Jundiá e Pintadinho.....	104

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	10
1 INTRODUÇÃO GERAL	14
1.1 Problema.....	15
1.2 Hipótese.....	15
1.3 Objetivos.....	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Ácidos Graxos Polinsaturados.....	17
2.2 Importância dos ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa.....	19
2.3 A razão entre os ácidos graxos n-6 e n-3.....	22
2.4 Fontes de PUFAs	23
2.5 Bioquímica e estabilidade de pescados.....	29
2.6 Oxidação Hidrolítica.....	31
2.7 Efeito do congelamento sobre os PUFA's.....	33
2.8 Espécies nativas da Região Sul do Rio Grande do Sul.....	36
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
4 CAPÍTULO 1: Comparação do Perfil de Ácidos Graxos de Traíra (<i>Hoplias malabaricus</i>) e Pintadinho (<i>sem classificação</i>) provenientes da Região Sul do Rio Grande do Sul e Índia Morta no Uruguai	45
RESUMO.....	45
ABSTRACT.....	46
INTRODUÇÃO.....	47

MATERIAIS E MÉTODOS.....	49
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
CONCLUSÕES.....	59
AGRADECIMENTOS.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
5 CAPÍTULO 2: Efeito do tempo de armazenamento no perfil de ácidos graxos e propriedades físicoquímicas de Traíra (<i>Hoplias malabaricus</i>) e Jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>).....	64
RESUMO.....	64
ABSTRACT.....	65
INTRODUÇÃO	66
MATERIAIS E MÉTODOS.....	68
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
CONCLUSÕES.....	87
AGRADECIMENTOS.....	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
6 CAPÍTULO 3: Perfil de Ácidos Graxos e Composição Proximal de Traíra (<i>Hoplias malabaricus</i>), Jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>) e Pintadinho (sem classificação) provenientes do Canal do São Gonçalo - Região Sul do Rio Grande do Sul.....	94
RESUMO.....	94
ABSTRACT.....	95
INTRODUÇÃO.....	96
MATERIAIS E MÉTODOS.....	98
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	101
CONCLUSÕES.....	107
AGRADECIMENTOS.....	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	108
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	113

1 INTRODUÇÃO GERAL

Estudos recentes revelaram a importância do consumo de pescado na alimentação humana, por constituírem uma fonte rica em ácidos graxos polinsaturados, principalmente do grupo n-3. Os ácidos graxos n-3 são encontrados em proporções expressivas em lipídios de pescados e animais marinhos, especialmente aqueles procedentes de regiões frias, e são considerados de grande importância para o metabolismo humano, por exercerem funções biológicas específicas (VISENTAINER et al., 2000).

Nos últimos anos tem-se reconhecido os lipídios de pescado como fonte de alto valor nutricional, principalmente devido ao seu efeito protetor frente ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares e de artrite reumatóide. Estudos realizados para se avaliar o efeito dos ácidos graxos oriundos de pescados em populações de esquimós, os quais consomem regularmente pescados ricos em ácidos graxos polinsaturados (n-3 PUFA), incluindo os ácidos eicosapentaenóico (EPA C20:5 n-3) e docosahexaenóico (DHA C22:6 n-3), associam o seu consumo com baixa incidência de doenças inflamatórias e cardiovasculares. Esses ácidos, uma vez presentes nos tecidos humanos, permitem a regulação das atividades que envolvem o metabolismo de lipídios plasmáticos, agregação de plaquetas e processos de coagulação do sangue (MOREIRA, et al., 2001; JUSTI et al., 2003). Além disso, os ácidos graxos EPA e DHA apresentam forte ação antiaritmica no coração e poderosa ação antitrombótica, principalmente porque estes ácidos são precursores diretos dos prostanoídes, assim como dos eicosanóides (JUSTI et al., 2005).

O pescado é considerado um alimento saudável e ao mesmo tempo funcional, e em virtude disso seu consumo é estimulado e tende a aumentar. Porém, o mercado consumidor nacional encontra-se voltado para a aquisição de espécies tradicionais, como merluza, pescada, atum, em detrimento de espécies regionais. Percebe-se a necessidade de maiores informações a respeito das espécies regionais, no que diz respeito ao frescor, preparo e qualidade geral. Além disso, ocorre flutuação na oferta das espécies devido à sazonalidade, e conseqüentemente no fator preço, o qual

costuma ser determinante no momento da escolha pelo consumidor. Identificar o pescado em seu estado fresco, conhecer seu valor nutricional e agregar valor às espécies regionais tem sido um desafio.

Inexistem informações, até o momento, a respeito do valor nutricional e do efeito do tempo de armazenamento sob congelamento, em termos de composição proximal e de composição de ácidos graxos de espécies regionais de Traíra (*Hoplias malabaricus*), Jundiá (*Rhamdia quelen*) e Pintadinho (sem classificação).

Espécies de pescado como o Jundiá tem sido foco de estudos em piscicultura, onde se estudam alternativas para melhorar sua reprodução, adaptação e qualidade da sua carne. Anido (2006) em seus estudos com Jundiá, avaliou o efeito da substituição do óleo de peixe por óleos vegetais na dieta destas espécies. Segundo o autor, a dieta teve influência significativa no perfil de ácidos graxos. A exemplo do Jundiá a Traíra vem ganhando espaço no meio zootecnista. Carvalho (2002) estudou hábitos alimentares de Traíras oriundas do Pantanal Mato-grossense. Também Santos (2001) estudou o rendimento de Traíra em termos de filé e avaliou a composição proximal desta espécie. Contudo, nenhum estudo foi realizado enfocando a composição em ácidos graxos deste pescado, não havendo informação disponível a esse respeito. O Pintadinho, apesar de ser muito confundido com o Pintado pantaneiro, espécie cuja composição e perfil de ácidos graxos são amplamente conhecidos, trata-se de outra espécie. O Pintadinho não apresenta classificação taxonômica, além de que sua composição proximal e perfil de ácidos graxos são ainda desconhecidos (RAMOS FILHO et al, 2008).

A Lagoa dos Patos compreende uma área aproximada de 200.000Km² de bacia de drenagem. Ao longo de suas margens, cerca de 3000.000 de habitantes vivem em cidades, vilas e povoados, utilizando as águas da lagoa para pesca, agricultura, indústria, navegação, consumo doméstico e lazer (Yunes et al, 1998). Dentre os pescados comumente encontrados na Lagoa dos Patos destacam-se o Jundiá, a Traíra e o Pintadinho. A região estuarina representa um décimo da área total da Lagoa dos Patos e está definida entre o Canal da Barra de Rio Grande e a Feitoria. O estuário da Lagoa dos Patos está sujeito a grandes variações de salinidade, temperatura e de nutrientes. Aproximadamente 85% do total de água doce que entra no sistema provém

dos rios localizados na parte superior da Lagoa dos Patos. Dentro do estuário as concentrações de nutrientes provenientes do Canal São Gonçalo são resultado, principalmente de atividades agrícolas da bacia hidrográfica da Lagoa Mirim (MATTHIENSEM et al., 1999). O Canal São Gonçalo, também denominado canal natural, é a comunicação entre o sistema lagunar Patos-Mirim (BURNS et al., 2006).

Assim, o objetivo principal deste estudo foi de determinar o perfil de ácidos graxos de espécies como a Traíra (*Hoplias malabaricus*) e Jundiá (*Rhandia quelem*), espécies de pescados tão comuns e ao mesmo tempo muito apreciadas na região Sul do Rio Grande do Sul, e de espécies subvalorizadas como o Pintadinho (sem classificação taxonômica), o qual é de fácil acesso ao consumo por ser ofertado durante o ano todo e apresenta baixo custo.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ácidos Graxos Polinsaturados

As famílias de ácidos graxos ômega-3 (ω -3 ou n-3) e ômega-6 (ω -6 ou n-6), consistem de ácidos graxos polinsaturados (PUFA's) contendo de 18 a 22 carbonos. A designação de ômega tem relação com a posição da primeira dupla ligação, contando a partir do grupo metílico final da molécula de ácido graxo. Os ácidos graxos n-3 apresentam a primeira dupla ligação entre o terceiro e o quarto átomo de carbono, enquanto os ácidos graxos n-6 têm a primeira dupla ligação entre o sexto e o sétimo átomo de carbono. Os principais ácidos graxos n-3 são o ácido linolênico (C18:3), o ácido eicosapentaenóico (EPA - C20:5) e o ácido docosahexaenóico (DHA - 22:6), enquanto, os principais ácidos graxos n-6 são o ácido linoléico (C18:2) e o ácido araquidônico (20:4) (SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002).

Em relação ao tamanho da cadeia carbônica, os PUFAs que possuem 18 ou mais átomos de carbono são denominados, por alguns autores, de ácidos de cadeia longa, no entanto, não há consenso na literatura sobre essa denominação. Outros autores consideram ácidos graxos de cadeia longa aqueles que apresentam cadeia com número de átomos de carbono maior que 20 átomos e ácidos graxos polinsaturados com cadeia carbônica maior que 20 átomos de carbono são denominados ácidos graxos de cadeia muito longa (MARTIN et al., 2006).

Entre as principais funções dos ácidos graxos estão o depósito de energia e a conformação das membranas celulares, sendo também precursoras de substâncias, como as prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos. O número e a posição das duplas ligações determinam as propriedades físicas e químicas dos PUFAs. As famílias n-6 e n-3 têm diferentes funções fisiológicas e atuam em conjunto para regular os processos biológicos (SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002).

O ácido linoléico (n-3) e o ácido α -linolênico (n-6) são ácidos graxos essenciais (EFA) porque as duplas ligações, situadas no terceiro e sexto átomos de carbono, não podem ser produzidas pelo organismo humano, de forma que os ácidos graxos essenciais devem ser obtidos a partir da dieta (SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002). Além

disso, são necessários para manter sob condições normais, as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos. Esses ácidos graxos também participam da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, da síntese da hemoglobina e da divisão celular. Estudos recentes têm destacado a importância dos PUFAs de cadeia muito longa das famílias n-6 e n-3, na fase gestacional, nos primeiros meses após o nascimento, na terceira idade e em diversas doenças principalmente degenerativas (CARUGHI, 2010; MARTIN et al, 2006; BURDGE, 2004).

Os alimentos que além dos nutrientes básicos possuem propriedades de prevenção ou diminuição dos sintomas de certas doenças são denominados funcionais ou nutracêuticos (MORAES e COLLA, 2006). Dentre estes alimentos, destaca-se a carne de peixe, por seu conteúdo em ácidos graxos polinsaturados como o EPA e o DHA.

Os ácidos graxos das famílias n-6 e n-3 são obtidos por meio da dieta ou produzidos pelo organismo a partir dos ácidos linoléico e alfa-linolênico, pela ação de enzimas alongases e dessaturases para produzir DHA e EPA, porém isso ocorre em baixa porcentagem (MARTIN et al, 2006; SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002).

As alongases atuam adicionando dois átomos de carbono à parte inicial da cadeia, e as dessaturases agem oxidando dois carbonos da cadeia, originando uma dupla ligação com a configuração *cis* (MARTIN et al, 2006). Na classe dos mamíferos tem sido isoladas e identificadas dessaturases capazes de introduzir duplas ligações nas posições $\Delta 5$, $\Delta 6$, e $\Delta 9$. A $\Delta 9$ dessaturase atua, predominantemente, na síntese de ácidos graxos monoinsaturados, tendo como principal substrato o ácido esteárico (C18:0) que é o precursor do ácido oléico (C18:1 $\Delta 9$). As enzimas $\Delta 5$ e $\Delta 6$ atuam na dessaturação de ácidos graxos polinsaturados apresentando maior afinidade com os substratos mais insaturados, o que resulta em uma maior probabilidade da síntese dos PUFAs de cadeia longa da família n-3. Embora tenha sido aceito por muitos anos que a etapa final da síntese dos ácidos docosahexaenóico (C22:6 n-3) e docosapentaenóico (C22:5 n-6) envolvia a $\Delta 4$ dessaturase, que atua sobre os ácidos C22:5 n-3 e C22:4 n-6, procurou-se buscar por evidências dessa enzima em mamíferos a fim de explicar a produção DHA e EPA. As etapas de ação da enzima alongase e $\Delta 6$ dessaturase, leva à

formação dos ácidos C24:6 n-3 e C24:5 n-6, que nos peroxissomos sofrem a remoção de dois átomos de carbono, denominada de β -oxidação (BRENNER, 2003).

Em crianças com anormalidades nos peroxissomos, que resultam na síndrome de “Zellweger” e em suas formas variantes, a reação de β -oxidação não é efetuada, o que impede a síntese do DHA. Nessa condição, a ingestão prolongada desse ácido graxo tem-se mostrado eficiente para amenizar os sintomas relacionados com as funções visuais, hepáticas, cerebrais e musculares (MARTINEZ et al, 2000).

A atividade das enzimas $\Delta 6$ e $\Delta 5$ dessaturase é reduzida por fatores como o tabagismo, consumo de álcool, diabetes, estresse, ingestão de gorduras *trans*, e principalmente, pelo envelhecimento. O stresse envolve a liberação de hormônios como as catecolaminas e os glicorticóides, que inibem fortemente a $\Delta 6$ dessaturase. No diabetes, a baixa quantidade de insulina inibe a $\Delta 6$ e a $\Delta 5$ dessaturases. Considerando que as gorduras parcialmente hidrogenadas apresentam quantidades significativas dos isômeros C18:1 $\Delta 9t$ e C18:1 $\Delta 13t$, a ingestão elevada dessas gorduras poderá resultar em uma importante redução da atividade da enzima $\Delta 5$ dessaturase (MARTIN et al., 2006).

Em recém nascidos tem sido verificado que as enzimas $\Delta 5$ e $\Delta 6$ dessaturases estão ativas, e mesmo bebês prematuros são capazes de produzir o ácido araquidônico (C20:4 n-6) e o DHA. Contudo, inúmeros estudos têm mostrado que o leite humano apresenta os níveis mais elevados de ácido araquidônico (AA) e DHA nas primeiras semanas após o parto, reduzindo a uma taxa que depende da presença desses ácidos 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 (PATIN et al, 2006; BURDGE, 2004; CONNOR, 2000).

2.2 Importância dos ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa

Vários são os benefícios nutricionais e medicinais relacionados a ingestão do EPA e DHA. Entre os efeitos fisiológicos nos humanos, estão a prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares, hipertensão, inflamações em geral, asma, artrite, psoríase e vários tipos de câncer (MORAES e COLLA, 2006; ANJO,

2004;SIMOPOULOS, 2004; CONNOR, 2000).

O DHA (C22:6 n-3) tem importante função na formação, desenvolvimento e funcionamento do cérebro e da retina, sendo predominante na maioria das membranas celulares desses órgãos. Na retina, encontra-se ligado aos fosfolipídios que estão associados à rodopsina, uma proteína que interage no processo de absorção da luz. Seu mecanismo de ação possivelmente está relacionado com o aumento na eficiência do processo de transdução da luz e com a regeneração da rodopsina. A diminuição dos níveis desse ácido graxo nos tecidos da retina tem sido associada, em recém nascidos, com anormalidades no desenvolvimento do sistema visual, e em adultos, com a diminuição da acuidade visual (SANGIOVANI e CHEW, 2005)

Por ser altamente insaturado, o DHA atua influenciando as propriedades físicas das membranas cerebrais, as características dos seus receptores, as interações celulares e a atividade enzimática. Com o envelhecimento do indivíduo, há um aumento do estresse oxidativo, que atua reduzindo os níveis do DHA e do AA no cérebro. Esse processo resulta em um aumento na proporção de colesterol no cérebro e ocorre em maior intensidade nas doenças de Alzheimer, Parkinson e na esclerose lateral amiotrófica (SAMADI et al, 2006; MORRIS et al, 2003).

Os efeitos de proteção à saúde humana, produzidos pelo consumo de pescado ou do óleo de pescado, são atribuídos à presença de ácidos graxos n-3, principalmente EPA e DHA. Estes PUFAs, incorporados no interior da membrana celular, influem na permeabilidade da mesma, agindo nas funções de receptor, na atividade enzimática, citoquinas e na produção de eicosanóides. Dependendo da procedência dos eicosanóides, o efeito fisiológico no organismo será diferente (SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002).

No entanto o consumo exclusivo e constante de gorduras vegetais contendo grandes quantidades de n-6 pode resultar em produção excessiva de eicosanóides e peróxidos da série Leucotrienos, PGI₂ e TXA₂. Em um organismo sadio, quantidades extremamente baixas de eicosanóides são produzidas, enquanto que em tecidos alterados e em condições patológicas, como: inflamações, artrites, hemorragias, lesões vasculares e oncogêneses, grandes quantidades são sintetizadas (BARCELLOS, 2009; SIMOPOULOS, 2004; KRIS-ETHERTON, 2002). Estes fenômenos têm relação com as

prostaglandinas, leucotrienos, tromboxanos e radicais livres dos peróxidos. É necessário também destacar como são importantes os efeitos antagonistas do tromboxano e a prostaciclina. O tromboxano favorece a agregação das plaquetas, enquanto que a prostaciclina inibe a agregação das plaquetas e dispersa os agregados já formados. O aparecimento de escleroses, por exemplo está relacionado a um déficit de prostaciclina (RAMOS FILHO, 2008; SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002).

Além disso, a presença de grandes quantidades de n-6 pode resultar em uma produção excessiva de eicosanóides e peróxidos com maior capacidade para inibir a síntese de prostaciclina. Neste sentido, os ácidos graxos EPA e DHA provenientes da carne de pescado incorporam-se facilmente aos fosfolipídios no lugar do ácido araquidônico e entram para o ciclo produzindo eicosanóides ou docosanóides apropriados, como Leucotrienos, PGI_3 e TXA_3 . Os ácidos graxos n-3 são, portanto, pobres geradores de peróxido quando comparados ao ácido araquidônico e constituem falsos substratos para a cicloxigenase, conseguindo inibir a síntese posterior de eicosanóides não apropriados. Assim como o EPA inibe a síntese de prostaciclina e tromboxano, o DHA inibe preferencialmente a síntese de tromboxano. Isto significa que o DHA é um melhor fator antitrombótico, além do tromboxano TXA_3 , gerado a partir do n-3, que é um fator de agregação plaquetária, muito mais débil que o tromboxano TXA_2 , gerado a partir do ácido araquidônico (KRIS-ETHERTON et al, 2002; LIMA, et al, 2000).

No que diz respeito à formação de trombos, estudos clínicos epidemiológicos têm demonstrado que efeitos anti-trombogênicos podem ser atribuídos a um aumento de ácidos graxos n-3 na dieta. Um aumento relativo no conteúdo de ácido eicosapentaenóico, comparado ao do ácido araquidônico, poderia diminuir a tendência de agregação plaquetária, devido ao balanço entre tromboxanos e prostaciclina e ao seu efeito vasodilatador. Esta é uma das várias funções dos ácidos graxos n-3, que atuam no sistema cardiovascular e contribuem para a redução da tendência de formação de trombos (BASHO e BIN, 2010; VISENTAINER, et al., 2000).

Estudos sobre a cinética dos ácidos graxos nos humanos têm demonstrado que somente 15% do ácido linolênico (ALA) da dieta são convertidos em ácidos graxos de cadeia longa n-3, com um consumo de 15g/dia de ácido linoléico (5% da energia) e 2g/dia de ALA (0,6% da energia). Quando a quantidade de ácido linoléico na dieta é

incrementada para 30g/dia, a conversão de ALA para ácidos graxos de cadeia longa n-3 diminui em 40% (KRIS-ETHERTON et al., 2000) , o que demonstra que o homem não possui um sistema eficiente para alongar e dessaturar estes compostos. Entre os peixes, a truta arco-íris criada em cativeiro possui um eficiente sistema enzimático para converter ácido linolênico C18:3 n-3 em EPA e DHA. Outras espécies de peixes também podem produzir EPA e DHA a partir do ácido α -linolênico, com diferentes graus de eficiência Pigott e Tucker (1990) apud Suárez-Mahecha et al. (2002).

2.3 A razão entre os ácidos graxos n-6 e n-3

A maior parte da população ocidental não consome, em níveis adequados, ácidos graxos n-3 de cadeia longa, obtidos através de fontes naturais. Nos EUA, por exemplo, a média de proporção entre n-6 e n-3 é 20-30:1, enquanto que a proporção tolerada seria 10:1 e ideal 4 a 5:1. Recomenda-se uma ingestão máxima de gordura correspondente a 30% do total energético da dieta e uma proporção de 1:2:1,5 para ácidos graxos saturados, monosaturados e polinsaturados, respectivamente, segundo American Heart Association – AHA e Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição – SBAN (SUÁREZ-MAHECHA et al, 2002).

Assim, a razão entre a ingestão diária de alimentos como fontes de ácidos graxos n-6 e n-3 assume grande importância na nutrição humana, resultando em várias recomendações que têm sido estabelecidas por autores e órgãos de saúde, em diferentes países.

Os valores relacionados na Tabela 1 evidenciam a tendência de convergência da razão entre os ácidos graxos n-6 e n-3 para o intervalo de 4:1 a 5:1. As razões de 2:1 a 3:1 têm sido recomendadas por alguns autores, por possibilitar uma maior conversão do ácido alfa-linolênico em DHA que alcança o seu valor máximo em torno de 2,3:1, conforme demonstrado por Masters (1996) apud Martin et al (2006). Portanto, as razões entre 2:1 e 4:1 têm maior importância para pessoas com hábitos alimentares que resultam em uma baixa ingestão de EPA e DHA. Por outro lado, dietas baseadas em razões n-6/n-3 inferiores a 1:1 não são recomendadas, por inibirem a transformação do ácido linoléico em PUFAs de cadeia muito longa (MARTIN et al., 2006).

Estudos cinéticos efetuados em humanos submetidos a dietas com razões n-6/n-3 entre 6:1 e 8:1, demonstraram que a conversão do ácido alfa-linolênico em EPA e DHA varia de 8% a 21% e de 0% a 9%, respectivamente, sendo observado um maior nível de conversão nas mulheres. Essa diferença tem sido atribuída à possível influência do estrogênio sobre a atividade das enzimas dessaturases (BURDGE et al., 2004.)

Tabela 1: Valores recomendados para a razão entre os ácidos graxos n-6 e n-3 na dieta.

País	n-6 / n-3	Referências
Canadá	4:1 - 10:1	SCR (1990)
EUA	2:1 - 3:1	Simopoulos (1999)
EUA	4:1	Schaefer (2002)
França	5:1	Chardigny et al. (2001)
Japão	2:1 - 4:1	Kris-Etherton et al. (2000)
Suécia	5:1	NCM (1996)
WHO/FAO	5:1 - 10:1	WHO (1995)

FONTE: MARTIN et al., 2006

WHO = World Health Organization; FAO = Food and Agriculture Organization; SCR = Scientific Committee; NCM = Nordic Council of Ministers; n-6 = ômega 6, n-3 = ômega 3

A necessidade de reduzir a razão n-6/n-3 nas dietas modernas também tem sido sugerida pelos resultados de alguns estudos clínicos realizados na última década. Entre esses destaca-se: a diminuição de 70% na taxa de mortalidade em pacientes com doença cardiovascular, quando a razão AL/ALA na dieta foi de 4:1; a redução nas inflamações decorrentes da artrite reumatóide, quando a razão n-6/n-3 da dieta esteve entre 3 a 4:1, condição que foi alcançada pela suplementação com EPA, DHA e ALA; a diminuição dos sintomas decorrentes da asma, quando a razão n-6/n-3 da dieta esteve

ao redor de 5:1 sendo que em 10:1 os sintomas foram intensificados (MARTIN et al., 2006).

2.4 Fontes de PUFAs

Os ácidos graxos linoléico e α -linolênico estão presentes tanto em espécies vegetais como animais empregados na alimentação humana. Nas hortaliças, o ácido α -linolênico é encontrado em maior quantidade em espécies com folhas de coloração verde-escura, por ser um importante componente da fração dos lipídios polares contidos nos cloroplastos (Tabela 2) (SIMOPOULOS, 2006)

No reino vegetal, os PUFAs de cadeia longa são encontrados em plantas inferiores que se desenvolvem principalmente em ambientes aquáticos marinhos (SIMOPOULOS, 2006).

O ácido α -linolênico e os PUFAs de cadeia longa estão presentes em alimentos de origem animal, como peixes e aves, sendo as suas quantidades muito dependentes da dieta a que esses animais foram submetidos (SIMOPOULOS, 2002; 2006). Assim, inúmeros estudos têm sido conduzidos com o objetivo de estabelecer as quantidades mais apropriadas para a incorporação do ácido α -linolênico nas rações dos animais, que possibilitem o aumento da sua conversão enzimática para PUFAs de cadeia muito longa, resultando em maiores quantidades de EPA e DHA nos alimentos provenientes desses animais.

Nos alimentos provenientes de animais terrestres, que não foram submetidos a dietas com fontes adicionais de ALA, geralmente não se observa a presença de EPA e DHA. Contudo, alguns desses alimentos são fonte de AA (ALMEIDA e BUENO FRANCO, 2006; MARTIN et al., 2006).

Tabela 2: Concentração dos ácidos linoléico, linolênico, araquidônico, eicosapentaenóico e docosahexaenóico em alimentos de origem animal.

Alimento	C18:2 n-6 (mg/g)	C18:3 n-3 (mg/g)	C20:4 n-3 (mg/g)	C20:5 n-3 (mg/g)	C22:6 n-3 (mg/g)
Carne bovina ¹	4,1	0,4	0,5	-	-
Carne de frango ¹	46,5	2,5	1,6	0,2	0,2
Bagre ³	26,2	1,8	1,0	1,2	2,2
Carpa ²	6,6	3,5	2,0	3,1	1,5
Salmão ²	2,2	3,8	3,4	4,1	14,3
Sardinha ^{1a}	35,4	5,0	-	4,7	5,1
Tilápia ²	2,9	0,5	3,5	-	1,3
Truta ²	2,2	2,0	2,4	2,6	6,7
Leite de vaca ¹	16,7	0,8	-	-	-
Leite de cabra ¹	10,9	0,4	-	-	-
Salsicha (bovina) ¹	5,7	0,5	-	-	-
Ovos (galinha) ¹	26,1	0,5	5,0	-	1,1

FONTE: Martin et al., 2006

¹Alimento fresco; ²Cozido; ³Grelhado; ^aenlatado com óleo de soja.

Entre as espécies de pescado a sardinha e o salmão geralmente apresentam quantidades maiores de EPA e DHA que os pescados oriundos de águas continentais. Isso ocorre devido à expressiva quantidade desses ácidos graxos no fitoplâncton, que provê a sua distribuição ao longo da cadeia alimentar marinha (MARTIN et al., 2006; ALMEIDA e BUENO FRANCO, 2006. VISENTAINER et al, 2000).

Os peixes em ambiente natural consomem maior quantidade de n-3 por sua dieta conter níveis mais elevados deste ácido graxo, e os diferentes peixes de cultivo recebem n-3 de fontes oleaginosas. No entanto, os ingredientes das dietas de peixes

de cultivo têm sido controlados mais em função de custos, do que em função da importância dos valores nutricionais da carne de pescado para o consumidor. Mesmo assim, de acordo com Sugano e Hirahara (2000), os peixes de cultivo de água salgada, “sweet fish”, “Yellow tail”, “Sea bream”, e o camarão de água doce “Tiger prawn” contêm mais ácidos graxos n-3 que esses mesmos peixes em ambiente natural, podendo prover maior quantidade de PUFA n-3 por grama consumido (Tabelas 3, 4 e 5).

Tabela 3: Teor de ácidos graxos polinsaturados em organismos aquáticos de ambiente natural e de cultivo.

Espécie	Nome científico	Relação	
		P:S	n-6:n-3
“Sweet fish” Ambiente natural	<i>Plecoglossus altivelis</i>	0,84	0,18
		Cultivado	0,58
“Yellow tail” Ambiente natural	<i>Seriola quinqueradiata</i>	0,85	0,11
		Cultivado	1,14
“Sea bream” Ambiente natural	<i>Chrysophrys major</i>	0,78	0,16
		Cultivado	1,27
Camarão de água doce Ambiente natural	<i>Penaeus monodon</i>	1,71	0,14
		Cultivado	1,63

P:S = Relação entre ácidos graxos polinsaturados e saturados

FONTE: SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002

Tabela 4: Conteúdo de ácidos graxos n-3 em alguns organismos aquáticos de cultivo

Espécie	Nome científico	Ácido graxo n-3 (% por peso)
“Mackerel”	<i>Trachurus japonicus</i>	1,8 - 5,3
Arenque	<i>Clupea harengus</i>	1,2 - 3,1
Salmão	<i>Salmo salar</i>	1,0 - 1,4
Atum	<i>Thunnus thunys</i>	0,5 - 1,6
Truta	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0,5 - 1,6
Halibute	<i>Hippoglossus stenolepis</i>	0,4 - 0,9
Camarão	<i>Litopeneus vanamey</i>	0,2 - 0,5
Bacalhau	<i>Gadus morrhua</i>	0,2 - 0,3
Linguado	<i>Paralichthys olivaceus</i>	0,2
Linguado	<i>Paralichthys sp.</i>	0,2

FONTE: SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002

Tabela 5: Conteúdo de ácidos graxos polinsaturados em alguns peixes de água doce, cultivados em viveiro e encontrados na natureza

Espécie	Ácidos graxos				
	Total PUFAs (%)	(%)		Relação	
		n-6	n-3	n-3 / n-6	C20+C22/n-6
Carpa da natureza	29,3	13,5	15,8	1,17	1,04
Carpa cultivada	25,7	16,1	9,6	0,59	0,53
Truta da natureza	30,5	6,6	23,9	3,62	2,58
Truta viveiro	43,5	11,6	31,9	2,75	2,67
Enguia da natureza	11,9	4,9	7,0	1,43	0,47
Enguia viveiro	8,9	2,3	6,6	2,87	2,74

FONTE: SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002.

Suzuki et al. (1986) estudando o conteúdo de n-3 em carpa comum (*Cyprinus carpio*), truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) e enguia (*Symbranchus marmoratus*), observaram que a truta em ambiente natural contém valores mais altos de DHA que a truta de cultivo, embora, esta última tenha apresentado maior quantidade de n-3, enquanto para a enguia tenha sido observada apenas uma pequena diferença entre os n-3 de exemplares cultivados e nativo. Além disso, a carpa cultivada apresentou uma maior quantidade de EPA quando comparada com a de ambiente natural.

Andrade et al. (1997) determinaram a quantidade de EPA e DHA na carne de 17 espécies de pescado de água doce do Brasil. As espécies estudadas foram: barbado (*Pseudorasbora parva*), carpa (*Cyprinus carpio*), cascudo abacaxi (*Megalocystus aculeatus*), cascudo cachorro (*Pterodoras granulosus*), corvina (*Plagoscion squamosissimus*), curimba (*Prochilodus lineatus*), dourado (*Salminus maxillosus*), jurupoca (*Hemisorubim platyrhincos*), mandi (*Pimelodus maculatus*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), piapara (*Leporinus elongatus*), piauí (*Leporinus frederic*), pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), piranha (*Serrasalmus marginatus*), tilápia (*Oreochromis niloticus*), traíra (*Hoplias malabaricus*) e truta (*Salmo sp.*). De acordo com os resultados obtidos, os ácidos graxos polinsaturados mais abundantes encontrados foram o ácido linoléico (C18:2 n-6), linolênico (C18:3 n-3) e docosahexaenóico (C22:6 n-3). Os PUFAs n-3, para espécies como a truta, contêm mais de 27% do total de ácidos graxos, e valores de 24% e 17% foram obtidos para corvina e piauí, respectivamente. Os resultados mostram ainda os teores de EPA e DHA, respectivamente, para as seguintes espécies, barbado (1,62% e 3,92%); pintado (2,97% e 4,29%); e truta (1,69% e 11,89%). Os valores de DHA nas espécies estão entre 1,82% e 12,80%, exceto em pacu e tilápia, os quais apresentaram valores mais altos de EPA. Ainda segundo os autores, a maioria dos pescados de água doce examinados são ótimas fontes de ácidos graxos polinsaturados n-3, ficando os valores entre 2,95% e 27,44%.

Entretanto, Ramos Filho et al (2008) relatam que o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) e a cacharra (*Pseudoplatystoma fasciatum*) não são fontes de ácidos graxos polinsaturados, principalmente EPA e DHA. Várias pesquisas reportam altos valores

encontrados em espécies de água doce e ambiente natural para EPA e DHA. Maia et al. (1998) apud Suárez-Mahecha (2002) registram para várias espécies do rio Amazonas os seguintes níveis de EPA e DHA: para *Cichla sp.*, 6,47% e 7,19% *Pellona castelnaena*, 9,57% e 19,28% e *Liposarcus pardalis*, 9,15 e 4,46%, respectivamente. Andrade et al (1995) apud Suárez-Mahecha (2002) relatam conteúdos para *Plagioscion squamosissimus* de 11,67 e 10,34% para *Salminus maxillosus* de 4,80 e 7,08%, para *Hoplias malabaricus* de 6,05 e 6,47%, e para *Pseudoplatystoma coruscans* de 4,32 e 7,61% para EPA e DHA, respectivamente. Valores inferiores a 2% foram relatados para *Cyprinus carpio*, *Pimelodus maculatus*, *Oreochromis niloticus* e *Leporinus elongatus*.

Moreira et al. (2001) ao estudarem algumas espécies de *Brycon*, como matrinxã (*Brycon cephalus*), piraputanga (*B. microlepis*) e piraicanjuba (*B. orbignyanus*), relatam que peixes em seu ambiente natural, apresentam maiores quantidades de ácidos graxos polinsaturados n-3, quando comparadas à peixes de cultivo. Já os valores encontrados por Moreira et al (2001), foram 3,61% e 3,06%, para *B.microlepis* e *B.Orbignyanus*, respectivamente. Já os valores encontrados para EPA e DHA foram inferiores a 1,60% para todas as espécies de cultivo.

De forma geral, considera-se que peixes de cultivo de água doce contêm menor quantidade de n-3 e maior quantidade de n-6. Embora, pesquisas como as relatadas anteriormente, demonstrem alguns casos de espécies de água doce que apresentaram maiores quantidades de ácidos graxos altamente insaturados (HUFAs) n-3. Contudo, tem-se recomendado a suplementação dessa ácido graxo com algas adicionadas diretamente à ração, possivelmente para aumentar os níveis de n-3, especialmente EPA e DHA, para valores semelhantes aos encontrados em peixes de ambiente natural (SUÁREZ-MAHECHA, 2002).

É importante conhecer as quantidades de fitoplâncton e zooplâncton presentes na água e o tipo de alimentação do peixe, pois a quantidade de ácidos graxos polinsaturados presentes na carne dos pescados varia principalmente em função do tipo de alimentação e de outros fatores, como idade, tamanho, estado reprodutivo, localização geográfica e fatores sazonais. Os HUFAs têm um papel importante na manutenção da integridade das membranas celulares e são requeridos para o transporte de lipídios através das mesmas. Por outro lado, o ponto de fusão dos ácidos

graxos está relacionado com o número de insaturações, sendo que quanto maior o número, mais baixo o ponto de fusão. Assim, peixes de clima frio apresentam maior exigência nutricional por HUFAs para garantir a permeabilidade de suas membranas em baixas temperaturas (RIBEIRO et al, 2007).

2.5 Bioquímica e estabilidade de pescados

O pescado é extremamente perecível devido às características intrínsecas de sua carne, como: elevada atividade de água, composição química, teores de gorduras insaturadas facilmente oxidáveis e, principalmente ao pH próximo da neutralidade (MELO e LANDGRAF, 1996).

A deterioração do pescado instala-se logo após sua morte e avança com o tempo de exposição e estocagem do produto, sendo que, a velocidade de decomposição depende de fatores exógenos (manipulação, manejo de abate e conservação) e endógenos (características físicoquímicas do pescado) (OETTERER, 2004).

Um dos motivos pelos quais os pescados são altamente perecíveis é a estrutura coloidal da sua proteína muscular, com grande quantidade de substâncias extrativas nitrogenadas livres, produtos intermediários de metabolismo, os aminoácidos livres e o óxido de trimetilamina. Estas substâncias extrativas livres são também as principais responsáveis pelo aroma e sabor específicos do pescado fresco (OETTERER, 2004)

Imediatamente após a morte do pescado o músculo do mesmo está totalmente relaxado, a textura flexível e elástica geralmente persiste durante algumas horas e posteriormente o músculo se contrai. Quando se torna duro e rígido, todo o corpo se torna inflexível e se diz que o pescado está em *rigor mortis*. Esta condição geralmente se mantém durante um ou mais dias e logo se desenvolve o *rigor*. O desenvolvimento do *rigor mortis* faz com que o músculo relaxe novamente e recupere a flexibilidade mas não a elasticidade prévia ao *rigor*. A proporção entre o início e o final do *rigor* varia segundo a espécie e é afetada pela temperatura, manipulação, tamanho e as condições físicas do pescado (FAO, 2003).

O *rigor mortis* inicia imediatamente ou pouco depois da morte, no caso de peixes famintos, os quais as reservas de glicogênio estão esgotadas, ou em peixes exaustos. (FAO, 2003). Se os peixes lutam para se libertarem da rede, ou morrem em agonia nos barcos pesqueiros, esgotam-se as reservas de energia (glicogênio), ocasionando uma deterioração mais rápida e intensa (OETTERER, 2004). O método empregado para atordoar e sacrificar o pescado também influi no início do *rigor*. O atordoamento e sacrifício por hipotermia (o peixe é morto em água com gelo) permitem obter o mais rápido início do *rigor*, enquanto que, um golpe na cabeça proporciona uma demora de até 18 horas (FAO, 2003). Quanto maior as reservas de glicogênio, mais tarde o *rigor mortis* irá se instalar e terminará mais tarde também, mantendo-se o pescado com boa qualidade por mais tempo. Nessa fase o meio ácido é desfavorável ao desenvolvimento de microrganismos (OETTERER, 2004).

Os processos deteriorativos em pescados envolvem atividade enzimática, rancificação de gorduras e ação de microrganismos presentes em sua superfície, guelras e trato intestinal (FOGAÇA e SANTANA, 2009).

No músculo, a rancificação da gordura é causada por compostos químicos ou espécies reativas ao oxigênio que causam quebra das ligações duplas nas frações fosfolipídicas das membranas celulares, que no caso dos peixes são mais susceptíveis porque possuem maior grau de insaturação (FOGAÇA e SANTANA, 2009).

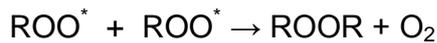
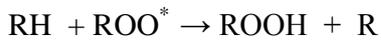
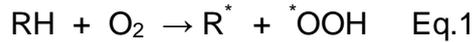
Nos lipídios de pescados ocorrem duas reações químicas de importância diferenciada na perda de qualidade, a oxidação e a hidrólise. Essas reações podem ser não enzimáticas ou catalisadas por enzimas (microbianas, intracelulares ou digestivas). O significado relativo dessas reações depende principalmente da espécie de pescado e da temperatura de armazenamento (FAO, 2003).

Os pescados gordurosos são particularmente susceptíveis a estas degradações lipídicas, as quais podem ocasionar sérios problemas de qualidade, inclusive durante o armazenamento a temperaturas abaixo de 0°C (zero).

2.6 Oxidação Hidrolítica

A grande quantidade de ácidos graxos polinsaturados presentes nos lipídios de pescado os tornam altamente susceptíveis a oxidação mediante mecanismo

autocatalítico (FAO, 2008). A autoxidação é o principal mecanismo de oxidação das gorduras de pescados está associada à reação do oxigênio com ácidos graxos insaturados, consistindo em três fases: iniciação (eq.1), propagação (eq.2) e terminação (eq.3) (FERNÁNDEZ et al., 1997)



Onde: RH – Ácido graxo insaturado; R^* – Radical livre; ROO^* - Radical peróxido; e
 ROOH – Hidroperóxido.

A reação inicial ocorre quando o átomo de hidrogênio é removido do grupo metileno do ácido graxo insaturado, formando radical livre. Esse processo ocorre a partir de uma variedade de diferentes iniciadores presentes no alimento, incluindo peróxidos, íons metálicos de transição, luz UV e enzimas. Uma vez formado o radical livre, este reage com o oxigênio para formar o radical peroxil. Esses radicais são altamente reativos e capazes de remover átomos de hidrogênio de outros ácidos graxos insaturados, propagando, portanto, a reação de oxidação. A reação terminal ocorre com a interação dos dois radicais livres formando um não-radical e, assim, finalizando a sua participação na reação (ARAÚJO, 2008).

Os íons metálicos são de grande importância no primeiro passo da autoxidação dos lipídios, pois atuam como catalisadores da formação de espécies reativas ao oxigênio, como do radical hidroxila ($^*\text{OH}$). Este radical reage imediatamente com os lipídios ou qualquer outra molécula de onde tenha sido gerado. A alta reatividade talvez explique o fato, de que os ácidos graxos livres sejam mais susceptíveis a oxidação que

os correspondentes ácidos graxos não livres isto porque, a quantidade de ferro na fase aquosa, é provavelmente maior que a quantidade ligada às superfícies das membranas celulares e as partículas de lipídios (FAO, 2003).

Os hidroperóxidos dos ácidos graxos podem também ser formados cataliticamente pela enzima lipoxigenase, a qual está presente nos diferentes tecidos do pescado em quantidades variáveis. A oxidação por via enzimática ocorre pela ação das enzimas lipoxigenases as quais atuam sobre os ácidos graxos polinsaturados, catalisando a adição de oxigênio à cadeia hidrocarbonada polinsaturada. Os produtos iniciais consistem de peróxidos e hidroperóxidos com duplas ligações conjugadas que podem envolver-se em diferentes reações degradativas (SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999).

A enzima é instável e provavelmente tem importância na oxidação dos lipídios somente no pescado fresco. O cozimento ou as operações de congelamento/descongelamento destroem efetivamente a atividade da enzima (FAO, 2003).

Durante o armazenamento de alimentos, a fração lipídica presente é lentamente hidrolisada pela água à temperatura elevada (processo físico), ou por enzimas lipolíticas naturais ou produzidas por bactérias e fungos contaminantes, contribuindo para a rancificação hidrolítica do alimento (ARAÚJO, 2008).

A hidrólise não enzimática de lipídios é muito lenta, exceto quando estes são aquecidos na presença de água à temperatura elevada (sob pressão ou durante o tempo de aquecimento prolongado). Os ácidos graxos livres são virtualmente inexistentes no tecido vivo, entretanto podem ser liberados pela ação enzimática (lipase) após a morte do tecido ou a colheita, caso esta enzima não seja inativada. Os efeitos da hidrólise podem ser minimizados pelo armazenamento a frio e, ou, pela esterilização (ARAÚJO, 2008).

Durante o armazenamento surgem quantidades consideráveis de ácidos graxos livres, sendo mais acentuado no pescado não eviscerado do que no eviscerado; provavelmente devido a ação das enzimas digestivas. Os triglicerídios presentes nos depósitos de gorduras são divididos através da ação da enzima trigliceril lipase,

originada no trato digestivo ou na excreta de certos microrganismos. Já as lipases celulares atuam de modo menos intenso (FAO, 2003).

2.7 Efeito do congelamento sobre os PUFA's

Muitas pesquisas tem sido feitas a fim de saber qual a melhor forma de consumir e processar alimentos marinhos. A característica mais desejável em óleo de pescado por exemplo é a presença de ácidos graxos polinsaturados, assim como em filés de pescado onde se deseja uma grande abundância de ácidos graxos insaturados nos tecidos que o compõem (HEDAYATIFARD e MOEINI, 2007). A qualidade e a quantidade dos ácidos graxos que compõem a maioria das espécies e o efeito do tempo de “vida de prateleira” na composição desses ácidos são ainda pouco conhecidos.

Hedayatifard e Moeini (2007) estudando a perda dos ácidos graxos ômega-3 de esturjão (*Acipenser stellatus*) durante o armazenamento sob congelamento (-22°C/12 meses) observaram o decréscimo nas proporções dos ácidos α -linolenico (de 7,75% para 1,06%) e DHA (de 3,53% para 2,46%) e o aumento na proporção de ácido araquidônico (de 0,51% para 1,07%).

Castro et al (2007) realizaram estudos sobre o modo de preparo do pescado, onde avaliaram a carne fresca, assada e cozida no vapor, com pele e sem pele, além da influência do tempo de armazenamento sobre o perfil de ácidos graxos. Os autores utilizaram como temperatura de congelamento -20°C durante 15, 30 e 45 dias; as espécies avaliadas foram: Carpa (*Cyprinus carpio*), Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), Tambacu, um híbrido do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e Pacu (*Piaractus mesopotamicus*).

Segundo Castro et al (2007) o ácido graxo encontrado em maior proporção foi ácido oléico (C18:1), porém superado pelo ácido palmítico (C16:0) decorridos 30 dias de armazenamento à -20°C. Para a carpa cuja pele foi removida houve um decréscimo no percentual de ácido linoléico (C18:2) exceto para 30 dias de armazenamento à -20°C, onde o inverso ocorreu. Houve um aumento na percentagem de ácido araquidônico (C20:4) após 45 dias de congelamento e de DHA (C22:6) após 15 dias de

congelamento à -20°C, para as amostras sem pele, sugerindo que esses ácidos graxos estavam presentes no tecido subcutâneo.

A tilápia do Nilo, apresentou percentagem significativamente elevada de ácido palmítico (C16:0) para as amostras desprovidas de pele. Reciprocamente, níveis significativamente baixos de ácido heneicosanóico (C21:0) foi encontrado nas amostras sem pele após 45 dias de armazenamento sob congelamento. Diferenças significativas também foram observadas no percentual de ácido palmitoléico (C16:1) que decresceu nas amostras armazenadas sob congelamento nos tempos de 15 e 30 dias, após a remoção da pele. Houve um aumento nas percentagens de eicosatrienóico (C20:3), ácido araquidônico (C20:4), EPA (C20:5) e DHA (C22:6) com a remoção da pele, após 45 dias de armazenamento sob congelamento.

Já a amostra de tambacu sem pele sofreu uma redução significativa dos ácidos graxos, mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0). Foi observada a redução da percentagem de ácido palmitoléico (C16:1) nas amostras desprovidas de pele, exceto para as amostras analisadas após 15 dias de armazenamento sob congelamento à -20°C. Também houve redução das percentagens de ácido oléico (C18:1) e ácido heptadecanóico (C17:1) nas amostras sem pele após 45 dias de armazenamento e aumento nas percentagens dos ácidos araquidônico (C20:4) e eicosadienóico (C20:2) para o mesmo tempo de estocagem. Altas percentagens de EPA (C20:5) e DHA (C22:6) foram encontradas para todos os tempos de armazenamento sob congelamento, para as amostras de tambacu sem pele. Este crescimento percentual foi atribuído, segundo o Castro et al (2007), ao fato de que porções do músculo contêm quantidades altas de ácidos graxos polinsaturados no tecido subcutâneo. A análise deste perfil revela que a percentagem de ácidos graxos monoinsaturados tende a diminuir e que a de ácidos graxos polinsaturados tende a aumentar após a remoção da pele. Castro et al (2007) ainda ressalta que este é um fator considerado positivo uma vez que usualmente o consumidores costumam remover a pele antes do consumo do pescado, embora a pele possa ser mantida durante o preparo a fim de manter a firmeza da polpa.

Castro et al (2007) também observaram que amostra de Tambacu sem pele sofreu uma redução significativa dos ácidos graxos mirístico (C14:0) e palmítico

(C16:0). Foi observada a redução da percentagem de ácido palmitoléico (C16:1) nas amostras desprovidas de pele, exceto para as amostras analisadas após 15 dias de armazenamento sob congelamento à -20°C. Também houve redução das percentagens de ácido oléico (C18:1) e ácido heptadecanóico (C17:1) nas amostras sem pele após 45 dias de armazenamento e aumento nas percentagens dos ácidos araquidônico (C20:4) e eicosadienóico (C20:2) para o mesmo tempo de estocagem. Altas percentagens de EPA (C20:5) e DHA (C22:6) foram encontradas em todos os tempos de armazenamento sob congelamento, em amostras de tambacu sem pele. Este crescimento percentual foi atribuído ao fato de que porções do músculo contêm quantidades altas de ácidos graxos polinsaturados no tecido subcutâneo. A análise deste perfil revela que a percentagem de ácidos graxos monoinsaturados tende a diminuir e que a de ácidos graxos polinsaturados tende a aumentar após a remoção da pele. Os autores ainda ressaltam que este é um fator considerado positivo uma vez que usualmente os consumidores costumam remover a pele antes do consumo do pescado, embora a pele possa ser mantida durante o preparo a fim de manter a firmeza da polpa

Portanto, segundo Castro et al. (2007), as espécies estudadas, em geral não apresentam grandes variações no perfil de ácidos graxos durante o tempo de armazenamento sob congelamento à - 20°C. Exceto para amostras de Tambacu, no qual observou-se um aumento no conteúdo de ácidos graxos saturados e redução no conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados durante o armazenamento congelado. Análises realizadas pelos autores revelam ainda, que o curto período de estocagem permite a melhor preservação dos ácidos graxos monoinsaturados, e a ocorrência do aumento dos ácidos graxos saturados a medida que aumenta o tempo de estocagem.

Hedayatifard e Moeini (2007) estudando a perda dos ácidos graxos omega-3 de Esturjão (*Acipenser stellatus*) durante o armazenamento por 12 meses à -22°C, observaram que as proporções dos ácidos α -linolênico (7,75% para 1,06%) e DHA (3,53% para 2,46%) decresceram durante a preservação sob congelamento, entretanto para o ácido araquidônico (C20:4) ocorreu aumento em sua proporção (0,51% para 1,07%) durante os 12 meses de congelamento a -22°C.

2.8 Espécies Nativas da Região Sul do Rio Grande do Sul

A Traíra (*Hoplias malabaricus*) é um peixe de água doce da família dos caracídeos, sendo uma espécie carnívora que apresenta escamas (Figura 1). Esta espécie habita locais de água parada e com vegetação aquática abundante; ficam mais ativos quando a água está quente, apresentando nestas condições uma desova parcial com alta proliferação (CARVALHO et al., 2002, MARQUES et al., 2001). A Traíra é uma espécie muito apreciada, principalmente, no Sul do Brasil e também no Uruguai.



Figura 1: Traíras (*Hoplias malabaricus*)

Fonte: TORRES, 2007

No Uruguai, locais como a barragem Índia Morta (localizada no município de Velasquez, Departamento de Rocha no Uruguai) (Secretaria do Turismo- Uruguai, 2009) pode-se encontrar Traíras. A região onde está compreendida a barragem da Índia Morta (Figura 2) apresenta um clima muito similar ao da região Sul do Rio Grande do Sul, com estações bem definidas, inclusive invernos com temperaturas rigorosas.

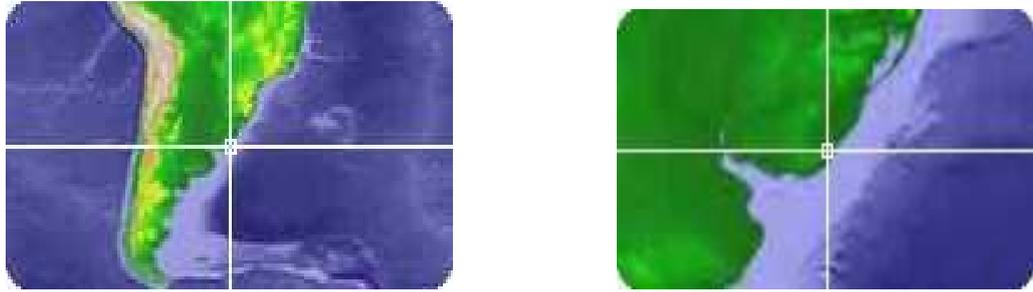


Figura 2: Localização da Barragem Índia Morta (Velazquez – Departamento de Rocha – Uruguay)

Fonte: traveljournals.net - 2011

Assim como no Uruguai, as traíras são facilmente encontradas em outros locais, como na lagoa, Mirim e na lagoa dos Patos (Figura 3).



Figura 3: Localização do Canal São Gonçalo (Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim)

Fonte: hidroviasinteriores.com - 2011

O Jundiá (*Rhamdia quelen*) é um peixe da família Siluriforme, onívoro, tendo como alimentação a preferência por peixes, crustáceos, insetos, restos vegetais e detritos orgânicos (CARNEIRO e MIKOS, 2005); apresenta corpo alongado e coberto com couro (FISHBASE, 2010) (Figura 4). Esta espécie é abundantemente distribuída na América do Sul, incluindo a região Sul do Rio Grande do Sul. O Jundiá é uma das

espécies nativas do Rio Grande do Sul e destaca-se por ser uma das mais promissoras, trata-se de um peixe de rápido crescimento, com fácil adaptação à criação intensiva, rústico, facilmente induzido à reprodução, com alta taxa de fecundação, possuindo ainda carne saborosa, com baixo teor de gordura e poucas espinhas (KHUN et al., 2008; ULIANA et al., 2001).



Figura 4: Jundiá (*Rhandia quelen*)

Fonte: TORRES, 2007

O Pintado (sem classificação taxonômica) (Figura 5) é um peixe da família Caraciforme, carnívoro, que apresenta corpo alongado e recoberto com couro (GUIA LITORAL SUL, 2008). A espécie encontrada no Sul do Rio Grande do Sul e também no Uruguai, ainda não possui classificação taxonômica. Pouco se sabe a respeito da espécie sulina, que apesar da semelhança com a pantaneira, trata-se de outra espécie. O “Pintadinho” como é conhecido nesses locais, embora, pareça com o Pintado pantaneiro (*Pseudoplatystoma corruscans*), apresenta diferenças marcantes quanto ao tamanho e peso. Trata-se de uma espécie nativa, bastante comum e abundante, ocorrendo em vários habitats como nos lagos, praias e nos canais dos rios. O Pintadinho é uma espécie também muito comum no Uruguai, ainda que, não tão requerido em virtude do seu pequeno tamanho, apresenta sabor marcante e tem espaço no mercado consumidor brasileiro devido ao seu baixo custo e distribuição em praticamente em todos os meses do ano (SMERMAN, 2002).



Figura 5: Pintadinho (sem classificação taxonômica)

Fonte: Cláudio Timm, 2010

Essas espécies são a fonte de renda de muitos pescadores do Canal São Gonçalo que se localiza no município de Pelotas, região sul do Rio Grande do Sul, Brasil. As formas mais comuns de comercialização da Traíra, Jundiá e Pintadinho são em filé e em postas, devido à praticidade no preparo, mas também são comercializados na forma de inteiros eviscerados. Muito apreciadas pelas características intrínsecas à sua carne, elas também são facilmente encontradas e por isso são muito almejadas na atividade da pesca. Contudo, pouco se sabe a respeito dessas espécies, seu valor nutricional, propriedades funcionais e nutracêuticas, preservação dessas propriedades, estabilidade sob congelamento e *in natura*. São informações que praticamente inexistem, e uma vez conhecidas, podem agregar valor a estas espécies, estimulando ainda mais seu consumo, uma vez que o Estado do Rio Grande do Sul apresenta o menor índice de consumo de pescado, cerca de 1,457 Kg/per capita/ano (IBGE, 2002).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, N.M.; BUENO-FRANCO, M.R. **Influência da dieta alimentar na composição de ácidos graxos em pescados: aspectos nutricionais e benefícios a saúde.** Revista do Instituto Adolfo Lutz, v.65, n.1, p.7-14, 2006. (tentar baixar completo)
- ANIDO, R.J.V. **Substituição do óleo de peixe por óleos vegetais em dietas para Jundiá (*Rhamdia quelen*); efeito no desempenho e perfil de ácidos graxos da composição corporal.** Dissertação de mestrado em Zootecnia, Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2006
- ANJO, D.F.C. **Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular.** Journal Vascular Brasileiro, v.3, n.2, p.145-154, 2004.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de Alimentos – Teoria e Prática.** Editora UFV, v. único, 4ª edição, 2008.
- BARCELLOS, R.C.S. **Influência do ômega-3 sobre os sintomas extrapiramidais, deficiência cognitiva, e parâmetros de stress oxidativo em animais tratados com neurolépticos.** Dissertação de Mestrado em Farmacologia, Universidade de Santa Maria, p.15, 2009 .
- BASHO, S.M.; BIN, M.C. Propriedades dos alimentos funcionais e seu papel na prevenção e controle da hipertensão e diabetes. Interbio, v.4, n.1, p.48-58, 2010.
- BRENNER, R.R. **Hormonal modulation of delta 6 and delta 5 dessaturases: case of diabetes.** Prostaglandins Leukoto Essent Fatty Acids. v.68, n.2, p.151-162, 2003
- BURDGE, G. **A-Linolenic acid metabolism in men and women: nutrition and biological implications.** Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care, v.7, p.137-144, 2004
- CASTRO, F.A.F.; SANT'ANA, H.M.P.; CAMPOS, F.M.; COSTA, N.M.B.; SILVA, M.T.C.; SALARO, A.L.; FRANCESCHINI, S.C.C. **Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes.** Food Chemistry, v.103, p.1080-1090, 2007.
- CARUGHI, A. **The role of omega-3 long-chain fatty acids during pregnancy.** Omega-3'S, Helathy Pregnancy & Healthy Kids., American Journal of Clinical Nutrition, 2010.
- CARVALHO, N.L.; FERNANDES, V.H.C.; MOREIRA, S.S.V.; **Alimentação de (*Hoplias malabaricus*) Bloch 1794 (*Osteichthyes Erythrinidae*) no rio Vermelho, Pantanal Sul-Matogrossense.** Revista Brasileira de Zootecias, v.4, n.2, p.227-236, 2002.

CONNOR WILLIAN E. **Importance of n-3 fatty acids in health and disease.** American Journal Clinical Nutrition, v.71, p.171-175, 2000.

FAO. **Quality and quality changes in fresh fish: post mortem changes in fish.** Roma: FAO, 2003. Disponível em:
<<http://www.fao.org/docrep/v7180e/v7180e06.htm>> Acesso em: 14/01/2011

FERNÁNDEZ, J.; PÉREZ-ALVAREZ, J.A.; FERNÁNDEZ-LOPEZ, J.A. **Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat.** Food Chemistry, v.59, n.3, p.345-353, 1997

FOGAÇA, F.H.S.; SANT'ANA, L.S. **Oxidação lipídica em peixes: mecanismos de ação e prevenção.** Archives of Veterinary Science, v.14, n.2, p.117-127, 2009.

BURDGE, G. **A-Linoleic acid metabolism in men and women: nutritional and biological implications** Lipid Metabolism – Curr Opin Clin Nutri Metab Care, v.7, p. 137-144, 2004

BURNS, M.D.; GARCIA, A.M.; VIEIRA, J.P.; BEMVENUTI, M.A.; MARQUES, D.M.L.M.M.; CONDINI, V. **Evidence of habitat fragmentation affecting fish movement between the Patos and Mirim coastal lagoons in southern Brazil.** Revista Neotropical Ichthyology, v.4, n.1, p.69-72, 2006

CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J.D. **Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*).** Revista Ciência Rural, v.35, n.1, p.187-191, 2005.

CARVALHO, N.L.; FERNANDES, V.H.C.; MOREIRA, S.S.V.; **Alimentação de (*Hoplias malabaricus*) Bloch 1794 (*Osteichthyes Erythrinidae*) no rio Vermelho, Pantanal Sul-Matogrossense.** Revista Brasileira de Zootecias, v.4, nº2, p.227-236, 2002.

CASTRO, F.A.F.; SANT'ANA, P.M.H.; CAMPOS, M.F.; COSTA, B.M.N.; SILVA, C.T.M.; SALARO, L.A.; FRANCESCHINI, C.C.S. **Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes.** Food Chemistry, v.103, p. 1080-1090, 2007

FISHBASE – Jundiá - Disponível em: <<http://www.fishbase.org>> Acesso em: 20/10/2010.

GUIA LITORAL SUL – Peixes de água
Disponível em: www.quialitoralsul.com.br/variedades/peixesaguadoce/
Acesso:04/06/2008

HEDAYATIFARD, M.; MOEINI, S. **Loss of omega-3 fatty acids of Sturgeon (*Acipenser stellatus*) during cold storage.** International Journal of Agriculture & Biology, v.9, p.598-601, 2007

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela>> Acesso em: 24/08/2010

IMAGEM – BARRAGEM INDIA MUERTA – Uruguay (Departamento de Rocha)
Disponível em: www.traveljournals.net/.../india_muerta.html Acesso em: 30/05/2011

IMAGENS – CANAL DO SÃO GONÇALO

Disponível em: www.pelotascity.blogspot.com Acesso em: 30/05/2011

Disponível em: www.hidroviasinteriores.blogspot.com Acesso em: 30/05/2011

JUSTI, K.C.; HAYASHI, C.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA de, N.E.; MATSUSHITA, M. **The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids.** Food Chemistry, v.80, p.489-493, 2003.

JUSTI, K.C.; PADRE, R.G.; HAYASHI, C.; SOARES, M.C.; VISENTAINER, V.J.; SOUZA, E.N.; MATSUSHITA, M. **Efeito da temperatura da água sobre o desempenho e perfil de ácidos graxos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).** Acta Sci. Anim. Sci., v.27, p.529-534, 2005

KHUN, C.R.; TORRES, L.M.; ALFARO, A.T.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C.; SOARES, G.J.D. **Avaliação reológica e fisicoquímica da gelificação térmica do surimi de jundiá.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, n.12, p.1793-1798, 2008

KRIS-ETHERTON, P.M.; SHAFFER, T.D.; YU-POTH, S.; HUTH, P.; MORIARTY, K.; FISHEL, L.V.; HARGROVE, L.R.; ZHAO, G.; ETHERTON, D.T. **Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States.** American Journal Clinical Nutrition, v.71, (suppl):, p.179-188, 2000.

KRIS-ETHERTON, P.M.; HARRIS, W.S.; APPEL, L.J. **Fish consumption, fish oil, omega-3 acids and cardiovascular disease.** Journal of the American Heart Association, v.106, p.2747-2757, 2002

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

MARQUES, S.K.D.; GURGEL, B.C.H.; LUCENA, I. **Época de reprodução de *Hoplias malabaricus* Bloch 1794 (Osteichthyes, Erythrinidae) da barragem do rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil.** Revista Brasileira de Zootecias, v.3, n°1, p.61-67, 2001

MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R.; VISENTAINER, J.E.L.; MATSUSHITA, M.; SOUZA de, N.E. VISENTAINER, J.V. **Ácidos graxos polinsaturados ômega-3 e**

ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. Revista de Nutrição, Campinas, v.19, n.6, p.761-770, 2006

MARTINEZ, M.; VÁZQUEZ, E.; SILVA, M.T.G.; MANZANARES, J.; BERTRAN, J.M.; CASTELLÓ, F. **Therapeutic effects of docosahexaenoic acid ethyl ester in patients with generalized peroxissomal disorders.** American Journal Clinical Nutrition,, v.71, n.1, p.376-385, 2000.

MATTHIENSEM, A.; YUNES, J.S.; CODD, G.A. **Ocorrência, distribuição e toxicidade de cianobactérias no estuário da Lagoa dos Patos, RS.** Revista Brasileira de Biologia v.59, n.3, p.361-376, 1999.

MELO F. B.D.G; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos.** Editora Atheneu, São Paulo, 1996, p.182

MORAES, F.P. & COLLA, L.M. **Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde.** Revista Eletrônica de Farmácia, v.3, n.2, p.109-122, 2006

MOREIRA, A.B.; VISENTAINER, J.V.; de SOUZA, N.; MATSUSHITA, M. **Fatty acids profile and cholesterol contents of three brazilian *Brycon* freshwater fishes.** J. Food Comp. Anal., v.14, p. 565-574, 2001

MORRIS, M.C.; EVANS, D.A.; BIENIAS, J.L.; TANGNEY, C.C; BENNETT, D.A.; WILSON, R.S.; AGGARWAL, N.; SHENEIDER, J. **Consumption of fish and n-3 fatty acids and risk of incident Alzheimer disease.** Arch. Neurol. v.60, p.940-946, 2003.

OETTERER, M. **Aula: Tecnologia de pescado.** Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiros,2004. Disponível em:
<[http:// www.esalq.usp.br/departamentos/lan/download_arquivos.html](http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/download_arquivos.html)>

PATIN, R.V.; VÍTOLO, M.R.; VALVERDE, M.A.; CARVALHO, P.O.; PASTORE, G.M.; LOPEZ, F.A. **The influence of sardine consumption on the omega-3 fatty acid content of mature human milk.** Journal de Pediatria, v.82, n.1, p.63-69.

RAMOS FILHO, M.; RAMOS, M.I.L.; HIANE, P.A.; SOUZA, E.M.T. **Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul.** Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, V28, n.2, p.361-365, 2008.

RIBEIRO, P.A.P. **Perfil de ácidos graxos polinsaturados em filés de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) mantidas em diferentes condições de cultivo.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, UFLA, 2003

RIBEIRO, P.A.P; BRESSAN, M.C.; LOGATO, P.V.R.; GONÇALVES, A.C.S. **Nutrição lipídica para peixes.** Revista Eletrônica Nutritime, v.4, n.2, p.436-455, 2007.

SAMADI, P.; GRÉGORIE, L.; ROUILARD, C.; BÉDARD, P.J.; PAOLO, DI.T.; LÉVESQUE, D. **Docosahexaenoic acid reduces levodopa-induced dyskinesias in 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine monkeys.** ANNALS of Neurology, v.59, n.2, p.282-288, 2006.

SANGIOVANI, J.P.; CHEW, E.Y. **The role of omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids in health and disease of the retina.** PubMed U.S. National Library of Medicine, National Institute of Health, v. 24, n.1, p. 87-138, 2005

SILVA, F.A.M.; BORGES, M.F.M.; FERREIRA, M.A. **Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante.** Química Nova, v.21, n.1, 1999.

SIMOPOULOS, A.P. **Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases.** Food Rev. Inter. V. 20, n.1, p. 77-90, 2004

SIMOPOULOS, A.P. **Omega-3 fatty acids in wild plants, nuts and seeds.** Asia Pacific J. Clin Nutr. V. 11, n.6, p. 163-173, 2002

SMERMAN, W. **Efeito da alimentação na fase larval e pós-larval do Pseudoplatystoma sp. (Pimelodidae), na Estação de Piscicultura de Alta Floresta – Mato Grosso.** I Encontro PIBIC, 2001; vol.único, Cáceres, 2001.

SOARES, V.F.M.; VALE, S.R.; JUNQUEIRA, R.G.; GLÓRIA, M.B.A. **Teores de histamina e qualidade físico-química e sensorial de filé de peixe congelado.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.18, n.4, 1998.

SUÁREZ-MAECHA, H.; FRANCISCOS, de A.; BEIRÃO, L.H.; BLOCK, J.M.; SACCOL, A.; PARDO-CARRASCO, S. **Importância de ácidos graxos polinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para nutrição humana.** Boletim do Instituto de Pesca, v. 28, n.1, p. 101-110, 2002

SUGANO, M. e HIRAHARA, F. **Polyunsaturated fatty acids in the food chain in Japan.** Am. J. Clin. Nutr.,v.71(suppl): p.189s-196s., 2000

SUZUKI, H.; OKAZAKI, K.; HAYAKAWA, S.; WADA, S.; TAMURA, S. **Influence of commercial dietary fatty acids on polyunsaturated fatty acids of cultured freshwater fish and comparison with those of wild fish of the same species.** J.Agric.Food Chem., v. 34, p.58-60, 1986

TIMM, C. Imagem do Pintadinho

Disponível em: www.flickr.com/photos/cdtimm Acesso em: 07/06/2011.

TORRES, L.M. Imagens da Barragens Índia Morta – Departamento de Rocha – Uruguay – imagens de arquivo pessoal do autor (imagens em meio digital obtidas em 2007)

ULIANA, O.; SILVA, J.H.S.; NETO, J.R. **Diferentes fontes de lipídios testadas na criação de larvas de Jundiá (*Rhamdia quelen*), PISCES, PIMELODIDAE.** Ciência Rural da Universidade Federal de Santa Maria, v.31, n.1, p.129-133, 2001

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, v.20, p. 90-93, 2000.

YUNES, J.S.; NIENCHESKI, L.F.H.; SALOMON, P.S.; PARISE, M.; BEATTIE, K.A.; RAGGETT, S.L.; CODD, G.A. **The effect of nutrient balance and physical factors on the control of Cyanobacterial blooms in the Patos Lagoon Estuary Southern Brazil.** Verh. Internat. Verh. Limnol. v.26, p.1796-1800, 1998.

ZAMBIAZI, R.C. **The oil endogenous lipid components on vegetable oil stability.** Tese de doutorado. 1997. p.304. Food and nutritional science interdepartamental program. University of Manitoba, Winipeg, Manitoba-Canada, abril.

4 CAPÍTULO 1

Comparação do Perfil de Ácidos Graxos de Traíra (*Hoplias malabaricus*) e Pintadinho (sem classificação), provenientes da Região Sul do Rio Grande do Sul e Índia Morta no Uruguai.

TORRES, L.M.^a; ZAMBIAZI, R^c; CHIATTONE, P.; PIRES, T.F.; COSTA, C.

RESUMO. Neste estudo foram analisados a composição proximal e perfil de ácidos graxos de Traíra (*Hoplias malabaricus*) e do Pintadinho (sem classificação), oriundos do Canal São Gonçalo, região Sul do Rio Grande do Sul - Brasil e barragem Índia Morta, Velasquez (Departamento de Rocha - Uruguai). As espécies demonstraram apresentar influência do local de captura em suas composições proximais. As Traíras capturadas na Índia Morta apresentaram um conteúdo significativamente ($P < 0,05$) inferior de umidade (78,65%) e teor superior de gorduras (4,72%) do que as Traíras capturadas no Canal São Gonçalo. Os Pintadinhos do São Gonçalo apresentaram maior teor de umidade (82,39%) e menor teor de proteínas (14,18%) do que as amostras oriundas da Índia Morta. O perfil de ácidos graxos também foi influenciado pelo local de captura. O Pintadinho capturado no São Gonçalo apresentou maior conteúdo em ácidos graxos insaturados. A Traíra capturada da Índia Morta apresentou a maior proporção em ácidos graxos insaturados em relação à Traíra capturada no São Gonçalo. Tanto as Traíras quanto os Pintadinhos apresentaram alto conteúdo dos ácidos graxos palmítico (16:0) e oléico (C18:1). Todas as amostras analisadas mostraram-se excelentes fontes de ácidos graxos polinsaturados, incluindo a presença dos ácidos graxos linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3).

Palavras-chave: ácidos graxos, local de captura, Traíra, Pintadinho

1

1 ^a Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel; email: ljsianemt@yahoo.com.br; ^b Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial; UFPEL, Pelotas, RS.

Comparison of Fatty Acid Profile of Traíra (*Hoplias malabaricus*) and Pintadinho (unrated) from the southern of Rio Grande do Sul and Índia Morta of Uruguay.

TORRES, L.M.; ZAMBIAZI, R.C; CHIATTONE, P.; PIRES, T.F; COSTA,C.S.

ABSTRACT. It was analyzed in this study the proximal composition and fatty acid profile of Traíra (*Hoplias malabaricus*) and Pintadinho (un rate) from the São Gonçalo Channel, Southern Rio Grande do Sul, and Índia Morta, Velasquez (Rocha Department - Uruguay). The proximal composition of the species was influenced by the local catch. The Traíras caught in Índia Morta showed significantly ($P > 0.05$) lower content of moisture (78.65%) and higher fat content (4.72%) than Traíras captured in São Gonçalo. The Pintadinhos captured in the São Gonçalo showed higher moisture content (82.39%) and lower protein content (14.18%) than the samples from Índia Morta. The fatty acid profile was also influenced by the location of capture. The Pintadinho captured in São Gonçalo showed a higher content of unsaturated fatty acids. The Traíra captured in Índia Morta showed a higher proportion of unsaturated fatty acids in relation to Traíra captured in Sao Gonçalo. Both Traíras and Pintadinhos presented as the major fatty acid content the palmitic (16:0) and oleic (C18: 1) acids. All samples showed as excellent sources of polyunsaturated fatty acids, including the presence of linoleic (C18:2) and linolenic (C18: 3) fatty acids.

Keywords: fatty acids, capture location, Traíra, Pintadinho

INTRODUÇÃO

O pescado marinho é uma importante fonte de proteínas de alta qualidade na dieta humana. Nos últimos anos, a composição lipídica do pescado também vem sendo reconhecida pelo seu valor nutricional e ao efeito protetor frente ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares e artrite reumatóide (JUSTI et al., 2003). Os ácidos graxos são encontrados em concentrações mais expressivas em lipídios de pescado e animais marinhos, especialmente aqueles procedentes de regiões frias, e são de grande importância por exercerem funções biológicas específicas (VISENTAINER et al., 2000).

Os ácidos graxos polinsaturados (PUFAs) do grupo ω -6, e especialmente da família ω -3, são reconhecidos como compostos bioquímicos essenciais à dieta humana. Além disso, os PUFAs ω -3, tais como o eicosapentaenoico (C20:5 – EPA) e o docosahexaenóico (C22:6 – DHA), são efetivamente sintetizados somente por organismos aquáticos, assim, os humanos podem obter esse componente essencial através do consumo de alimentos marinhos ou de água-doce (SUSHCHIK et al., 2007).

Os óleos de pescado são ricos em ácidos graxos de cadeias longas polinsaturadas, destacando-se o ácido eicosapentaenoico (EPA) e o ácido docosahexaenoico (DHA), os quais estão diretamente associados à redução de fatores de risco de arterioesclerose (CALDER, 2004).

A Traíra (*Hoplias malabaricus*) é um peixe de água doce da família dos caracídeos, sendo uma espécie carnívora que apresenta escamas (MUNDO DA PESCA, 2007). Esta espécie habita locais de água parada e com vegetação aquática abundante; ficam mais ativos quando a água está quente, apresentando nestas condições uma desova parcial com alta proliferação (CARVALHO et al., 2002, MARQUES et al., 2001). A Traíra é uma espécie muito apreciada, principalmente, no Sul do Brasil. Sua popularidade estende-se até a fronteira com o Uruguai, onde centenas de brasileiros a atravessam em busca de bons lugares para pescá-la; e dentre esses lugares um dos locais preferidos é a Índia Morta (barragem localizada no município de Velasquez, Departamento de Rocha no Uruguai) (Secretaria do Turismo- Uruguai, 2009). Esta região apresenta um clima muito similar ao da região Sul do Rio Grande do

Sul, com estações bem definidas, inclusive invernos com temperaturas rigorosas. Assim como no Uruguai, as traíras são facilmente encontradas em outros locais, como na lagoa, Mirim e na lagoa dos Patos (IBAMA, 2008).

O Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) é um peixe da família Caraciforme, carnívoro, que apresenta corpo alongado e recoberto com couro (GUIA LITORAL SUL, 2008). A espécie encontrada no Sul do Rio Grande do Sul e também no Uruguai, ainda não possui classificação taxonômica. Pouco se sabe a respeito da espécie sulina, que apesar da semelhança com a pantaneira, trata-se de outra espécie. O “Pintadinho” como é conhecido nesses locais, embora, pareça com o Pintado pantaneiro (*Pseudoplatystoma corruscans*), apresenta diferenças marcantes quanto ao tamanho e peso. Trata-se de uma espécie nativa, bastante comum e abundante, ocorrendo em vários habitats como nos lagos, praias e nos canais dos rios. Já o Pintado pantaneiro pode ser encontrado com frequência na Bacia do Prata (que localiza-se entre os países: Brasil, Uruguai, Bolívia, Paraguai e Argentina; e está formada por três grandes rios, Rio Paraná, Rio Paraguai e Rio Uruguai) e na Bacia do São Francisco (que abrange várias Unidades da Federação: Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Bahia, Goiás, Minas Gerais e Distrito Federal). O Pintadinho é uma espécie também muito comum no Uruguai, ainda que, não tão requerido em virtude do seu pequeno tamanho, apresenta sabor marcante e tem espaço no mercado consumidor brasileiro devido ao seu baixo custo e distribuição em praticamente em todos os meses do ano (SMERMAN, 2002).

Essas espécies são a fonte de renda de muitos pescadores do Canal São Gonçalo que se localiza no município de Pelotas, região sul do Rio Grande do Sul, Brasil. As formas mais comuns de comercialização da traíra e do pintado são em filé e em postas, devido à praticidade no preparo, mas também são comercializados na forma de inteiros eviscerados. Muito apreciadas pelas características intrínsecas à sua carne, elas também são facilmente encontradas e por isso são muito almejadas na atividade da pesca. Contudo, pouco se sabe a respeito dessas espécies, seu valor nutricional, propriedades funcionais e nutracêuticas, preservação dessas propriedades, estabilidade sob congelamento e *in natura*, são informações que praticamente inexistem, e uma vez conhecidas, podem agregar valor a estas espécies, estimulando ainda mais seu consumo.

O objetivo deste trabalho foi determinar a composição proximal e o perfil de ácidos graxos da Traíra e do Pintado, oriundos de diferentes locais de captura do sul do Rio Grande do Sul e do Uruguai.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

As amostras de pescado da região de Pelotas (sul do Estado do RS), foram adquiridas junto a pescadores locais que praticam a pesca no Canal São Gonçalo (ligação entre a Lagoa dos Patos e a Lagoa Mirim). As amostras oriundas do Uruguai foram capturadas na Barragem da Índia Morta – próximo a Velasquez (Departamento de Rocha - Uruguay).

Logo após a captura, os pescados (15 peixes de cada espécie) foram limpos, eviscerados e transformados em postas e filés. Após, foram acondicionados em embalagens de polietileno flexíveis, congelados e mantidos a temperatura de -18°C até o início das análises. Descongelou-se os pescados a temperatura ambiente, e após porções do músculo foram extraídas e homogeneizadas.

A captura, em ambos locais, foi realizada no mês de novembro de 2007.

Métodos

Composição proximal e de pH

A determinação da composição proximal (proteínas, gorduras, umidade e cinzas) e de pH foram realizadas segundo metodologias descritas pela A.O.A.C.(1995).

Composição em ácidos graxos

A fração lipídica das amostras foi extraída com clorofórmio e metanol na proporção 2:1 v/v, segundo metodologia descrita por FOLCH et al. (1957). Após procedeu-se a esterificação segundo a metodologia descrita por Zambiasi (1997).

O perfil de ácidos graxos foi obtido pela análise em cromatógrafo gasoso-CG (Shimadzu GC-14B), provido com detector FID, com coluna capilar de dimensão 30m x 0,252mm, revestida por filme 0,25 µm, com fase líquida DB-225. Os dados foram

obtidos e processados com auxílio do software Glass-GC10. As amostras foram injetadas manualmente, entre 1 e 2 μ L, com seringa (PerkinElmer) de capacidade de 10 μ L.

A temperatura do injetor e do detector foi de 250°C. A temperatura inicial do forno foi de 130°C por 1 minuto. A elevação da temperatura foi programada a 3°C/min até alcançar 145°C; após 1,2 °C/min até 165°C e por fim de 2,5°C/min até atingir 200°C. A cada estágio do programa a temperatura foi mantida por 1,5; 0,5 e 1,5 minutos, respectivamente. O gás de arraste utilizado foi o nitrogênio. Para a identificação dos picos foi utilizado um padrão cromatográfico, a partir de uma mistura de ácidos graxos F.A.M.E. Mix C4-C24 (Tabela 1), Lab. Supelco S.A. (USA).

Tabela 1: Padrão Cromatográfico de Ácidos Graxos

Ácido Graxo	Nome
C4:0	Ácido butírico
C6:0	Ácido capróico
C8:0	Ácido caprílico
C10:0	Ácido cáprico ou ácido decanoico
C11:0	Ácido undecanoico
C12:0	Ácido laurico ou ácido duocecanoico
C13:0	Ácido tridecanoico
C14:0	Ácido mirístico
C15:0	Ácido pentadecanoico
C15:1 cis-10-	Ácido pentadecenoico
C16:0	Ácido palmítico
C16:1	Ácido palmitoleico
C17:0	Ácido heptadecanoico
C17:1 cis-10-	Ácido heptadecanoico
C18:0	Ácido esteárico
C18:1	Ácido oléico
C18:1	Ácido elaídico
C18:2	Ácido linoleico
C18:2t	Ácido linolelaídico
C18:3	Ácido linolênico
C18:3	Ácido gama linolênico
C20:0	Ácido araquídico
C20:1	Ácido cis-11-eicosenoico
C20:2	Ácido cis-11,14-eicosadienoico
C20:3	Ácido cis-11,14,17-eicosatrienoico
C20:3	Ácido cis-8,11,14-eicosatrienoico
C20:4	Ácido araquidônico
C20:5	Ácido cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoico
C21:0	Ácido heneicosanoico
C22:0	Ácido behênico
C22:1	Ácido erúico
C22:2	Ácido cis-13,16-docosadienoico
C22:6	Ácido cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico
C23:0	Ácidotricosanoico
C24:0	Ácido lignocérico
C24:1	Ácido nervônico

Delineamento Experimental

Foram analisadas 12 amostras decorrentes do delineamento experimental inteiramente casualizado (2 espécies x 2 locais de captura x 3 repetições), avaliando-se a composição proximal, pH e perfil de ácidos graxos.

Tratamento estatístico dos resultados

Os dados foram avaliados pela análise de variância, ao nível de significância de 5%, utilizando-se o módulo ANOVA do sistema de análise estatística para micro computadores STATISTICA, versão 6.0 (STATSOFT, 2001). A comparação de médias para diferenciar os tratamentos foi realizada aplicando-se o teste de Duncan ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

pH

Pode-se inferir a partir dos dados obtidos (Tabela 2) que o estado de frescor dos pescados analisados, tanto das Traíras quanto dos Pintados capturados no Canal São Gonçalo e na Índia Morta, exceto para as amostras de Pintado coletadas no Canal São Gonçalo, foram qualificados como “pescados frescos”, uma vez que, a faixa de pH se manteve entre 6,0 e 6,5 (DIPOA/MAPA, 2007).

Tabela 2: pH de espécies de pescado segundo a Origem da Captura (média \pm erro padrão)^a

Espécie	Origem	pH
Traíra	São Gonçalo	6,42 \pm 0,10 ^b
Traíra	India Morta	6,39 \pm 0,03 ^b
Pintado	São Gonçalo	6,22 \pm 0,10 ^a
Pintado	India Morta	6,12 \pm 0,04 ^c

^a Letras minúsculas diferentes na mesma coluna significam diferença estatística entre os tratamentos

Composição Proximal

Foram observadas diferenças na composição proximal entre pescados de mesma espécie (Tabelas 3) capturados em diferentes locais.

Tabela 3: Composição Proximal de espécies de pescado segundo a Origem de Captura (média \pm erro padrão)*

<i>Espécie</i>	<i>Origem</i>	<i>Umidade</i>	<i>Proteínas</i>	<i>Gordura</i>	<i>Cinzas</i>
Traíra(m ^{**})	São Gonçalo	83,75 \pm 0,11 a	14,71 \pm 0,15 cb	0,34 \pm 0,05 c	1,30 \pm 0,01 a
Traíra(m)	Índia Morta	78,65 \pm 0,58 d	15,24 \pm 0,34 b	4,72 \pm 0,38 a	1,39 \pm 0,27 a
Pintado(m)	São Gonçalo	82,39 \pm 0,21 b	14,18 \pm 0,11 c	2,32 \pm 0,15 b	1,16 \pm 0,00 a
Pintado(m)	Índia Morta	80,95 \pm 0,03 c	18,01 \pm 0,29 a	0,41 \pm 0,18 c	1,29 \pm 0,09 a

* Letras minúsculas diferentes na mesma coluna significam diferença estatística entre os tratamentos
 ** músculo de pescado

As Traíras capturadas na Índia Morta apresentaram um conteúdo significativamente inferior de umidade (78,65%) e teor superior de gorduras (4,72%) do que as Traíras capturadas no Canal São Gonçalo. Embora os teores de cinzas e de proteínas fossem ligeiramente superiores nas Traíras capturadas na Índia Morta, os valores não diferem significativamente do conteúdo nas traíras oriundas do canal São Gonçalo.

Foi observada uma maior variabilidade no teor de umidade entre as Traíras do que entre os Pintados, embora os Pintados do São Gonçalo tenham apresentado maior teor de umidade. A diferença marcante no teor de umidade das amostras de Traíras entre os dois locais de captura está diretamente relacionada à grande variabilidade no teor de gordura. Enquanto as Traíras da barragem Índia Morta apresentaram menor umidade (78,65%) e maior teor de gordura (4,72%), as amostras oriundas do canal São Gonçalo apresentaram maior conteúdo de umidade (83,75%) e menor percentual de gorduras (0,34%). Para os Pintados capturados no canal São Gonçalo observou-se maior teor de umidade e menor conteúdo de proteínas.

Dentre as espécies analisadas, os teores de umidade mais elevados foram observados nos pescados provenientes do Canal São Gonçalo. SANTOS et al.(2001)

relatam conteúdos de umidade ainda menores (77,71%) para amostras de Traíras capturadas na Barragem do Campus II da PUC na cidade de Uruguiana.

Pescados de mesma espécie, dependendo do local de captura, podem obter diferentes classificações baseado em seus teores de gordura. Jacquot (1961) classifica o pescado como magro quando o teor de gorduras máximo determinado é de 2,5%, e semigordo quando estes teores encontram-se na faixa de 2,5% a 10%. Assim, dentro desta classificação, a Traíra capturada na Índia Morta recebe a denominação de pescado semigordo enquanto que a Traíra capturadas no São Gonçalo é classificada como pescado magro. Observam-se diferenças marcantes no percentual de gordura para Traíras oriundas de diferentes locais de captura, o que também foi relatado por Celik (2005) ao estudar *Sander lucioperca*. A Traíra é um pescado carnívoro, e a barragem da Índia Morta é um local onde há grande oferta de pescados de pequeno porte como lambaris e alevinos de pintado (Secretaria do Turismo do Uruguai, 2009), entre outros, e portanto, isto pode ter influenciado diretamente no teor de gordura desta espécie.

Para o Pintado, a classificação obtida para o teor de gordura segundo Jacquot (1961) foi distinta e dependente do local de captura. A espécie capturada no canal São Gonçalo recebe a classificação de pescado semigordo - teor lipídico 2,73%; já a espécie proveniente da barragem Índia Morta pode ser classificada como pescado magro com 0,41% de gordura. Gutierrez e Silva (1993) relatam resultados similares ao comparar o conteúdo lipídico de sete espécies de peixes de água-doce oriundos de rios brasileiros, encontrando teor lipídico inferior a 0,41% no filé de pintado. Da mesma forma, pelos estudos realizados por Filho (2008), ao analisar o pintado pantaneiro, o pintado proveniente da Índia Morta pode ser classificado na categoria A, ou seja, com conteúdos inferiores a <5% de lipídios e conteúdo de proteínas entre 15 e 20%. A base da alimentação do pintado é o zooplâncton e provavelmente devido a grande oferta desse alimento na barragem da Índia Morta, em virtude das condições climáticas adequadas ao seu desenvolvimento, tornou possível a conversão do alimento em proteínas e lipídios, o qual foi armazenado sob a forma de tecido adiposo (SMERMAN, 2001; VAL e HONCZARYK, 1995).

O teor de cinzas não variou entre as diferentes espécies e tão pouco quanto ao local de captura de uma mesma espécie.

O conteúdo de proteínas manteve-se praticamente o mesmo nas Traíras oriundas dos diferentes locais de captura. Observou-se maior diferença quanto ao teor de proteínas para o Pintado capturado em diferentes locais revelando maior teor protéico para a amostra capturada no Uruguai (18,01%). Filho (2008) encontrou resultados muito semelhantes ao analisar o pintado da espécie pantaneira (17,9% de proteínas).

Perfil de Ácidos Graxos

Observou-se, a partir dos resultados obtidos para o perfil de ácidos graxos de Traíras capturadas de diferentes locais (Tabela 4), que o local de captura influenciou na proporção relativa dos diferentes ácidos graxos.

Tabela 4: Perfil de Ácidos Graxos (% relativo) de Pintadinho e Traíra de diferentes locais de captura

Ácidos Graxos	Pintadinho (%)		Traíra (%)	
	<i>I.M.</i>	<i>Canal S.G.</i>	<i>I.M.</i>	<i>Canal Rio S.G.</i>
C6:0	0,26	-	-	-
C10:0	-	0,21	-	0,92
C12:0	-	0,30	0,34	0,22
C12:1	-	1,21	0,28	-
C14:0	1,10	2,67	1,67	1,28
C14:1	-	0,66	0,37	0,42
C16:0	33,57	25,04	36,36	22,46
C16:1	8,78	18,58	8,94	3,94
C17:0	-	0,72	0,86	1,43
C17:1	-	0,25	-	-
C18:0	14,20	5,90	-	14,19
C18:1	14,12	29,56	21,73	11,25
C18:2	0,47	2,43	4,57	4,48
C18:3	0,68	2,37	4,09	3,96
C20:0	0,30	0,99	0,95	-
C20:1	-	0,19	-	-
C20:2	0,64	1,04	0,74	1,84
C20:4	-	2,06	6,41	-
C20:5	8,90	0,70	0,66	9,17
C22:0	-	0,39	0,17	0,75
C22:3	0,74	0,54	1,22	1,71
C22:4	-	0,27	0,39	-
C22:6	16,03	1,71	9,72	13,06
C24:0	-	0,44	0,21	-
C24:1	0,20	1,63	0,28	8,87
Total SAT	49,44	35,60	40,37	41,29
MUFA	23,11	52,10	31,59	24,48
PUFA	27,46	11,58	28,04	34,23
Total INSAT	50,56	63,68	59,63	58,71

AG: ácido graxo; TS: total de saturados; TIS: total de insaturados; MUFA: ácidos graxos monoinsaturados; PUFA: ácidos graxos polinsaturados; I.M.: Índia Morta; Canal SG: São Gonçalo

O total de ácidos graxos insaturados foi superior ao total de ácidos graxos saturados em todas as amostras. Todas as amostras revelaram-se excelentes fontes de

ácidos graxos polinsaturados com especial destaque para a Traíra proveniente do Canal São Gonçalo, a qual apresentou o maior conteúdo desses ácidos graxos (34,23% de PUFA's). Houve uma maior variabilidade no conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados em Traíras, os quais foram superiores nas amostras de pescado provenientes da barragem Índia Morta. A proporção dos ácidos linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3) foi muito similar entre as Traíras de diferentes locais, as Traíras capturadas na Índia Morta, no entanto, apresentaram maior conteúdo do ácido araquidônico (C20:4 - 6,41%) e menor proporção dos ácidos eicosapentaenóico (C20:5 - 9,17%) e docosahexaenóico (C22:6 - 13,06%). Estas proporções nos diferentes ácidos graxos foram semelhantes aos encontrados por Andrade et al (2004) que além de linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3) também encontrou o ácido docosahexaenóico (C22:6) o qual não foi identificado neste estudo.

A relação de ácidos graxos saturados:monoinsaturados:polinsaturados encontrada na Traíra de ambos locais é considerada nutricionalmente adequada, (SUAREZ-MAHECHA et al., 2002). Recomenda-se o consumo desta espécie de traíra pois além de ser um pescado semimagro (Jacquot,1961; Stansby,1962) a gordura presente é de alto valor nutritivo devido à presença dos ácidos graxos polinsaturados. Esses ácidos graxos fazem parte do grupo dos ômega (ω) os quais são reconhecidos por seus benefícios à saúde e na prevenção de várias doenças (SUSHCHIK et al. 2007; MNARI et al. 2007; SUAREZ-MAHECHA et al. 2002).

O Pintado apresentou comportamento muito distinto da Traíra em termos de perfil de ácidos graxos e teor de gorduras, no entanto de forma similar, foi verificada a influência do local de captura na proporção de ácidos graxos. A proporção de ácidos graxos insaturados foi bem superior ao teor de ácidos graxos saturados, principalmente em função do alto conteúdo em ácidos graxos monoinsaturados encontrados no Pintado capturado no canal São Gonçalo. No entanto, o total de ácidos graxos saturados foi aproximadamente igual ao total de insaturados para o Pintado oriundo da Índia Morta, principalmente em consequência do alto conteúdo dos ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) e docosahexaenóico (C22:6).

Observa-se que o Pintado oriundo da Índia Morta apresenta uma relação de ácidos graxos saturados:insaturados distinta daquela oriunda do canal São Gonçalo; na

qual a fração de insaturados é aproximadamente o dobro do conteúdo de saturados. Do ponto de vista nutricional a amostra proveniente da barragem Índia Morta apresenta uma relação nutricional satisfatória, pois há equilíbrio entre o conteúdo de ácidos graxos saturados e insaturados presentes, e segundo estudos médicos recentes, deve-se reduzir a ingestão de gorduras saturadas, uma vez que, seu consumo excessivo aumenta o risco de doenças cardiovasculares (KRIS-ETHERTON et al., 2002; WOOD et al., 2003). Entretanto, o Pintado proveniente do São Gonçalo revela comportamento muito diverso, a relação de ácidos graxos saturados:insaturados, apresenta um total de insaturados 1,7 vezes superior ao total de saturados. Do total de ácidos graxos insaturados 11,58% são polinsaturados com principal destaque para o ácido graxo docosatrienóico (C20:5 – 8,90%) e docosaheptaenóico (C22:6 - 16,03%). Diferenças nas proporções de saturados e insaturados, assim como para ácidos graxos polinsaturados, demonstram a influência do local de captura na proporção de ácidos graxos em Pintados.

Os resultados obtidos para o perfil de ácidos graxos em Pintado assemelham-se aos descritos por Suarez-Mahecha et al. (2002), os quais relataram a presença de ácido eicosapentaenóico (EPA C20:5 - 2,97%) e de docosaheptaenóico (DHA C22:6 - 4,29%) estes ácidos graxos foram identificados em maiores proporções no Pintado proveniente da barragem Índia Morta.

Tanto nas amostras de Traíras quanto de Pintados, os ácidos graxos EPA (C20:5) e DHA (C22:6) foram encontrados, sendo excelentes fontes destes o Pintado proveniente da barragem Índia Morta e a Traíra do Canal São Gonçalo. As espécies também são fontes de outros ácidos graxos insaturados, como aqueles que compõem o grupo ω -3 e ω -6. A Traíra apresentou maior conteúdo em ácidos graxos linoléico (C18:2), linolênico (C18:3) e araquidônico (C20:4) e o Pintado, em média apresentou maior conteúdo em ácido oléico (C18:1). As espécies mostraram-se excelentes fontes do ácido graxo palmítico (C16:0) e do ácido oléico (C18:1) esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Luzia (2003) ao estudar, sardinha (*Sardinella spp.*), curimatá (*Prochilodus spp.*) e tilápia (*Oreochromis spp.*), espécies nas quais ocorreu prevalência de ácido palmítico (C16:0).

Observa-se que a Traíra capturada no Uruguai apresentou uma fração total de insaturados (59,63%) superior ao total de saturados (40,36%). Além disso, a fração de polinsaturados (28,04%) é bastante desejável, principalmente porque nele estão incluídos os ácidos graxos como C18:2, C18:3, C20:4 e C22:6. Da mesma forma, a Traíra capturada no Canal São Gonçalo apresentou comportamento semelhante, a fração total de saturados (41,29%) foi inferior a de insaturados (58,71%), sendo que os ácidos graxos polinsaturados estiveram presentes num total de 34,23% destacando-se desses últimos o C18:2, C18:3, C20:5 e o ácido graxo C22:6.

A Traíra proveniente do Uruguai apresentou uma fração considerável do ácido araquidônico (C20:4 - 6,41%), o que não foi verificado na Traíra proveniente do canal São Gonçalo. Observa-se ainda que o percentual de ácido linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3) foi muito similar na Traíra capturada nas duas regiões, ficando em torno de 4,5 e 4,0%, respectivamente. Deve-se destacar que o teor do ácido eicosapentaenóico (C20:5) foi cerca de 8 vezes superior na Traíra proveniente do canal São Gonçalo (9,17%), quando comparada com aquela proveniente do Uruguai (0,66%), mostrando claramente o efeito do local de captura na proporção desses ácidos graxos.

Para o Pintado capturado no Uruguai, o total de ácidos graxos saturados (49,16%) foi muito semelhante ao de ácidos graxos insaturados (50,57%) essa relação é nutricionalmente satisfatória pois a quantidade de gorduras saturadas é praticamente igual ao conteúdo de gorduras insaturadas. Do total de ácidos graxos insaturados 27,47% são polinsaturados com principal destaque para o ácido graxo docosapentaenóico (C20:5 - 8,90%).

No entanto, o Pintado capturado no canal São Gonçalo revelou comportamento muito diverso, sendo o total de ácidos graxos saturados (36,40%) inferior ao total de ácidos graxos insaturados (63,68%) e desse total a proporção de ácidos graxos monoinsaturados (52,10%) foi expressiva. Os ácidos graxos encontrados em maior proporção para o Pintado do São Gonçalo foram o palmítico (C16 - 25,04%), palmitoléico (C16:1 - 18,58%) e oléico (C18:1 - 29,56%). O conteúdo de PUFA (9,87%) diferenciou-se muito daquele encontrado no Pintado oriundo do Uruguai, sendo que os ácidos presentes em maior proporção foram linoléico (C18:2), linolênico (C18:3) e araquidônico (C20:4).

Para a Traíra, observa-se que a proporção de alguns ácidos graxos variou segundo o local de captura, tendo como ácidos graxos em maior proporção e comum aos dois locais, os ácidos palmítico (C16:0) e o oléico (C18:1). Para o Pintado observa-se que os ácidos graxos presentes foram comuns aos dois locais de captura variando apenas a sua proporção.

Segundo Henderson e Tocher apud Just et al. (2003), os ácidos graxos insaturados mais abundantes em espécies de peixes de água-doce são o linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3), os quais estiveram presentes em maior proporção na Traíra em ambos locais de captura. Ao compararem-se os ácidos graxos mais abundantes das espécies em estudo com a Tilápia do Nilo, espécie de grande valor para o sistemas de cultivo em Aqüicultura, (JUST et al., 2003), observa-se que os resultados obtidos foram bastante semelhantes com os deste estudo. Segundo Ramos et al, 2001 apud Suarez-Mahecha et al (2002), o Pintado capturado na Amazônia não é fonte de ácidos graxos polinsaturados, principalmente EPA e DHA, diferentemente do que se observou para o Pintado oriundo da barragem Índia Morta, o qual revelou-se em excelente fonte desses ácidos graxos. ANDRADE et al. (1995), estudando espécies de água doce oriundas da Amazônia encontraram resultados diferentes para a Traíra a qual revelou-se fonte rica de EPA. Entretanto, como nos estudos relatados por Andrade et al (1995), ao estudar a espécie amazônica, a amostra oriunda da barragem Índia Morta também revelou-se excelente fonte de DHA. No entanto, as variações na proporção de ácidos graxos devem-se a inúmeros fatores, tais como temperatura, salinidade, sazonalidade, tipo e disponibilidade de alimento, habitat, estágio de maturidade e variabilidade individual (MNARI et al., 2005).

CONCLUSÕES

O local de captura demonstrou influenciar na maioria dos componentes presentes na composição proximal das duas espécies de Traíra e de Pintado, destacando-se as variações (%) de gordura, umidade e proteínas, sendo a fração de cinzas, a única que se manteve inalterada.

A Traíra e o Pintado obtiveram diferentes classificações quanto ao teor de gordura em função do local de captura.

O perfil de ácido graxos das espécies também foi influenciado pelo local de captura das mesmas. O Pintado oriundo do São Gonçalo apresentou maior conteúdo de ácidos graxos insaturados, mas um conteúdo de ácido docosaheptaenóico (C22:6) inferior ao da espécie oriunda da barragem Índia Morta. As amostras de Traíra oriundas de ambos locais de captura, apresentaram predomínio de ácidos graxos insaturados em relação aos ácidos graxos saturados. Dos ácidos graxos insaturados destacam-se os ácidos linoléico (C18:2), linolênico (C18:3), eicosapentaenóico (C20:5) e docosaheptaenóico (C22:6).

Tanto as Traíras quanto os Pintados apresentaram alto conteúdo dos ácidos palmítico(16:0) e oléico (C18:1).

A relação de ácidos graxos saturados:insaturados foi influenciada pelo local de captura. O Pintado capturado no São Gonçalo revelou maior quantidade de ácidos graxos insaturados em relação ao total de saturados.

Todas as amostras analisadas mostraram-se excelentes fontes de ácidos graxos polinsaturados.

Agradecimentos

A Universidade Federal de Pelotas, em especial aos Laboratórios de Análises Bromatológicas e Laboratório de Análises Cromatográficas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, L.S.; HAYASHI, C.; SOUZA R.S.; SOARES, M.C. **Canibalismo entre larvas de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) cultivadas sob diferentes densidades de estocagem.** Acta Scientiarum Biological Sciences, v.26, n° 3, p.299-302, 2004.

ANDRADE, R.G.; RUBIRA, A.F.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N.E. **Omega-3 fatty acids freshwater from south Brazil.** Journal Am. Oil Chem.Soc. v.72, p.1207-1210, 1995

- AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. 16th Edition. Arlington, 1995.
- CARVALHO, N.L.; FERNANDES, V.H.C.; MOREIRA, S.S.V.; **Alimentação de (*Hoplias malabaricus*) Bloch 1794 (Osteichthyes Erythrinidae) no rio Vermelho, Pantanal Sul-Matogrossense**. Revista Brasileira de Zootecias, v.4, n°2, p.227-236, 2002.
- CALDER, P.C. **Long-chain $n - 3$ fatty acids and cardiovascular disease: further evidence and insights**. Nutrition Research, v.24, p.761 – 772, 2004.
- CELIK, M.; DILER, A.; KÜÇÜKGÜLMEZ, A. **A comparison of the proximate compositions and fatty acid profiles of zander (*Sander lucioperca*) from two different regions and climatic conditions**. Food Chemistry, v. 92, p. 637 – 641, 2005.
- DIPOA/MAPA – **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n° 5, Belo Horizonte, 2007
- ESPER, L.M.; MENEZES, S.M.; ESPER, V. **Escala de desenvolvimento gonadal e tamanho de primeira maturação de fêmeas de *Mugil platanus* Günther, 1880 da Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil**. Acta Biológica Paranaense, v.29, 2000.
- FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, S.P. **A simple methods for the isolation and purification of total lipids from animal tissues**. Journal Biological Chemistry, v.226, p.497-509, 1957
- IBAMA - PNDPA – Programa Nacional de Desenvolvimento da Pesca Amadora. Acesso: junho, 2008 Disponível: www.ibama.gov.br/pndpa
- JACQUOT, R. **Organic constituents of fish and foods**. In: **Fish and food**. v.I Ed.G.Borgsrom, academic Press, New York, USA, p. 144-192, 1961.
- JUSTI, K.C.; HAYASHI, J.V.; VISENTAINER, N.E.; de SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. **The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids**. Food Chemistry, v.80, p. 489-493, 2003
- KRIS-ETHERTON , P.M.; HARRIS, W.S.; APPEL, L.J. **Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease**. Journal of the American Heart Association, v.106, p.2747-2757, 2002.

- LUZIA, A.L.; SAMPAIO, R.G.; CASTELLUCCI, M.N.C.; TORRES, A.F.S.E. **The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish.** Food Chemistry v.83, p. 93-97, 2003
- MARQUES, S.K.D.; GURGEL, B.C.H.; LUCENA, I. **Época de reprodução de *Hoplias malabaricus* Bloch 1794 (Osteichthyes, Erythrinidae) da barragem do rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil.** Revista Brasileira de Zootecias, v.3, nº1, p.61-67, 2001
- MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S.; **Krause: alimentos & nutrição & dietoterapia.** 11th ed. São Paulo, p.1280, 2005
- MNARI, A.; BOUHLEL, I.; CHRAIEF, M.; HAMMAMI, M.; ROMDHANE, M.S.; EL CAFSI, M.; CHAOUCH, A. **Fatty acids in muscles and liver of Tunisian wild and farmed gilthead sea bream, *Sparus aurata*.** Food Chemistry, v.100, p. 1393-1397, 2005
- MENDES FILHO, R.M.; RAMOS, L.I.M.; HIANE, A.P.; SOUZA, M.T. **Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v,28(2), p. 361-356, Campinas, 2008
- QUEROL, V.M.M.; QUEROL, E.; PESSANO, E.; AZEVEDO, L.O.C.; TOMASSONI, D.; BRASIL, L.; LOPES, P.; **Reprodução Natural e Induzida de *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794), em tanques experimentais, na Região de Uruguaiiana, Pampa Brasileiro.** Biodiversidade Pampeana, PUC RS, Uruguaiiana vol.1, p. 46-47, 2003.
- SANTOS, B.A.; MELO, B.F.J.; LOPES, S.R.P.; MALGARIM, B.M.; **Composição Química e Rendimento do filé da traíra (*Hoplias malabaricus*)** Revista da FZVA, Uruguaiiana v.7/8, p.140-150, 2001.
- SMERMAN, W. **Larvicultura de Pintado (*Pseudoplatystoma sp.*) em Alta Floresta – Mato Grosso.** Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.2 nº 1, 2002
- SMERMAN, W. **Efeito da alimentação na fase larval e pós-larval do *Pseudoplatystoma sp.* (Pimelodidae), na Estação de Piscicultura de Alta Floresta – Mato Grosso.** I Encontro PIBIC, 2001; vol.único, Cáceres, 2001.
- STATSOFT, Inc. (2001). STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com.
- STANSBY, M.E. **Proximate composition of fish.** In: **Fish nutrition.** Ed. Heen and R. Kreuzer, fishing News Books Ltd., London, England, p. 1-59, 1962

SUÁREZ-MAHECHA, H.; FRANCISCO, A.; BEIRÃO, L.H.; BLOCK, J.M.; SACCOL, A.; PARDO-CARRASCO, S. **Importância de ácidos graxos polinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana** Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, V.28(1), p. 101-110, 2002

SUSHCHIK, N.N.; GLADYSHEV, M.I.; KALACHOVA, G.S. **Seasonal dynamics of fatty acid content of a common food fish from the Yenisei river, Siberian grayling, *Thymallus arcticus***. Food Chemistry, V. 104, p. 1353-1358, 2007

VAL, A.L.; HONCZARYK, A. **Criando peixes na Amazônia**. Ed.19, Manaus: INPA, p.150, 1995

VISETAINER, 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, V.20 (1), p. 90-93, 2000

WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R.; FISHER, A.V.; CAMPO, M.M.; KASAPIDOU, E.; P.R. SHEARD, M.; ENSER, M. **Effect of fatty acids on meat quality: a review**. Meat Science, V.66, p. 21-32, 2003

ZAMBIAZI, R.C. **The oil endogenous lipid components on vegetable oil stability**. Foods and nutritional science interdepartamental program. Tese de doutorado. University of Manitoba, Winipeg. Manitoba-Canada, p.304, 1997.

Pintado - Guia Litoral Sul – Peixes de Água Doce

disponível em: www.guialitoralsul.com.br/variedades/peixesaguadoce/traira.php

www.guialitoralsul.com.br/variedades/peixesaguadoce/pintado.php

data de acesso: 04/06/2008

Mundo da Pesca – Peixe de Água Doce – Traíra

disponível em: www.pesca.com.br/mundodapesca/peixe/doce/traira.htm

data de acesso: 9/08/2007

Secretaria do Turismo do Uruguai

disponível em: www.turismo.gub.uy

data do acesso: 03/03/2010.

5 CAPÍTULO 2

Efeito do tempo de armazenamento sob congelamento no perfil de ácidos graxos e nas propriedades físicoquímicas de Traíra (*Hoplias malabaricus*) e Jundiá (*Rhamdia quelen*).

TORRES, L.M.^a; ZAMBIAZI, R.^c; CHIATTONE, P.; PACHECO, D.; COSTA, C.

RESUMO. Neste estudo foi caracterizada a composição proximal e o efeito do tempo de armazenamento sob congelamento no perfil de ácidos graxos de Traíra (*Hoplias malabaricus*) e do Jundiá (*Rhamdia quelen*), oriundos do Canal São Gonçalo, região Sul do Rio Grande do Sul. As postas de ambas espécies apresentaram maiores teores protéicos (Traíra 18,51% e Jundiá 17,67%) e de gordura (Traíra 1,07% e Jundiá 2,88%) que nos filés. No entanto, o oposto foi verificado com o teor de umidade (82,84% e 83,99%, respectivamente). Os ácidos graxos predominantes em cortes de Traíra foram o ácido palmítico (C16:0) e o ácido oléico (C18:1), os quais perfazem 50% do total de ácidos graxos. Todas as amostras analisadas mostraram-se excelentes fontes de PUFA's, incluindo a presença dos ácidos linolênico (C18:3), eicosatrienóico (C20:3), eicosatetraenóico (C20:4) e docosahexaenóico (C22:6). O ácido eicosatrienóico (C20:3) foi o mais instável ao tempo de congelamento para ambas espécies, já os ácidos eicosatetraenóico (C20:4) e docosahexaenóico (DHA – C22:6) foram os ácidos graxos menos estáveis no Jundiá. Cortes de Traíra demonstraram maior estabilidade que os cortes de Jundiá durante o armazenamento sob baixa temperatura.

Palavras-chave: ácidos graxos, tempo de estocagem, Traíra, Jundiá

Effect of the time storage in the profile of fatty acids in the Traíra (*Hoplias malabaricus*) and Jundiá (*Rhamdia quelen*) properties.

TORRES, L.M.^a; ZAMBAZI, R.^c; CHIATTONE, P.; PACHECO, D.; COSTA, C.

Abstract:The aim of this study was to assess the proximal composition and the fatty acids during storage time under freezing of Traíra (*Hoplias malabaricus*) and Jundiá (*Rhamdia quelen*) from São Gonçalo waterway, southern region of Rio Grande do Sul. Slices of fish of both species have presented higher protein content (18,51% and Jundiá 17,67%) and fat (Traíra 1,07% and Jundiá 2,88%), than in the fillets. However, the opposite was noticed in relation to humidity content (82,84% and 83,99%, respectively). The predominant fatty acids in Traíra cuts were palmitic acid (C16:0) and oleic acid (C18:1), which represent 50% of the total of fatty acids. All the analyzed samples have shown excellent sources of PUFA'S, including the presence of linoleic acid (C18:3), Eicosatrienoic acid (C20:3), Eicosatrienoic acid (C20:4) and Docosahexaenoic acid (C22:6). Eicosatrienoic acid (C20:3) was the most instable to freezing time for both species, while Eicosatrienoic acid (C20:4) and docosahexaenoic acid (DHA – C22:6) were the less instable fatty acids in Jundiá. Traíra cuts have shown higher stability than Jundiá cuts during storage under low temperatures.

Keywords: fatty acids, storage time, Traíra, Jundiá

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os estudos sobre a composição lipídica de pescados, em especial do grupo omega-3 (ω -3) tem sido intensificados. Os ácidos graxos polinsaturados (PUFAs) ω -6 e ω -3 são reconhecidos como componentes bioquimicamente essenciais na dieta humana (MAHAN e ESCOTT-STUMP e KRAUSE, 2005; BENDIKSEN e JOBLING, 2003). Dentre os PUFAs da família ω -3 destacam-se o ácido graxo eicosapentaenóico (C20:5 EPA) e o ácido docosahexaenóico (C22:6 DHA), os quais são efetivamente sintetizados, apenas, por organismos aquáticos; humanos obtêm esses componentes essenciais unicamente através da dieta (SUSHCHIK et al., 2007). Estes ácidos estão associados a prevenção de doenças tais como, cardiovasculares neurais, hipertensão, psoríase, asma, artrite reumatóide e vários tipos de câncer (SIMOPOULOS, 2004; SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002; KRIS-ETHERTON et al., 2002; CONNOR, 2000); há evidências também de que o conteúdo de ácidos graxos da dieta seja capaz de regular o perfil das células que desempenham funções imunológicas (LUZIA et al., 2003).

Os ácidos graxos ω -3 são encontrados em concentrações mais expressivas em lipídios de pescados e animais marinhos, especialmente aqueles procedentes de regiões frias (VISENTAINER et al., 2000). EPA e DHA são sintetizados através do fitoplâncton, o qual é a base da cadeia alimentar de animais marinhos (CONNOR, 2000). Entretanto, essas plantas podem ser fontes ricas de outros ácidos graxos da família ω -3, com 18 carbonos ALA, dos quais EPA e DHA podem ser sintetizados e assim conferir benefícios a saúde de quem os consome (CONNOR, 2000).

A implementação dos sistemas de cultivo de pescados através da aquicultura e o melhoramento das rações utilizadas nesses sistemas, tem possibilitado que as espécies de água-doce, também representem promissoras fontes de PUFAs (SOUZA et al., 2007; ULIANA et al., 2001).

A Traíra (*Hoplias malabaricus*) é um peixe de água doce, pertencente à família Erythrinidae, amplamente distribuída na região neotropical, ocorrendo em todos os

estados brasileiros (VITORINO et al., 2007). Esta espécie habita ambientes lênticos, possui hábitos bentônicos, sendo encontrado em rios e lagoas, principalmente em ambientes de águas rasas e próximo à vegetação submersa ou marginal (CARVALHO et al., 2002). Ficam mais ativos quando a água está quente, apresentando nesta condição uma desova parcial com alta proliferação (CARVALHO et al., 2002, MARQUES et al., 2001). As Traíras constituem-se em um atrativo para pescadores e apreciadores de carne de pescado e apesar do excesso de espinhas quando jovens, são muito apreciadas como alimento, pois sua carne saborosa apresenta baixo teor de gordura, o que faz dela um alimento saudável (FISHER, 2011; PESCA.TUR, 2010; QUEROL et al, 2003)

O Jundiá (*Rhamdia quelen*) é um peixe da família Siluriforme, onívoro, tendo como alimentação a preferência por peixes, crustáceos, insetos, restos vegetais e detritos orgânicos (CARNEIRO e MIKOS, 2005); apresenta corpo alongado e coberto com couro (FISHBASE, 2010). Esta espécie é abundantemente distribuída na América do Sul, incluindo a região Sul do Rio Grande do Sul. O jundiá é uma das espécies nativas do Rio Grande do Sul e destaca-se por ser uma das mais promissoras, trata-se de um peixe de rápido crescimento, com fácil adaptação à criação intensiva, rústico, facilmente induzido à reprodução, com alta taxa de fecundação, possuindo ainda carne saborosa, com baixo teor de gordura e poucas espinhas (KHUN et al., 2008; ULIANA et al., 2001).

Traíras e Jundiás são espécies que compõem a fauna nativa de lagos, lagoas, rios e barragens do Rio Grande do Sul, e por isso mesmo constituem fonte de renda de pescadores profissionais e amadores. Porém, pouco se sabe sobre estas espécies; estudos referentes à composição de sua carne, perfil de ácidos graxos, estabilidade e conservação de suas propriedades nutracêuticas, são inexistentes. Estes pescados são agradáveis ao paladar do povo gaúcho, mesmo que pelo último senso do IBGE (2002) este seja o Estado que menos consome pescado, cerca de 1,59Kg/per capita/ano.

Sendo assim, uma das formas de estimular o consumo de pescado e agregar valor a estas espécies nativas de Traíras e Jundiás, é conhecer a composição destes pescados tão apreciados, demonstrar o conteúdo em ácidos graxos e com isso suas propriedades nutracêuticas.

O objetivo deste trabalho foi conhecer a composição proximal e o perfil de ácidos graxos, além de avaliar o efeito do tempo de armazenamento sob congelamento sobre a composição lipídica de Traíra e Jundiá, oriundos do Canal São Gonçalo, na região de Pelotas, Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

As amostras de pescado foram adquiridas junto a pescadores locais do Canal São Gonçalo (ligação entre a Lagoa dos Patos e a Lagoa Mirim) na região de Pelotas (sul do Estado do RS, Brasil). A captura foi realizada no mês de junho de 2008.

Logo após a captura, os pescados (30 peixes de cada espécie) foram limpos, e eviscerados. Após porções de filé e postas foram obtidas, acondicionados em embalagens de polietileno flexíveis, identificadas e imediatamente congeladas à temperatura de -18°C por oito meses. Para a realização das análises, porções individualizadas de pescado foram descongeladas em sala aclimatada (temperatura ambiente).

Métodos

Composição proximal e fisico-química

A determinação da composição proximal (proteínas, gorduras, umidade e cinzas), e de pH, Acidez, índice de peróxidos e ácido tiobarbitúrico (TBARS) foram realizadas segundo metodologias descritas pela A.O.A.C. (1995).

Composição em ácidos graxos

A fração lipídica das amostras foi extraída com clorofórmio e metanol na proporção 2:1 v/v, segundo metodologia descrita por FOLCH et al. (1957). Após procedeu-se a esterificação segundo a metodologia descrita por Zambiasi (1997).

O perfil de ácidos graxos foi obtido pela análise em cromatógrafo gasoso-CG (Shimadzu GC-14B), provido com detector FID, com coluna capilar de dimensão 30m x 0,252mm, revestida por filme de 0,25 μm , com fase líquida DB-225. Os dados foram

obtidos e processados com auxílio do software Glass-GC10. 2ML de cada amostra foi injetada manualmente com seringa (PerkinElmer) de capacidade de 10 μ L.

A temperatura do injetor e do detector foi de 250°C. A temperatura inicial do forno foi de 130°C, a qual foi mantida por 1 minuto. A elevação da temperatura foi programada a 3°C/min até alcançar 145°C; após 1,2 °C/min até 165°C e por fim de, 2,5°C/min até 200°C. A cada estágio do programa a temperatura foi mantida por 1,5; 0,5 e 1,5 minutos, respectivamente. O gás de arraste utilizado foi o nitrogênio. Para a identificação dos picos foi utilizado um padrão cromatográfico, a partir de uma mistura de ácidos graxos F.A.M.E. Mix C4-C24 (Tabela 1), Lab. Supelco S.A. (USA).

Tabela 1: Padrão Cromatográfico de Ácidos Graxos

Ácido Graxo	Nome
C4:0	Ácido butírico
C6:0	Ácido capróico
C8:0	Ácido caprílico
C10:0	Ácido cáprico ou ácido decanoico
C11:0	Ácido undecanoico
C12:0	Ácido laurico ou ácido duodecanoico
C13:0	Ácido tridecanoico
C14:0	Ácido mirístico
C15:0	Ácido pentadecanoico
C15:1 cis-10-	Ácido pentadecenoico
C16:0	Ácido palmítico
C16:1	Ácido palmitoleico
C17:0	Ácido heptadecanoico
C17:1 cis-10-	Ácido heptadecanoico
C18:0	Ácido esteárico
C18:1	Ácido oléico
C18:1t	Ácido elaídico
C18:2	Ácido linoleico
C18:2t	Ácido linoleáidico
C18:3	Ácido linolênico
C18:3	Ácido gama linolênico
C20:0	Ácido araquídico
C20:1	Ácido cis-11-eicosenoico
C20:2	Ácido cis-11,14-eicosadienoico
C20:3	Ácido cis-11,14,17-eicosatrienoico
C20:3	Ácido cis-8,11,14-eicosatrienoico
C20:4	Ácido araquidônico
C20:5	Ácido cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoico
C21:0	Ácido heneicosanoico
C22:0	Ácido behênico
C22:1	Ácido erúcico
C22:2	Ácido cis-13,16-docosadienoico
C22:6	Ácido cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico
C23:0	Ácidotricosanoico
C24:0	Ácido lignocérico
C24:1	Ácido nervônico

Delineamento Experimental

Foram analisadas 60 amostras decorrentes do delineamento experimental inteiramente casualizado (2 espécies x 2 cortes x 5 tempos x 3 repetições). Avaliou-se a composição proximal, perfil de ácidos graxos, acidez, índice de peróxidos e ácido tiobarbitúrico.

Tratamento estatístico dos resultados

Os dados foram avaliados pela análise de variância, ao nível de significância de 5%, utilizando-se o módulo ANOVA do sistema de análise estatística para micro computadores STATISTICA, versão 6.0 (STATSOFT, 2001). A comparação de médias para diferenciar os tratamentos foi realizada aplicando-se o teste de Duncan ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição Proximal

Os filés de Traíra e Jundiá apresentaram maiores teores de umidade (82,84% e 83,00%, respectivamente) que as postas (Tabela 2). Na Traíra os teores de umidade foram superiores aos encontrados por Santos et al. (2001) que foi de 77,71%; no entanto o teor de umidade nos filés e nas postas de Jundiá foram inferiores aqueles encontrados por Tavares et al. (2008) que foram 84,53% e 81,55%, respectivamente.

Quanto ao teor protéico, as postas (Traíra:18,51% e Jundiá:17,67%) de ambas espécies apresentaram maiores teores protéicos do que em seus respectivos filés. Isto se deve provavelmente ao processo de filetagem do pescado, onde parte do tecido muscular é seccionado e assim, ocorre, a quebra de pequena porção de proteínas devido a *lise* celular com consequente perdas por exsudação da água intracelular ao ser extravasada arrasta consigo pequena porção de proteínas (PARDI et al., 1993).

Quanto ao teor de gordura, a Traíra apresentou teores mais baixos que o Jundiá, tanto para postas quanto para filés. Devido a este teor de gordura, a Traíra pode ser classificada como pescado magro, uma vez que, os teores de gorduras em

postas (1,07%) e filés (0,75%) são menores que 2,5%, que é o limite superior do percentual de gordura estabelecido por Jacquot (1961) para o pescado ser considerado magro. Santos et al. (2001), também classificam a Traíra como pescado magro, tendo encontrado 0,84% para o filé. Ao avaliar traíras capturadas na barragem do Campus II da PUC Uruguaiana, Santos et al. (2001) encontraram teores superiores de proteínas (20,7%), e cinzas (1,39%). A diferença nos resultados pode ser atribuída pelo fato de que animais jovens apresentam maiores quantidades de espinhas, e por isso o aumento nos teores de cinzas, além disto, uma vez criados em barragem, a oferta de alimento é maior e, portanto ocorre uma maior conversão do alimento em músculo (proteínas).

O Jundiá apresentou teores protéicos diferentes em função do corte; observa-se que as postas (17,67%) são mais ricas em proteínas que seus filés (13,36%). De forma semelhante as postas apresentam maiores teores de gordura que os filés (2,88% e 1,50%, respectivamente). Sabe-se que o Jundiá é um pescado que possui pele (couro), e abaixo do tecido subcutâneo esta espécie possui uma camada lipídica que ao remover a pele, arrasta-se parte dessa gordura. Nas postas ainda restam resíduos dessa pele, já nos filés, estes resíduos são praticamente removidos em sua totalidade, e por consequência encontra-se menores teores lipídicos em filés do que em postas. De modo geral, pode-se classificar o Jundiá como pescado semi magro, segundo Jaquot (1961), pois seus teores de gordura estiveram entre 1,50 – 2,88%. Os resultados obtidos para a composição proximal de Jundiá foram ligeiramente diferentes aos obtidos por Tavares et al. (2008), os quais ao estudarem postas de Jundiá obtiveram teor protéico de 15,42% e teor lipídico de 1,05%.

Tabela 2: Composição proximal de espécies de pescados (média ± erro padrão)*

Pescado	Corte	Umidade	Cinzas	Proteínas	Gordura
Traíra	Posta	79,59 ± 0,20^a	0,88 ± 0,05^a	18,51 ± 0,28^a	1,07 ± 0,16^a
	Filé	82,84 ± 0,09^b	0,53 ± 0,11^b	16,41 ± 0,26^b	0,75 ± 0,05^a
Jundiá	Posta	80,87 ± 0,32^c	0,53 ± 0,02^b	17,67 ± 0,44^a	2,88 ± 0,41^a
	Filé	83,99 ± 0,22^d	0,67 ± 0,06^b	13,36 ± 0,17^c	1,50 ± 0,55^b

* Letras minúsculas diferentes na mesma coluna significam diferença significativa entre colunas;

pH

O Laboratório Nacional de Referência Animal – LANARA (BRASIL, 1981) prevê o limite máximo de pH em 6,45 para carnes de pescado próprias para o consumo imediato, sendo que, acima deste índice, os pescados são considerados em fase inicial de decomposição.

Observa-se que o valor de pH das amostras no tempo zero (Tabela 3, Figuras 1 e 2) apresentaram-se dentro dos limites aceitáveis (até 6,45), com exceção da posta de Traíra (6,55) assegurando o frescor do pescado a ser armazenado sob congelamento.

Tabela 3: pH de espécies de pescado durante o período de estocagem a -18°C (média ± erro padrão)*

Pescado	Corte	pH (Meses)				
		<i>Zero</i>	<i>Dois</i>	<i>Quatro</i>	<i>Seis</i>	<i>Oito</i>
Traíra	Posta	6,55 ± 0,04 ^{aA}	6,86 ± 0,00 ^{aB}	7,00 ± 0,07 ^{aB}	6,68 ± 0,05 ^{aA}	6,98 ± 0,04 ^{aB}
	Filé	6,27 ± 0,01 ^{bA}	6,86 ± 0,01 ^{aB}	6,99 ± 0,03 ^{aBC}	6,65 ± 0,04 ^{aA}	6,96 ± 0,02 ^{aC}
Jundiá	Posta	6,01 ± 0,03 ^{cA}	6,17 ± 0,03 ^{bB}	6,87 ± 0,01 ^{aA}	6,76 ± 0,04 ^{abC}	6,95 ± 0,01 ^{aA}
	Filé	5,99 ± 0,02 ^{cAB}	6,15 ± 0,01 ^{bB}	6,70 ± 0,07 ^{aAB}	6,85 ± 0,06 ^{bA}	7,13 ± 0,06 ^{bB}

*Letras minúsculas diferentes na mesma coluna significam diferença significativa entre colunas; letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as linhas.

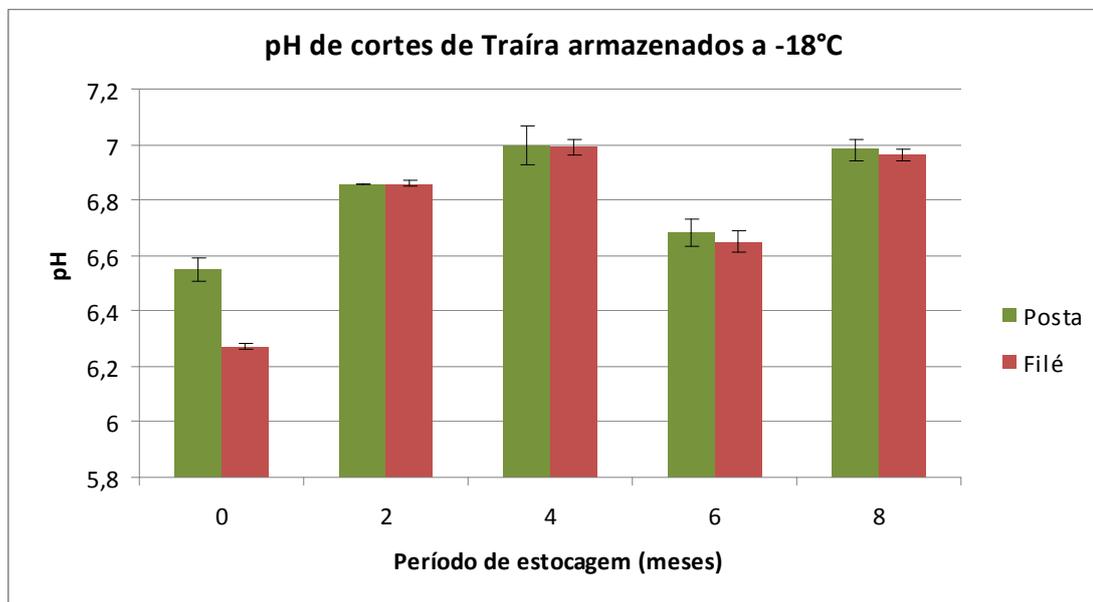


Figura 1: Valores de pH de cortes de Traíra armazenados a -18°C durante 8 meses

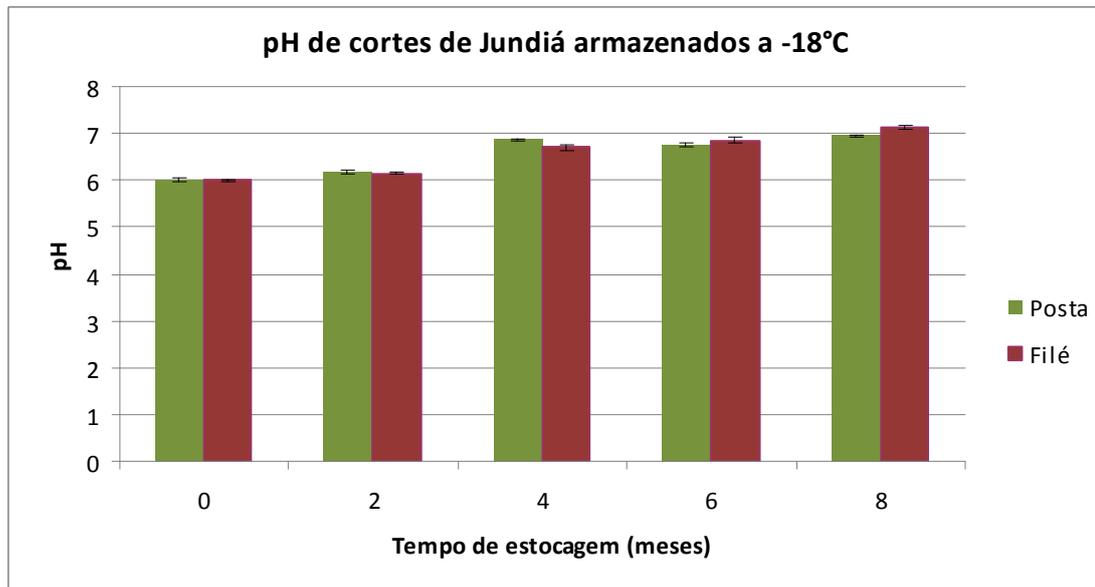


Figura 2: Valores de pH de cortes de Jundiá armazenados a -18°C durante 8 meses

A Traíra foi o pescado que apresentou menor conservabilidade durante o tempo de armazenamento quando o fator analisado foi pH, ou seja, já no segundo mês de armazenamento para ambos os cortes, as amostras alcançaram valores de pH inadequados para consumo, segundo os padrões vigentes. A variação no pH da carne de traíra pode ser atribuído ao comportamento específico deste pescado, porque a Traíra é um peixe bastante ativo quando comparado a outras espécies de água doce. A Traíra quando capturada com rede sofre stress, uma vez que seus opérculos respiratórios ficam apertados impedindo sua respiração (FISHER, 2011). Em virtude disso, ocorre o consumo das reservas de glicogênio (energia), e desta forma o “Rigor mortis” instala-se precocemente, antes que tenha ocorrido a redução do pH, medido em termos de ácido láctico (PARDI, 1993).

A partir do segundo mês de armazenamento sob congelamento todas as amostras apresentaram um incremento ($p < 0,05$) nos valores de pH, com exceção do filé de Jundiá. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Borges et al. (2007), os quais evidenciaram aumento progressivo do pH em função do tempo ao estudar o comportamento de corvina (*Micropogonias furnieri*) congelada. O aumento progressivo do valor do pH pode ser atribuído as inúmeras transformações bioquímicas ocorridas pelo pescado durante os processos de degradação enzimática e bacteriana,

os quais têm como subprodutos compostos nitrogenados tais como trimetilaminas e amônia (HUSS, 1998).

Observa-se que praticamente não houve diferença significativa dos valores de pH entre os diferentes cortes. Ocorre uma ligeira tendência das postas apresentarem valores de pH mais elevado que nos filés. Filés e postas de Traíra apresentaram o mesmo valor de pH aos dois e quatro meses de estocagem, revelando que durante quatro meses de armazenamento sob congelamento as mudanças bioquímicas ocorridas não alteraram a relação de equilíbrio químico capaz de ser percebida pela variação do potencial hidrogeniônico do meio. O Jundiá porém apresentou comportamento distinto, durante os quatro meses de armazenamento as postas apresentaram maior valor de pH, e após este período, o inverso pode ser percebido. Por constituir-se de maior teor de gordura, principalmente em suas postas, o Jundiá está mais susceptível a ação da oxidação pelo frio, e um dos subprodutos desta oxidação são os compostos nitrogenados de baixo peso molecular, os quais por sua vez, contribuem para o aumento do valor de pH (OETTERER, 2004).

Acidez

Observa-se que no pescado fresco (Tabela 4, Figuras 3 e 4), amostras de Traíras e Jundiás apresentaram conteúdo de acidez livre muito próximos, sendo o maior percentual observado em postas de Traíra. Mesmo, assim, as amostras apresentaram valores de acidez dentro dos padrões estabelecidos pela legislação como limites máximos para ácidos graxos livres (AGL) expressos ácido oléico, a qual estipula como valor máximo de 2,5% em óleo de pescado (BELLAVÉR e ZANOTO, 2004).

Tabela 4: Conteúdo de acidez de espécies de pescados durante o período de estocagem a -18°C (média \pm erro padrão)*

Pescado	Corte	Acidez (%) (Meses)				
		Zero	Dois	Quatro	Seis	Oito
Traíra	Posta	$1,23 \pm 4,99^{aA}$	$1,02 \pm 4,76^{aC}$	$0,79 \pm 5,16^{aB}$	$0,86 \pm 0,39^{aB}$	$0,79 \pm 4,53^{aB}$
	Filé	$1,02 \pm 7,78^{abA}$	$1,04 \pm 4,18^{bA}$	$1,05 \pm 5,35^{aA}$	$0,94 \pm 5,48^{bA}$	$0,94 \pm 4,25^{abA}$
Jundiá	Posta	$1,09 \pm 9,33^{bB}$	$0,92 \pm 7,70^{bAB}$	$0,99 \pm 8,21^{aAB}$	$0,75 \pm 4,78^{abA}$	$0,76 \pm 7,94^{aA}$
	Filé	$1,10 \pm 4,07^{bAB}$	$1,05 \pm 4,72^{bAB}$	$1,19 \pm 12,54^{aB}$	$0,93 \pm 4,63^{bAB}$	$0,79 \pm 9,42^{bA}$

* Letras minúsculas diferentes na mesma coluna significam diferença significativa entre colunas; letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as linhas.

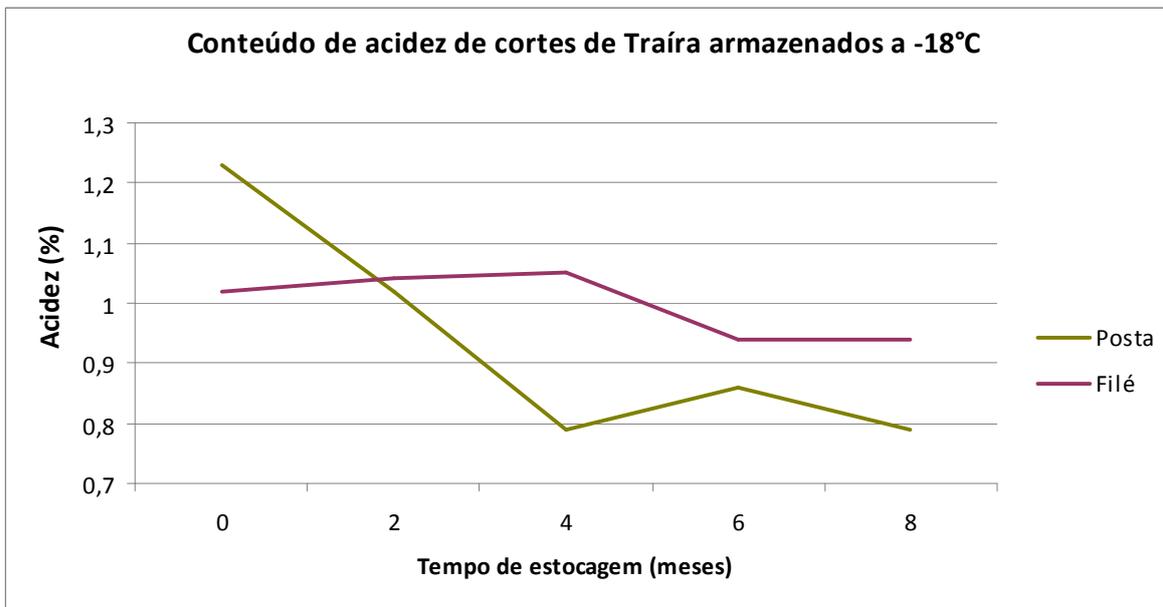


Figura 3: Conteúdo de acidez de cortes de Traíra armazenados -18°C durante 8 meses

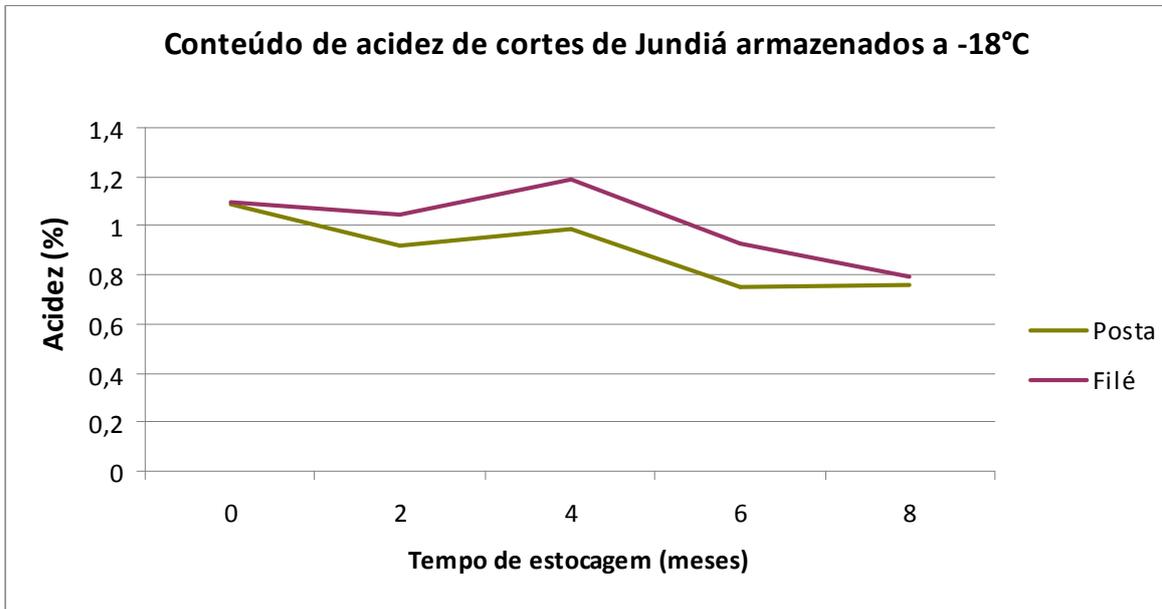


Figura 4: Conteúdo de acidez de cortes de Jundiá armazenados a -18°C durante 8 meses

O tempo influenciou significativamente os níveis de acidez livre no pescado. De modo geral, observou-se uma tendência na redução da acidez decorridos quatro meses de armazenamento nas postas e nos filés de Traíra e no filé de Jundiá. Contudo, postas de Jundiá apresentam menores teores de acidez a partir do segundo mês de armazenamento. Decorridos oito meses de armazenamento tem-se os menores teores de AGL (%) indicando que neste período a rancidez hidrolítica não ocorre de maneira significativa. Embora os filés de pescado possuam maiores teores de umidade e sejam submetidos à ação mecânica favorecendo a ação de lipases, a rancidez hidrolítica não foi mais intensa neste corte. A tendência de queda no valor de acidez das amostras esteve associada a tendência de acréscimo no valor de pH.

Índice de Peróxidos e T.B.A.R.S.

O índice de peróxido é um indicador sensível do estágio inicial de oxidação das gorduras; a presença de peróxidos e hidroperóxidos pode provocar alterações do sabor e odor como resultado da instabilidade lipídica (ZAMBLIAZI, 1997; SILVA et al., 1999).

Segundo Barbi (2003) apud Bellaver e Zanotto (2004) as gorduras para serem consideradas estáveis precisam apresentar valores de índice de peróxido zero (expresso em mEq de peróxido inicial/Kg de gordura). Amostras de pescado fresco seguiram estes preceitos, atestando a estabilidade da gordura presente nos cortes de pescado, como evidenciado na Tabela 5 e Figuras 5 e 6.

Tabela 5: Índice de Peróxidos de espécies de pescados durante o período de estocagem a -18°C (média ± erro padrão)*

Pescado	Corte	Índice de peróxido (mEq de peróxido/Kg de gordura) (Meses)				
		<i>Zero</i>	<i>Dois</i>	<i>Quatro</i>	<i>Seis</i>	<i>Oito</i>
Traíra	Posta	0,00	10,50 ± 0,58 ^{aA}	5,99 ± 0,02 ^{aB}	6,61 ± 0,33 ^{abB}	10,25 ± 0,32 ^{abA}
	Filé	0,00	8,23 ± 0,32 ^{bA}	10,91 ± 0,54 ^{bB}	8,67 ± 0,88 ^{bcA}	11,92 ± 0,02 ^{aB}
Jundiá	Posta	0,00	0,00 ± 0,00 ^{cA}	7,33 ± 0,67 ^{acB}	9,00 ± 0,58 ^{cBC}	9,33 ± 0,66 ^{bc}
	Filé	0,00	6,27 ± 1,21 ^{bA}	7,63 ± 0,36 ^{cBA}	6,29 ± 0,69 ^{aA}	9,66 ± 0,86 ^{bA}

* Letras minúsculas diferentes na mesma coluna significam diferença significativa entre colunas; letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as linhas.

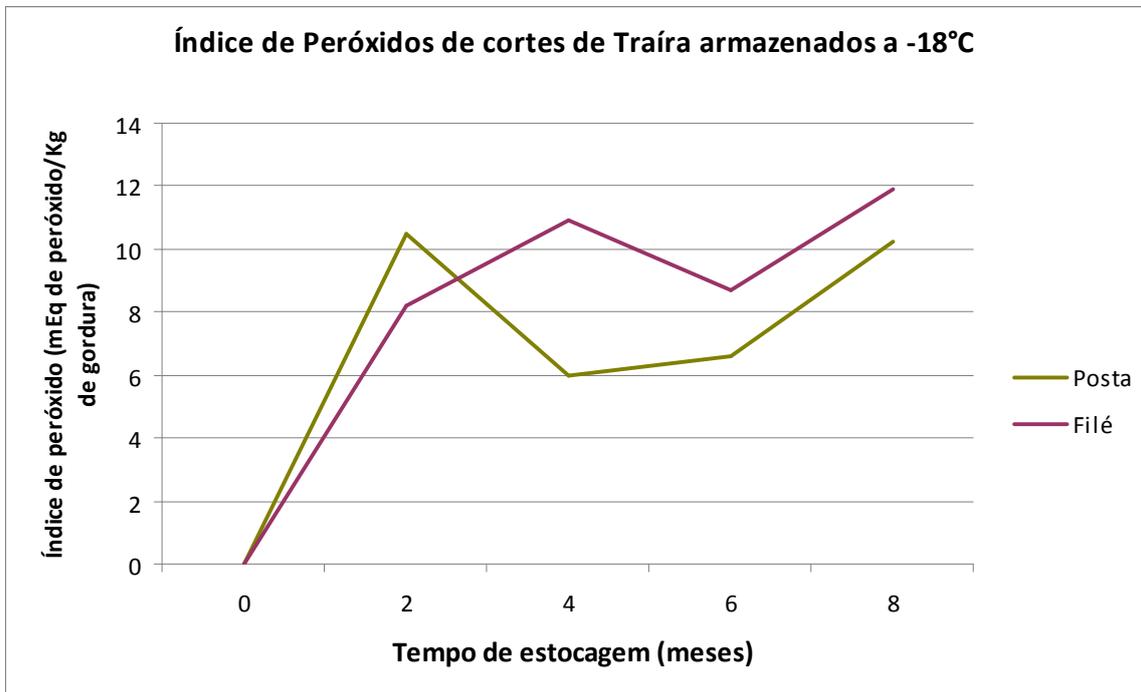


Figura 5: Índice de Peróxidos de cortes de Traíra armazenados a -18°C durante 8 meses

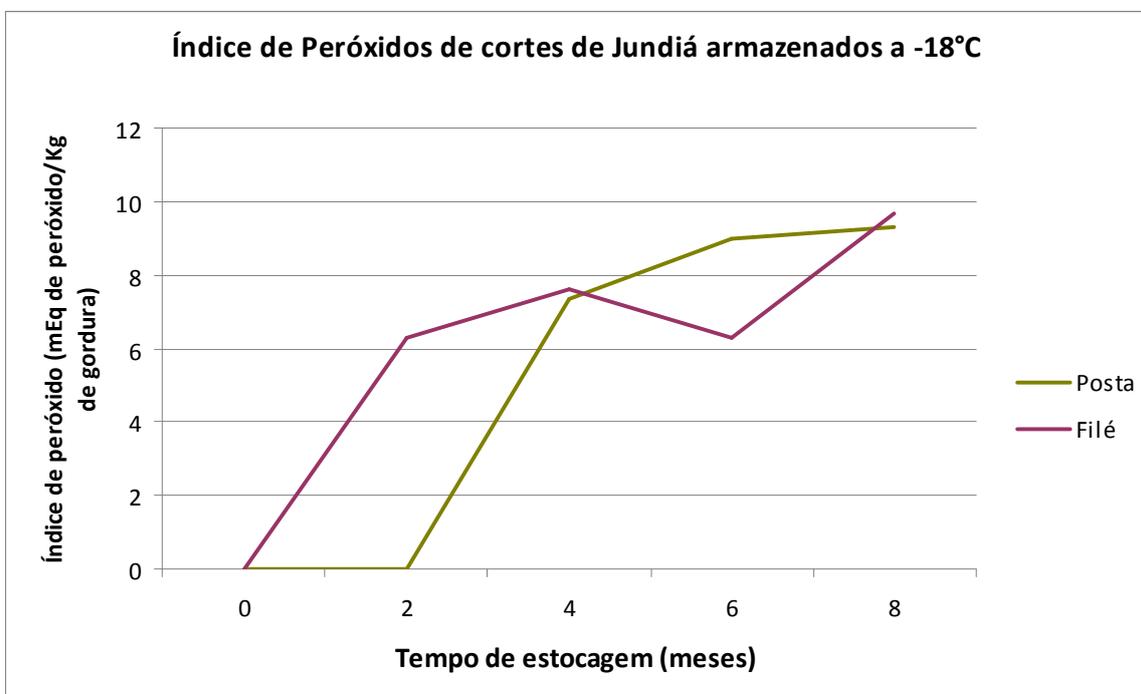


Figura 6: Índice de Peróxidos de cortes de Jundiá armazenados a -18°C durante 8 meses

Produtos primários da oxidação lipídica foram detectados a partir do segundo mês de armazenamento sob congelamento com exceção nas amostras de postas de Jundiá.

Filés de Traíra, postas e filés de Jundiá, apresentaram uma tendência de aumento progressivo no conteúdo de peróxidos durante o período de estocagem. Estes resultados estão de acordo com Zambiasi (1999) o qual relata que uma vez iniciado o processo de auto-oxidação, a formação de peróxidos ocorre de modo contínuo até o momento no qual os peróxidos começam a se degradar em produtos secundários da oxidação lipídica.

Embora a carne de Traíra possa ser classificada como pescado magro, Jaquot (1961), observou-se que as postas deste pescado são mais sensíveis a oxidação lipídica, uma vez que já no segundo mês de estocagem apresentaram elevados índices de peróxidos indicando estágio avançado de degradação lipídica. Já as postas de Jundiá, para o mesmo tempo de armazenamento, não revelam presença de peróxidos e desse modo, pode-se concluir que o processo de degradação ainda não foi iniciado. Uma vez que, Traíras e Jundiás apresentam proporções semelhantes do total de ácidos graxos Insaturados, tanto para postas quanto para filés, seria pouco provável que a oxidação lipídica fosse atribuída às diferentes proporções dos ácidos graxos insaturados presentes. Segundo Silva et al.(1998), a oxidação lipídica depende de uma série de mecanismos reacionais e extremamente complexos, os quais estão relacionados com o tipo de estrutura lipídica e o meio onde esta se encontra, o número e a natureza das insaturações presentes, o tipo de interface entre os lipídios e o oxigênio, a exposição à luz e ao calor, e pela presença de pró-oxidantes ou antioxidantes, que são fatores determinantes para a estabilidade oxidativa dos lipídios.

Segundo Araújo (2008) e Fernández et al. (1997) a determinação do índice de peróxidos é limitada em razão da natureza transitória do peróxido, isto é, sua decomposição em produtos secundários pode subestimar o grau de oxidação, ou seja, baixos valores podem representar o estágio inicial ou avançado da oxidação. No decurso da decomposição de peróxidos compostos de natureza diversa são produzidos tais como aldeídos, cetonas, hidroxíácidos, hidrocarbonetos e polímeros, estes compostos são genericamente designados de produtos secundários (SILVA, et al.,

1999). Em virtude disso, utiliza-se o TBARS como complemento da determinação do Índice de Peróxido para avaliar o estado de oxidação lipídica nas amostras.

Ao comparar-se os valores obtidos para índices de peróxidos (I.P.) e ao conteúdo de T.B.A.R.S (Tabela 6, Figuras 7 e 8) observa-se que no segundo mês de estocagem as amostras apresentaram elevados percentuais de I.P e elevados teores de T.B.A.R.S (medidos em termos de mg Malonaldeído/Kg de amostra) indicando que o processo oxidativo neste período está no auge, com exceção da Posta de Jundiá, a qual não detectou-se presença de peróxidos no referido tempo.

Tabela 6: Conteúdo em ácido Tiobarbitúrico de espécies de pescados durante o período de estocagem a -18°C (média \pm erro padrão)*

Pescado	Corte	TBARS (mg Malonaldeído/kg de amostra) (Meses)				
		<i>Zero</i>	<i>Dois</i>	<i>Quatro</i>	<i>Seis</i>	<i>Oito</i>
Traíra	Posta	0,87 \pm 0,01 ^{aA}	1,08 \pm 0,07 ^{aB}	0,18 \pm 0,01 ^{aC}	0,15 \pm 0,01 ^{aC}	0,13 \pm 0,03 ^{aC}
	Filé	0,81 \pm 0,05 ^{aA}	0,82 \pm 0,11 ^{bA}	0,39 \pm 0,01 ^{bB}	0,28 \pm 0,02 ^{aB}	0,28 \pm 0,02 ^{bB}
Jundiá	Posta	0,68 \pm 0,05 ^{bA}	0,55 \pm 0,03 ^{bAB}	0,45 \pm 0,02 ^{cB}	0,28 \pm 0,02 ^{bC}	0,23 \pm 0,09 ^{aC}
	Filé	0,45 \pm 0,03 ^{cA}	1,02 \pm 0,15 ^{aB}	0,38 \pm 0,02 ^{bA}	0,28 \pm 0,02 ^{bC}	0,21 \pm 0,08 ^{aA}

* Letras minúsculas diferentes na mesma coluna significam diferença significativa entre colunas; letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as linhas.

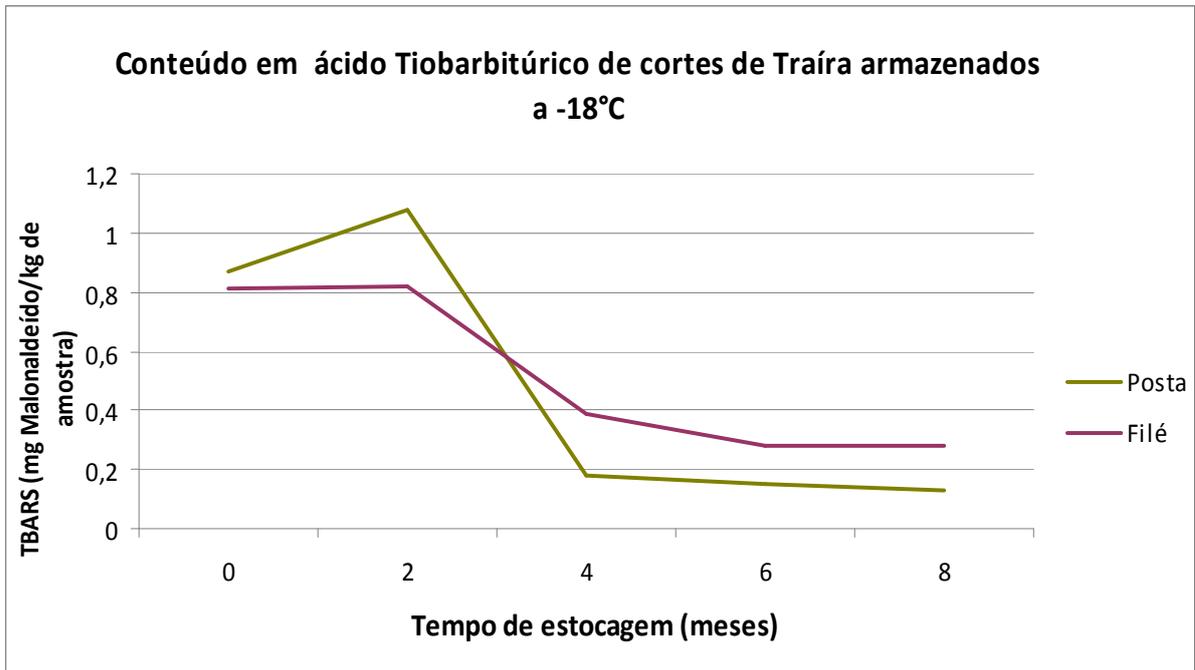


Figura 7: Conteúdo em ácido Tiobarbitúrico de cortes de Traíra armazenados a -18°C durante 8 meses

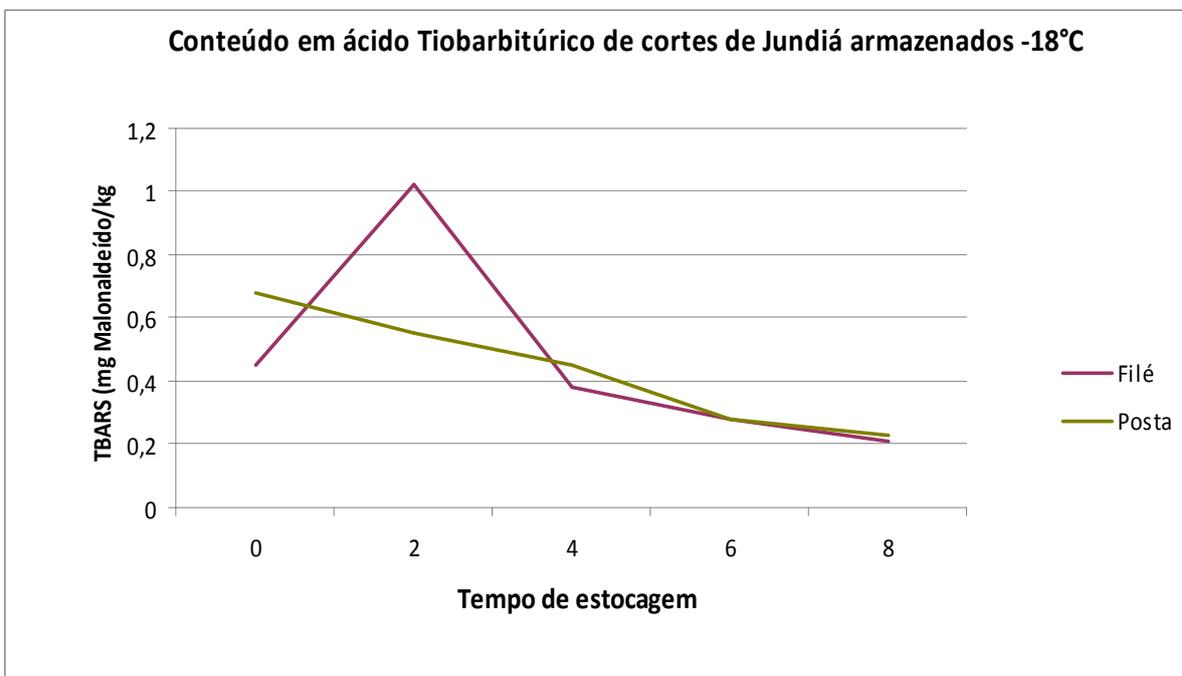


Figura 8: Conteúdo em ácido Tiobarbitúrico de cortes de Jundiá armazenados a -18°C durante 8 meses

A partir do quarto mês de armazenamento observou-se uma tendência de aumento no teor de peróxidos em todas as amostras (Figuras 7 e 8). No entanto, no mesmo período o teor de T.B.A.R.S seguiu uma tendência de decréscimo, indicando que embora estivesse ocorrendo o processo oxidativo (pela formação de peróxidos), os peróxidos se mantiveram relativamente estáveis no meio sem que ocorresse sua degradação proporcional em produtos secundários.

Perfil de Ácidos Graxos

Observa-se que os ácidos graxos predominantes em Traíras, tanto nos filés quanto nas postas foram o ácido palmítico (C16:0) e o ácido oléico (C18:1), os quais perfazem mais de 50% do total dos ácidos graxos. Em quantidades expressivas estão ainda presentes os ácidos palmitoléico (C16:1), ácido esteárico (C18:0), ácido eicosapentaenóico (C20:5) e o ácido docosahexaenóico (C22:6), (Tabela 7).

Tabela 7: Perfil de ácidos graxos (% relativa) em Traíra durante o armazenamento a -18°C

Ácidos Graxos	"0" mês		2 meses		4 meses		6 meses		8 meses	
	Posta	Filé								
C10:0	-	-	0,07	-	-	-	0,28	0,36	-	-
C12:0	0,45	0,29	0,14	-	0,22	-	0,17	0,15	0,13	0,23
C12:1	-	-	0,15	0,12	-	0,62	0,38	0,09	0,20	0,11
C14:0	3,65	2,26	2,17	1,47	2,32	2,89	1,93	1,54	1,59	2,07
C14:1	-	0,22	0,15	-	-	0,56	0,11	-	0,21	-
C16:0	25,99	23,55	20,73	21,33	22,52	31,56	21,81	23,57	22,16	24,24
C16:1	9,89	8,56	7,75	-	8,02	7,21	0,89	6,41	6,67	8,41
C17:0	1,06	1,05	0,72	1,02	0,89	-	0,85	0,81	0,84	0,98
C18:0	8,74	9,60	11,83	15,28	11,28	11,04	0,75	0,68	10,82	9,98
C18:1	24,86	24,03	21,17	18,55	25,58	26,04	39,99	38,02	25,36	25,33
C18:2	3,92	4,29	3,34	4,48	3,86	5,09	3,98	5,43	3,68	5,05
C18:3	2,05	3,12	1,89	3,09	2,45	-	2,55	3,72	1,89	3,63
C20	1,98	1,52	0,98	0,92	0,98	3,54	0,39	0,35	0,51	0,73
C20:1	0,79	-	0,88	0,26	-	-	1,29	0,83	0,79	0,38
C20:2	0,44	-	0,52	0,61	0,66	-	0,74	0,68	0,59	0,47
C20:3	-	0,49	-	-	-	-	-	-	-	0,45
C20:5	6,58	6,86	8,38	10,36	-	8,46	9,88	11,72	9,53	7,15
C22:0	-	-	-	-	-	-	0,19	-	-	-
C22:1	-	-	-	0,18	-	-	0,33	0,39	0,24	-
C22:3	0,89	0,96	1,42	1,27	1,49	1,71	2,36	4,66	1,48	0,82
C22:4	-	0,55	0,47	2,72	0,63	-	0,49	0,58	0,41	0,36
C22:6	7,77	11,38	15,14	16,64	10,61	-	9,38	-	12,32	9,59
C24:0	0,89	0,57	1,29	0,32	8,47	1,30	-	-	0,33	-
C24:1	-	0,67	0,78	1,18	-	-	1,23	-	0,22	-
Total SAT	42,78	38,85	37,94	40,35	46,69	49,02	47,28	37,47	36,38	38,23
MUFA	35,55	33,48	30,88	20,30	33,60	34,42	23,32	35,73	33,70	34,23
PUFA	21,67	27,68	31,18	39,35	19,71	16,56	29,40	26,79	29,92	27,54
Total INSAT	57,22	61,16	62,06	59,65	53,31	50,97	52,72	62,53	63,62	61,77

AG: ácido graxo; TS: total de saturados; TIS: total de insaturados;

MUFA: ácidos graxos monoinsaturados; PUFA: ácidos graxos polinsaturados

As postas e os filés de Traíras frescas apresentam teores expressivos de ácidos graxos polinsaturados, 21,67 e 27,68% respectivamente, sendo também

excelentes fontes de ácidos graxos monoinsaturados (35,55 e 33,48%, respectivamente). Dentre os ácidos graxos polinsaturados foram identificados os ácidos linolênico (C18:3), eicosapentaenóico (C20:5) e o ácido docosohexaenóico (C22:6), ambos da família ω -3.

Embora seja alto o conteúdo de ácidos graxos insaturados, em ambas amostras, a amostra fresca de filé apresentou maior percentual em ácidos graxos insaturados que a amostra de posta, principalmente em função do maior percentual do ácido docosahexaenóico, 11,38% e 7,77% respectivamente).

As proporções de ácidos graxos saturados e insaturados se mantiveram muito próximas durante o período de estocagem sob congelamento para ambas as amostras, ocorrendo pequenas variações, mas sem haver uma tendência clara de acréscimo do total de ácidos graxos saturados ou do total de insaturados. No entanto, para ambas as amostras observou-se a maior proporção do total de ácidos graxos insaturados em relação ao total de ácidos graxos saturados durante todo o período de estocagem. Hedayatifard e Moeini (2004;2007) também encontraram predomínio de ácidos graxos insaturados (84,41%) ao estudarem o Esturjão (*Acipenser stellatus*) estocado sob congelamento. Castro et al. (2007) observaram que amostras sem pele de Carpa (*Cyprinus carpio*), Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e Tambacu (híbrido de tambaqui e pacu) congeladas apresentaram uma redução de ácidos graxos monoinsaturados e aumento do total de ácidos graxos polinsaturados durante o período de armazenamento.

Verificou-se que tanto nas postas quanto nos filés frescos de Traíra (tempo zero), os ácidos graxos insaturados encontrados em maior proporção foram o ácido oléico (C18:1) seguidos do docosohexaenóico (C22:6), ácido palmitoléico (C16:1) e do ácido eicosapentaenóico (C20:5); enquanto que os ácidos graxos saturados majoritários foram os ácidos palmítico (C16:0) e o esteárico (C18:0). Da mesma maneira, não se evidenciou um acréscimo ou decréscimo de algum ácido graxo específico durante o período de estocagem. Embora com algumas oscilações, estas proporções se mantiveram praticamente constantes durante o período de estocagem sob congelamento.

Assim como as Traíras, os Jundiás podem ser considerados boas fontes de ácidos graxos polinsaturados (Tabela 8).

Tabela 8: Perfil de ácidos graxos (% relativa) em Jundiá durante o armazenamento a -18°C

Ácidos Graxos	"0" mês		2 meses		4 meses		6 meses		8 meses	
	Posta	Filé								
C10:0	0,08	-	-	0,06	-	0,83	0,22	0,26	-	-
C12:0	0,11	0,70	0,40	0,54	-	1,62	0,10	0,46	0,12	0,55
C12:1	-	-	0,67	0,91	-	0,70	0,24	0,54	-	0,08
C14:0	2,54	3,66	2,81	2,05	3,01	5,36	2,57	2,68	2,31	2,11
C14:1	0,14	0,39	0,32	0,28	0,36	-	0,48	0,22	0,21	0,19
C16:0	20,95	27,36	26,43	23,52	24,27	29,91	23,51	26,26	27,64	27,37
C16:1	4,48	19,11	14,20	9,88	14,89	19,05	13,98	14,79	13,56	11,18
C17:0	1,05	1,47	0,94	1,23	1,09	1,38	-	1,07	-	0,92
C18:0	0,30	9,74	7,79	13,56	5,56	5,06	13,13	14,32	6,89	11,06
C18:1	34,28	6,47	22,53	18,31	26,89	25,67	22,51	22,40	25,85	25,88
C18:2	12,06	7,19	4,05	4,01	6,05	4,97	6,54	4,93	6,02	7,76
C18:3	9,17	5,18	2,11	2,37	4,20	-	4,25	2,73	4,06	2,67
C20:0	0,53	1,69	1,02	0,33	0,89	2,00	0,53	1,02	0,62	0,91
C20:1	0,37	1,39	0,72	1,08	-	-	-	1,19	0,24	0,99
C20:2	0,41	0,97	0,52	0,76	0,49	-	0,62	0,88	0,57	0,83
C20:3	0,44	1,06	0,69		0,68	-	0,77	-	0,74	-
C20:5	3,73	3,98	6,20	9,63	3,67	-	3,38	-	3,52	-
C22:1	-	-	-	-	-	-	-	0,23	-	-
C22:3	0,76	1,08	1,20	1,90	0,89	-	1,03	1,38	0,97	1,62
C22:4	0,72	0,76	1,13	0,39	-	-	0,39	0,41	0,25	-
C22:6	6,39	4,59	3,78	7,97	7,02	4,13	5,75	4,19	6,43	5,60
C24:0	1,49	3,22	1,27	0,56	-	-	-	-	-	-
C24:1	-	-	1,19	0,61	-	-	-	-	-	0,27
Total SAT	27,05	47,87	40,67	41,87	34,83	46,19	40,06	46,09	37,58	42,92
MUFA	39,27	27,31	39,64	31,09	42,15	45,41	37,21	39,38	39,85	38,61
PUFA	33,68	24,82	19,69	27,04	23,01	9,10	22,73	14,53	22,57	18,47
Total INSAT	72,95	52,13	59,33	58,13	65,16	53,11	59,94	53,91	62,42	57,08

AG: ácido graxo; TS: total de saturados; TIS: total de insaturados;
 MUFA: ácidos graxos monoinsaturados; PUFA: ácidos graxos polinsaturados

As postas de Jundiá demonstraram maiores proporções de ácidos graxos insaturados que os filés, principalmente em função de teores mais elevados dos ácidos oléico (C18:1), linolênico (C18:3) e docohexaenóico (C22:6). Em contra partida, o teor dos ácidos palmítico (C16:0) e palmitoleico (C16:1) foram superiores nas amostras de filé.

Na literatura são descritos diferentes proporções de PUFA's em pescados. Castro et al (2007) observaram em Tambacu, espécie de água doce, a presença de 21% de PUFA'S; Just et al. (2003) relatam teores mais elevados de PUFA's, 55,6% em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*); e Mnari et al. (2007) relatam teores de PUFA's de 35,16% em "Gilthea sea bream (*Sparus aurata*).

O ácido graxo polinsaturados mais susceptível ao tempo de armazenamento sob congelamento, em amostras de filés de Jundiá, foi o ácido eicosapentaenóico (C20:5), o qual não foi detectado após 4 meses de estocagem. Em ambos os cortes observou-se uma tendência de decréscimo no conteúdo dos ácidos linoléico (C18:2), e inclusive um incremento e linolênico (C18:3), principalmente ao segundo mês de estocagem. Comportamento similar foi observado por Castro et al. (2007) ao estudar o congelamento de Carpa (*Cyprinus carpio*) sem pele, onde verificou a redução da percentagem do ácido linoléico (C18:2) e inclusive um incremento no teor do ácido docosohexaenóico (C22:6), após 15 dias de armazenamento sob congelamento.

De modo geral, constatou-se neste estudo que os ácidos graxos insaturados em Jundiá tendem a reduzir suas proporções durante o período de armazenamento em relação ao conteúdo inicial destes ácidos graxos. Em filés de Jundiá, o ácido oléico (C18:1) apresentou sua proporção quadruplicada em oito meses de estocagem, porém o ácido alfa linoléico (C18:3) reduziu-se a metade para o mesmo período. Em contrapartida, alguns ácidos graxos saturados, como o palmítico (C16:0) tiveram suas proporções incrementadas. Postas de Jundiá, também revelaram aumento nas proporções de ácidos graxos saturados como o ácido palmítico (C16:0); contudo foi o ácido esteárico (C18:0) quem revelou maior aumento, sua proporção aumentou seis vezes em relação a amostra fresca. Como era de se esperar os ácidos graxos insaturados reduziram suas proporções, sendo que o ácido linoléico (C18:2) e o ácido linolênico (C18:3) reduziram a metade suas proporções em oito meses de

armazenamento. Resultados semelhantes obtiveram Hedayatifard e Moeini (2007), ao estudarem a perda de ácidos graxos omega-3 em Esturjão congelados por 12 meses a -22°C . Segundo os autores houve redução no total de ácidos graxos insaturados durante o tempo de estocagem 84,41% e 74,45%, antes e após o congelamento. Além disso, para o Esturjão, os ácidos graxos mais sensíveis ao período de armazenamento foram o ácido linolênico (7,75% para 1,06%) e DHA (3,53% para 2,46%), os quais reduziram suas proporções; em contrapartida, o ácido araquidônico elevou sua participação de 0,51% para 1,07% durante o armazenamento.

Diferentemente, de Jundiás, os cortes de Traíra não apresentaram grandes variações nas proporções de seus ácidos graxos, sejam eles saturados ou insaturados, demonstrando dessa forma, maior estabilidade frente ao armazenamento sob baixa temperatura por longo período. Postas de Traíra apresentaram pequena redução na proporção de ácido palmítico (C16:0), sendo bastante significativa no sexto mês de estocagem. Mantendo a tendência de pequena variação, o ácido oléico (C18:1), presente nas postas de Traíra, revelou incremento em sua proporção. De forma semelhante revelou-se o perfil de ácidos graxos em filés de Traíra, apresentando pequena variação durante o período de estocagem, tendo o ácido graxo palmítico (C16:0) apresentado pequena redução em sua proporção enquanto o ácido esteárico (C18:0) apresentou ligeiro aumento. Resultados distintos obtiveram Hedayatifard e Moeini (2004) ao estudarem Esturjão da Pérsia (*Acipenser persicus*), onde os ácidos graxos mais sensíveis ao período de armazenamento ($-22^{\circ}\text{C}/12$ meses) foram o ácido oléico (C18:1) e o ácido linoléico (C18:2), os quais passaram por reduções em suas proporções de 40,27% e 1,65%, respectivamente.

As maiores alterações no perfil de ácidos graxos do Jundiá durante o período de estocagem, quando comparado com o perfil de ácidos graxos da Traíra, podem estar associados a diferença na proporção dos ácidos graxos entre as duas espécies.

Tanto as postas quanto os filés de Jundiá apresentaram maior proporção de ácidos linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3) do que os mesmos cortes de Traíra. No entanto, os cortes de Traíra apresentaram proporções superiores nos ácidos eicosapentaenóico (C20:5) e do ácido docosahexaenóico (C22:6).

CONCLUSÕES

Teores mais baixos de gordura foram obtidos para a Traíra, tanto para postas quanto para filés quando comparado ao Jundiá.

O Jundiá apresentou diferente composição quanto ao corte, às postas (17,67%) são mais ricas em proteínas que seus filés (13,36%), assim como, no teor de gorduras de 2,88% nas postas e de 1,50% nos filés.

A Traíra apresentou menor estabilidade ao tempo de armazenamento, 2 meses, quando o fator analisado foi pH.

Postas e filés de Traíra, assim como filés de Jundiá tenderam a reduzir a acidez após o quarto mês de armazenamento, contudo, postas de Jundiá apresentam redução já no segundo mês.

Os elevados valores de peróxidos e tbars, segundo mês de estocagem, indicam que as amostras estão no auge do processo oxidativo, com exceção da Posta de Jundiá.

Os ácidos graxos predominantes em amostras de Traíras foram o ácido palmítico (C16:0) e o ácido oléico (C18:1), os quais perfazem mais de 50% do total dos ácidos graxos. Em quantidades expressivas estão ainda presentes os ácidos palmitoléico (C16:1), esteárico (C18:0), eicosapentaenóico (C20:5) e o ácido docosahexaenóico (C22:6).

Postas e filés de Traíras e Jundiá são excelentes fontes de ácidos graxos monoinsaturados e de polinsaturados. Em todas as amostras o total de ácidos graxos insaturados foi sempre superior ao total de ácidos graxos saturados durante o período de estocagem sob congelamento.

Encontrou-se, em maior proporção, em postas frescas de Jundiá, o ácido oléico (C18:1 – 34,28%), seguidos do ácido palmítico (C16:0 – 20,95%) e do ácido linoléico (C18:2 – 12,06%). Em filés de Jundiá o componente majoritário foi o ácido palmítico (C16:0 – 27,36%), seguido do ácido linoléico (C18:2 – 7,19%) e do ácido oléico (C18:1 – 6,47%).

O ácido graxo polinsaturados mais susceptível ao tempo de armazenamento sob congelamento, em amostras de filés de Jundiá, foi o ácido eicosapentaenóico (C20:5).

Os cortes de Traíra não apresentaram grandes variações nas proporções de seus ácidos graxos, sejam eles saturados ou insaturados, demonstrando dessa forma, maior estabilidade frente ao armazenamento sob baixa temperatura por longo período.

Agradecimentos

A Universidade Federal de Pelotas, em especial aos Laboratórios de Análises Bromatológicas e Laboratório de Análises Cromatográficas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, N.M.; BATISTA, G.M.; KODAIRA, M.; LESSI, E. **Alterações *post-mortem* em tambaqui (*Colossoma macropomum*) conservados em gelo**. Revista Ciência Rural, v.36, n°4, p.1288-1293, 2006.

AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. 16th Edition. Arlington, 1995.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de Alimentos – Teoria e Prática**. Editora UFV, v. único, 4ª edição, 2008.

BELLAVER, C. e ZANOTTO, D. **Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos de origem animal**. Palestra apresentada na Conferência APINCO – Santos, SP, 2004

BENDIKSEN, E.Á.; JOBLING, M. **Effects of temperature and feed composition on essential fatty acid (n-3 and n-6) retention in Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) parr**. Fish Physiology and Biochemistry, v.29, p.133-140, 2003.

BORGES, A.; TEIXEIRA, M.S.; FREITAS, M.Q.; FRANCO, R.M.; MÁRSICO, E.T.; SÃO CLEMENTE, S.C. **Qualidade da corvina (*Micropogonias furnieri*) eviscerada em**

diferentes períodos de estocagem a 0°C. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n°1, p.259-264, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Laboratório de Referência Animal. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes.** Brasil: Ministério da Agricultura, v.2, cap.11 (Pescado Fresco), 1981.

CALDER, P.C. **Long-chain $n - 3$ fatty acids and cardiovascular disease: further evidence and insights.** *Nutrition Research*, v.24, p.761-772, 2004.

CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J.D. **Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*).** *Revista Ciência Rural*, v.35, n.1, p.187-191, 2005.

CARVALHO, N.L.; FERNANDES, V.H.C.; MOREIRA, S.S.V.; **Alimentação de (*Hoplias malabaricus*) Bloch 1794 (*Osteichthyes Erythrinidae*) no rio Vermelho, Pantanal Sul-Matogrossense.** *Revista Brasileira de Zootecias*, v.4, n.2, p.227-236, 2002.

CASTRO, F.A.F.C.; SANT'ANA, H.M.P.; CAMPOS, F.M.; COSTA, N.M.B.; SILVA, M.T.C.; SALARO, A.L.; FRANCESCHINI, S.C.C. **Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes.** v.103, p.1080-1090, 2007.

CONNOR WILLIAN E. **Importance of n-3 fatty acids in health and disease.** *American Journal Clinical Nutrition*, v.71, p.171-175, 2000.

FERNÁNDEZ, J.; PÉREZ-ALVAREZ, J.A.; FERNÁNDEZ-LOPEZ, J.A. **Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat.** *Food Chemistry*, v.59, p.345-353, 1997.

FISHBASE – JUNDIÁ –

Disponível em: <http://www.fishbase.org> Acesso em: 21/10/2010.

FISHER, Martin. CEPEN – **Coluna do Pescador “O Jundiá”.** Disponível em: <http://www.cepen.com.br> Acesso em: 11/01/2011

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, S.P. **A simple methods for the isolation and purification of total lipids from animal tissues.** *Journal Biological Chemistry*, v.226, p.497-509, 1957

HEDAYATIFARD, M.; MOEINI, S. **Loss of Omega-3 fatty acids of Sturgeon (*Acipenser stellatus*) during cold storage.** *International Journal of Agriculture & Biology*, v.9, n.4, p. 598-601, 2007.

- HEDAYATIFARD, M.; MOEINI, S. **Quantitative and qualitative identification of the fatty acids in Persian Sturgeon (*Acipenser persicus*) and effect of long term freezing on them.** Journal of Agricultural Science (University of Tabriz), v.14, n.3, p.123-132, 2004.
- HUSS, H.H. **El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad.** In:FAO. Manual de Capacitación Preparado por el Programa de Capacitación FAO/DANIDA em Tecnología Pesquera y Control de Calidad. Roma: FAO, v.29, 1988.
- IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela>> Acesso em: 24/08/2010
- JACQUOT, R. **Organic constituents of fish and foods.** In: **Fish and food.** v.1 Ed.G.Borgstrom, academic Press, New York, USA, p. 144-192, 1961.
- KHUN, C.R.; TORRES, L.M.; ALFARO, A.T.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C.; SOARES, G.J.D. **Avaliação reológica e fisicoquímica da gelificação térmica do surimi de jundiá.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, n.12, p.1793-1798, 2008
- KRIS-ETHERTON , P.M.; HARRIS, W.S.; APPEL, L.J. **Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease.** Journal of the American Heart Association, v.106, p.2747-2757, 2002.
- JUSTI, K.C.; HAYASHI, C.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. **The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids.** Food Chemistry, V. 80, p.489-493, 2003
- LUZIA, A.L.; SAMPAIO, R.G.; CASTELLUCCI, M.N.C.; TORRES, A.F.S.E. **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.; ESCOTT-STUMP, S.; **Krause: alimentos & nutrição & dietoterapia.** 11th Ed.Roca, São Paulo, p.1280, 2005
- MARQUES, S.K.D.; GURGEL, B.C.H.; LUCENA, I. **Época de reprodução de *Hoplias malabaricus* Bloch 1794 (Osteichthyes, Erythrinidae) da barragem do Rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil.** Revista Brasileira de Zootecias, v.3, n.1, p.61-67, 2001

Mundo da Pesca – Peixe de Água Doce – Traíra.

Disponível em: <<http://www.pesca.com.br/mundodapesca/peixe/doce/traira.htm>>

Acesso em: 9/08/2007

OETTERER, M. **Aula: Tecnologia de pescado.** Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiros, 2004. Disponível em:

<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/download_arquivos.html>

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F. dos; SOUZA, E.R. de; PARDI, H.S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne.** Editora da Universidade Federal de Goiânia, EDU, v.1, p.586, 1993.

PESCA.TUR – TRAÍRA – Disponível em:

<<http://www.pesca.tur.br>> Acesso em: 25/10/2010

QUEROL, V.M.M; QUEROL, E.; PESSANO, E.; AZEVEDO, L.O.C.; TOMASSONI, D.; BRASIL, L.; LOPES, P.; **Reprodução Natural e Induzida de *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794), em tanques experimentais, na Região de Uruguaiana, Pampa Brasileiro.** Revista Acadêmica Biodiversidade Pampeana da PUC RS - Uruguaiana, v.1, p. 46-47, 2003.

SANTOS, B.A.; MELO, B.F.J.; LOPES, S.R.P.; MALGARIM, B.M.; **Composição Química e Rendimento do filé da traíra (*Hoplias malabaricus*)** Revista da Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia da PUC RS - Uruguaiana v.7, n.8, p.140-150, 2001.

SILVA, F.A.M.; BORGES, M.F.M.; FERREIRA, M.A. **Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante.** Química Nova, v.22, nº1, 1999.

SIMOPOULOS, A.P. **Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases.** Food Rev. Inter. v. 20, n.1, p. 77-90, 2004

SOARES, V.F.M.; VALE, S.R.; JUNQUEIRA, R.G.; GLÓRIA, M.B.A. **Teores de histamina e qualidade físico-química e sensorial de filé de peixe congelado.** Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, v.18, n.4, 1998.

SOUZA, S.M.G; ANIDO, R.J.V.; TOGNON, F.C. **Ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 na nutrição de peixes – fontes e relações.** Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v.6, n. 1, p.63-71, 2007

- STATSOFT, Inc. (2001). STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com.
- SUÁREZ-MAHECHA, H.; FRANCISCO, A.; BEIRÃO, L.H.; BLOCK, J.M.; SACCOL, A.; PARDO-CARRASCO, S. **Importância de ácidos graxos polinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana**. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, v.28, n.1, p.101-110, 2002
- SUSHCHIK, N.N.; GLADYSHEV, M.I.; KALACHOVA, G.S. **Seasonal dynamics of fatty acid content of a common food fish from the Yenisei river, Siberian grayling, *Thymallus arcticus***. Food Chemistry, v. 104, p.1353-1358, 2007
- TAVARES, M.; TORRES, L.M.; KHUN, C.R. **Caracterização físicoquímica de espécies comerciais de pescado marinho e de água-doce da Região Sul do Rio Grande do Sul**. III Jornada da Produção Científica da Educação Profissional e Tecnológica da Região Sul – Cefet – Pelotas, 2008
- ULIANA, O.; SILVA, J.H.S.; NETO, J.R. **Diferentes fontes de lipídios testadas na criação de larvas de Jundiá (*Rhamdia quelen*), PISCES, PIMELODIDAE**. Ciência Rural da Universidade Federal de Santa Maria, v.31, n.1, p.129-133, 2001.
- VISENTAINER, J.V.; CARVALHO, P.O.; IKEGAKI, M.; PARK, Y.K. **Concentração de ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenoico (DHA) em peixes marinhos da costa brasileira**. Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, v.20, n.1, p.90-93, 2000.
- VITORINO, C.A.; SILVA, L.P.; VENERE, P.C.; SOUZA, I.L. **Citogeografia dos peixes erythrinideos *Hoplias malabaricus* (traíra) e *Hoplerythrinus unitaeniatus* (jeju) do médio Araguaia**. Sociedade de Ecologia do Brasil (SEB), Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, MG, 2007.
- ZAMBIAZI, R.C. **The oil endogenous lipid components on vegetable oil stability**. Foods and nutritional science interdepartmental program. Tese de doutorado. University of Manitoba, Winipeg. Manitoba-Canada, p.304, 1997.

6 CAPÍTULO 3

Perfil de Ácidos Graxos e Composição Proximal de Traíra (*Hoplias malabaricus*), Jundiá (*Rhamdia quelen*) e Pintadinho (sem classificação) provenientes do Canal do São Gonçalo - Região Sul do Rio Grande do Sul.

TORRES, L.M.; ZAMBIAZI, R.C; PACHECO, D.; NORA, C.D. ; COSTA, C.

RESUMO. Neste estudo foram analisados a composição proximal e perfil de ácidos graxos de porções do músculo e fígado de Traíra (*Hoplias malabaricus*), Jundiá (*Rhamdia quelen*) e do Pintadinho (sem classificação), oriundos do Canal São Gonçalo, região Sul do Rio Grande do Sul. Traíras e Jundiás apresentaram teores de umidade mais elevados do que o Pintadinho. A carne de Traíra pode ser considerada magra (0,85% de gordura), assim como, a de Jundiá (1,32% de gordura), já o Pintadinho classifica-se como pescado gordo (5,48%). A Traíra é, entre os pescados em estudo, a que apresenta maior conteúdo em proteínas (14,57%). As amostras analisadas são excelentes fontes de MUFA's, com teores variando de 14% a 39%. O teor de MUFA's foi diferenciado quando comparados postas e fígados, em Traíras a maior proporção esteve presente no fígado (35,65%), enquanto no Jundiá, a posta conteve a maior proporção (39,24%). O MUFA predominante em todas as amostras foi o ácido oléico (C18:1). As espécies revelaram-se excelentes fontes de PUFA's, com teores variando de 7 a 43%. O ácido linolênico (C18:3) foi encontrado em todas espécies com proporções acima de 1,65%, com exceção do fígado de Traíra. O ácido eicosapentaenóico (C20:5) foi encontrado em maior proporção em Traíra, tanto em postas quanto no fígado (9,21% e 7,42%, respectivamente). No Jundiá houve predomínio dos ácidos linolênico (C18:3 – 4,51%) em postas, já no fígado o representante majoritário foi o ácido eicosapentaenóico (C20:5 – 9,85%). Na posta de Pintadinho predominaram os ácidos linoléico (C18:2) e araquidônico (C20:4), e no fígado o ácido eicosapentaenóico (C20:5), mas todos com teores inferiores a 1,7%.

Palavras-chave: ácidos graxos, músculo, fígado, Traíra, Jundiá , Pintadinho

Fatty acid profile and proximal composition of Traíra (*Hoplias malabaricus*), Jundiá (*Rhamdia quelen*) and Pintadinho (not classified) from São Gonçalo waterway – Southern region of Rio Grande do Sul

TORRES, L.M.; ZAMBIAZI, R.C; NORA, C.D. ; COSTA, C.

ABSTRACT: The aim of this study was to analyze the proximal composition and fatty acids profile of muscle and liver portions of Traíra (*Hoplias malabaricus*), Jundiá (*Rhamdia quelen*) and Pintadinho (not classified), all from São Gonçalo waterway – Southern region of Rio Grande do Sul. Traíras and Jundiás have shown more elevated moisture content than Pintadinho. Traíra meat can be considered thin (0,85% of fat), as well as Jundiá's (1,32% of fat), while Pintadinho is classified as being fat (5,48%). Among the fishes studied, Traíra is the richest in proteins (14,57%). The analyzed samples are excellent sources of MUFA's, with contents ranging from 14% to 39%. MUFA's content of slices and livers of fishes was differentiated in Traíras the biggest proportion was present in liver (35,65%), while in Jundiá, the slices of fish had the biggest proportion (39,24%). The predominant MUFA in all samples was the oleic acid (C18:1). The species have shown being excellent PUFA's sources with contents ranging from 7 to 43%. The linoleic acid (C18:3) was found in all species with proportions above 1,65%, except from Traíra liver. The eicosapentaenoic acid (C20:5) was found in bigger proportion in Traíra, in slices of fish as well as in liver (9,21% and 7,42%, respectively). For Jundiá there was predominance of linoleic acids (C18:3 – 4,51%) in slices of fish, while in liver the most representative was eicosapentaenoic acid (C20:5 – 9,85%). In the slices of Pintadinho there was predominance of linoleic acids (C18:2) and arachidonic acid (C20:4), and in the liver, the eicosapentaenoic acid (C20:5).

Keywords: fatty acid, muscles, liver, Traíra, Jundiá, Pintadinho

INTRODUÇÃO

Os ácidos graxos estão presentes nas mais diversas formas de vida, desempenhando importantes funções na estrutura das membranas celulares e nos processos metabólicos. Em humanos, os ácidos graxos linoléico (C18:2 – ALA) e alfa-linolênico (C18:3 - AAL) são necessários para manter condições normais, nas membranas celulares, nas funções cerebrais e na transmissão de impulsos nervosos. Esses ácidos graxos também participam da transferência de oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, da síntese da hemoglobina e da divisão celular (MARTIN et al., 2006, CALDER, 2004). Além disso, estudos recentes têm demonstrado que o alto consumo de omega-3 durante a gravidez reduz os fatores de risco de pré-eclampsia (CARUGHI, 2010).

O consumo de pescados está associado à baixa incidência de doenças cardiovasculares devido ao seu alto teor de ácidos graxos polinsaturados, principalmente os ômega-3 (JUST et al, 2005). Os Ácidos Graxos Polinsaturados (PUFAs) n-3, além de prevenir doenças cardiovasculares e desordens autoimunes, também desempenham efeito anti-inflamatório e anti-trombótico (MNARI et al, 2005; CONNOR, 2000; LIMA et al, 2000). Destacam-se entre os PUFAs n-3, o ácido eicosapentaenoico (C20:5 – EPA) e o ácido docosahexaenóico (C22:6 – DHA), os quais são efetivamente sintetizados somente por organismos aquáticos. (SUSHCHIK et al., 2007; MARTIN, et al., 2006; MAHAN e ESCOTT-STUMP e KRAUSE, 2005). Deste modo, o óleo de peixe é considerado a maior e melhor fonte de PUFA's (MNARI et al., 2005).

A Traíra (*Hoplias malabaricus*) é um peixe neotropical pertencente a família Erythrinidae, que inclui pelo menos 10 espécies distribuídas em três gêneros. Esta espécie ocorre principalmente em ambientes lênticos, possui hábitos bentônicos, sendo encontrada comumente em rios e lagoas, incluindo ambientes de águas rasas e próximo a vegetação submersa ou marginal (QUEROL et al, 2003; CARVALHO et al., 2002; MARQUES et al., 2001).

Assim como a Traíra, o Jundiá (*Rhamdia quelen*) é bastante apreciado pelos consumidores gaúchos, por apresentar carne saborosa com baixo teor de gordura e com poucas espinhas (ULIANA et al., 2001). Esta espécie pertencente a família Siluridae, pode ser encontrado facilmente no Estado do Rio Grande do Sul, e devido a sua rusticidade, apresenta rápido crescimento, e altas taxas de fecundação. Essa espécie tem demonstrado grande potencial para o desenvolvimento em Aquicultura (KHUN et al., 2007).

O Pintadinho (sem classificação) é um peixe da família *Pimelodidae*, carnívoro, que apresenta corpo alongado e coberto com couro (GUIA LITORAL SUL, 2008). A espécie encontrada no Sul do Rio Grande do Sul ainda não possui classificação taxonômica. Pouco se sabe a respeito da espécie sulina, que apesar da semelhança com a pantaneira, trata-se de outra espécie. O “Pintadinho” como é conhecido nesses locais, embora, se assemelhe ao Pintado pantaneiro (*Pseudoplatystoma corruscans*), apresenta diferenças marcantes quanto ao tamanho e peso. Trata-se de uma espécie nativa, bastante comum e abundante, ocorrendo em vários habitats como nos lagos, praias e nos canais dos rios. O Pintado embora não tão requerido pelos consumidores, em virtude do seu pequeno tamanho, apresenta sabor marcante e poucas espinhas intramusculares. Além disso, devido ao seu baixo custo e ampla distribuição, essa espécie é bastante promissora como nova fonte de consumo de carne de pescado, requerendo no entanto, esclarecimento sob seu consumo e divulgação de suas potencialidades nutricionais (GONÇALVES e CARNEIRO, 2003; SMERMAN, 2002).

Traíras, Jundiás e Pintadinhos representam a fonte de renda de inúmeros pescadores do Canal São Gonçalo o qual está localizado na região de Pelotas, no Rio Grande do Sul. A comercialização desses pescados faz-se comumente sob a forma de filé e postas, devido a praticidade no preparo, contudo, podem ser encontrados sob a forma de pescados inteiros eviscerados. Como resultado do processamento do pescado resultam resíduos que estão constituídos em sua maior parte por regiões do corpo do pescado que não servem à comercialização (cabeça, escamas, pele, vísceras e espinha dorsal). Todos estes constituintes encontram como destino a fabricação de farinha de pescado, silagem, óleo de pescado e em alguns casos o descarte no meio ambiente. Sendo assim, esclarecer sobre a composição das vísceras, em especial do fígado,

poderá agregar valor a esta espécie, e quem sabe a exemplo do fígado de bacalhau, tornar esses pescados atrativos do ponto de vista nutricional e conseqüentemente comercial. Alguns trabalhos tem sido realizados com o intuito de identificar a composição de alguns constituintes desse resíduo (GÖRGÜN e AKIPINAR, 2007; MNARI et al., 2007; RODRIGUEZ et al., 2004).

O conteúdo de lipídios, bem como, o perfil de ácidos graxos em pescado varia entre espécies, dentro do mesmo grupo de espécies e entre as diferentes partes do pescado a partir do qual a amostra é retirada. Fatores, tais como a temperatura, a salinidade, a estação, o tipo e a disponibilidade de alimento, o habitat, o estágio de maturação e a variabilidade individual, acredita-se serem os mais importantes que possam contribuir para essa variação (GÖRGÜN e AKIPINAR, 2007; MNARI, 2007).

O objetivo deste trabalho foi identificar a composição proximal e o perfil de ácidos graxos do músculo e fígado de Traíra, Pintadinho e Jundiá provenientes do Canal do São Gonçalo, região Sul do Rio Grande do Sul.

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAL

As amostras de pescado foram adquiridas de pescadores locais que praticam a pesca artesanal junto ao Canal São Gonçalo (ligação entre a Lagoa dos Patos e a Lagoa Mirim – Sul do Rio Grande do Sul), durante o mês de setembro de 2008.

Logo após a captura, os pescados (20 peixes de cada espécie) foram limpos, eviscerados e transformados em postas, sendo então acondicionadas em embalagens de polietileno flexíveis, congeladas e mantidas a temperatura de -18°C até o início das análises. Para a execução das análises descongelou-se os pescados a temperatura ambiente, e após porções do músculo foram extraídas e homogeneizadas. Os fígados dos pescados foram analisados imediatamente após suas extrações, uma vez que o processo de descongelamento do fígado acarretaria em perdas por exsudação.

MÉTODOS

Composição proximal e de pH

A determinação da composição proximal (proteínas, gorduras, umidade e cinzas) e de pH foram realizadas segundo metodologias descritas pela A.O.A.C.(1995). Somente o músculo, oriundo das postas, dos pescados foram submetidos às análises físicoquímicas.

Composição em ácidos graxos

A fração lipídica das amostras de pescados, fígados e músculo, foram extraídas com clorofórmio e metanol na proporção 2:1 v/v, segundo metodologia descrita por Folch et al. (1957). Após procedeu-se a esterificação segundo a metodologia descrita por Zambiasi (1997).

O perfil de ácidos graxos foi obtido pela análise em cromatógrafo gasoso-CG (Shimadzu GC-14B), provido com detector FID, com coluna capilar de dimensão 30m x 0,252mm, revestida por filme 0,25 µm, com fase líquida DB-225. Os dados foram obtidos e processados com auxílio do software Glass-GC10, 2µL de cada amostra foram injetadas manualmente com seringa (PerkinElmer) de capacidade de 10µL.

A temperatura do injetor e do detector foi de 250°C. A temperatura inicial da coluna foi de 130°C a qual foi mantida por 1 minuto. A elevação da temperatura foi programada a 3°C/min até alcançar 145°C; após 1,2 °C/min até 165°C e por fim, 2,5°C/min até 200°C. A cada estágio do programa a temperatura foi mantida por 1,5; 0,5 e 1,5 minutos, respectivamente. O gás de arraste utilizado foi o nitrogênio a 1,5 mL.min⁻¹. Para a identificação dos picos foi utilizado um padrão cromatográfico, a partir de uma mistura de ácidos graxos F.A.M.E. Mix C4-C24 (Tabela 1) Lab. Supelco S.A. (USA).

Tabela 1: Padrão Cromatográfico de ácidos graxos

Ácido Graxo	Nome
C4:0	Ácido butírico
C6:0	Ácido capróico
C8:0	Ácido caprílico
C10:0	Ácido cáprico ou ácido decanoico
C11:0	Ácido undecanoico
C12:0	Ácido laurico ou ácido duodecanoico
C13:0	Ácido tridecanoico
C14:0	Ácido mirístico
C15:0	Ácido pentadecanoico
C15:1 cis-10-	Ácido pentadecenoico
C16:0	Ácido palmítico
C16:1	Ácido palmitoleico
C17:0	Ácido heptadecanoico
C17:1 cis-10-	Ácido heptadecanoico
C18:0	Ácido esteárico
C18:1	Ácido oléico
C18:1	Ácido elaídico
C18:2	Ácido linoleico
C18:2t	Ácido linolelaídico
C18:3	Ácido linolênico
C18:3	Ácido gama linolênico
C20:0	Ácido araquídico
C20:1	Ácido cis-11-eicosenoico
C20:2	Ácido cis-11,14-eicosadienoico
C20:3	Ácido cis-11,14,17-eicosatrienoico
C20:3	Ácido cis-8,11,14-eicosatrienoico
C20:4	Ácido araquidônico
C20:5	Ácido cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoico
C21:0	Ácido heneicosanoico
C22:0	Ácido behênico
C22:1	Ácido erúico
C22:2	Ácido cis-13,16-docosadienoico
C22:6	Ácido cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico
C23:0	Ácidotricosanoico
C24:0	Ácido lignocérico
C24:1	Ácido nervônico

Delineamento Experimental

Foram analisadas 18 amostras decorrentes do delineamento experimental inteiramente casualizado (3 espécies x 2 regiões corporais x 3 repetições). Avaliou-se composição proximal, pH e perfil de ácidos graxos).

Tratamento estatístico dos resultados

Os dados foram avaliados pela análise de variância, ao nível de significância de 5%, utilizando-se o módulo ANOVA do sistema de análise estatística para micro computadores, versão 6.0 (STATSOFT, 2001). A comparação de médias para diferenciar os tratamentos foi realizada aplicando-se o teste de Duncan ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

pH

Pode-se inferir a partir dos valores de pH (Tabela 2) para as postas dos pescados analisados (Traíras, Pintados e Jundiás) que os mesmos podem ser classificados como pescados frescos, uma vez que obedecem os padrões previstos pela legislação, onde o limite máximo do valor do pH é de 6,4 – LANARA (BRASIL, 1981).

Tabela 2: Valores de pH de postas de espécies de pescados (média \pm erro padrão)*

Espécie	pH
Traíra	6,32 \pm 0,00 ^a
Pintadinho	6,29 \pm 0,03 ^a
Jundiá	6,21 \pm 0,01 ^a

*Letras minúsculas diferentes na mesma coluna significam diferença estatística entre os tratamentos

Segundo OETTERER (2004), o estado de frescor do pescado é indicativo de sua qualidade higiênica e resultado do método de captura. Portanto, valores de pH inferiores ao prescrito pela legislação indicam menor carga microbiana, qualidade e

higiene durante a manipulação do pescado e menor stress durante a captura. O conjunto de fatores mencionados anteriormente irão garantir a qualidade sanitária do pescado e conseqüentemente a manutenção de sua qualidade nutricional.

Composição Proximal

Observa-se que as amostras de músculos de Traíra e do Jundiá apresentaram teores de umidade mais elevados, 83,73% e 84,27%, respectivamente (Tabela 3). Os valores de umidade na Traíra foram superiores aos encontrados por Santos et al. (2001) os quais descrevem 77,71% de umidade para filé de Traíra, Tavares et al (2008) relatam teores de umidade para postas de Jundiá de 81,55%, e portanto inferiores aos obtidos neste estudo. Também o Pintadinho apresentou teor de umidade mais elevado (81,18%) quando comparado a estudos realizados por Ramos Filho et al (2008) com o Pintado pantaneiro o qual obteve 77,26% de umidade para o filé.

Tabela 3: Composição Proximal de postas de espécies de pescados (média \pm erro padrão)*

<i>Espécie</i>	<i>Umidade</i>	<i>Proteínas</i>	<i>Gordura</i>	<i>Cinzas</i>
Traíra	83,73 \pm 0,08 ^a	14,57 \pm 0,20 ^a	0,85 \pm 0,12 ^b	0,85 \pm 0,01 ^a
Jundiá	84,27 \pm 0,25 ^a	13,74 \pm 0,15 ^b	1,32 \pm 0,27 ^b	0,66 \pm 0,06 ^b
Pintadinho	81,18 \pm 0,12 ^b	12,53 \pm 0,14 ^c	5,48 \pm 0,18 ^a	0,80 \pm 0,05 ^{ab}

*Letras minúsculas diferentes na mesma coluna significam diferença estatística entre os tratamentos

A carne de Traíra revelou o menor teor de gordura (0,85%), podendo ser classificada como pescado magro segundo os padrões estabelecidos por Jacquot (1961), o qual estabelece o limite de 2,5% para pescado magro. Além disso, a posta de Traíra apresentou maior teor de proteínas que a carne de Jundiá e Pintadinho. A carne de Traíra, portanto, pode ser recomendada para aqueles que desejam uma dieta rica em proteínas e baixo teor de gorduras. O Jundiá, assim como a Traíra, podem ser

classificados como pescados magros, com teor de gordura igual a 1,32%, Jacquot (1961). Este resultado concorda com os dados obtidos por Tavares et al (2008) os quais obtiveram 1,05% de teor de gordura para o Jundiá. No entanto, o Pintadinho foi o pescado que apresentou maior teor de gordura (5,48%), recebendo a denominação de pescado gordo.

Embora os teores de proteínas obtidos para as três espécies foram muito próximos, observou-se uma relação inversa com o teor de gordura, sendo a Traíra a mais rica em proteínas, 14,57%, seguida do Jundiá, 13,74% e do Pintadinho com 12,53%. Santos et al (2001) obtiveram para a Traíra teores de proteínas superiores aos deste estudo, cerca de 20% de proteínas, provavelmente porque suas amostras são de pescados criados em barragem, onde a oferta de alimento é maior e portanto ocorre maior conversão do alimento em músculo (proteínas). Tavares et al. (2008) obtiveram para o Jundiá teor protéico ligeiramente superior ao deste estudo, 15,42%. A diferença mais marcante entre as amostras foi no teor de gorduras destacando-se o Pintadinho. Dentre as espécies analisadas, o Pintadinho é o mais versátil em termos de hábitos alimentares, enquanto a Traíra é um peixe carnívoro e o Jundiá onívoro. O Pintadinho pode alimentar-se tanto de peixes de pequeno porte como de zooplâncton e fitoplâncton (ANDRADE et al, 2004). Como a região estuarina que compreende o Canal São Gonçalo é rica nestes alimentos, ela provê ao Pintadinho grande oferta de alimentos, e assim induz ao maior depósito de energia na forma de gordura (SMERMAN, 2001; 2002; VAL e HONCZARYK, 1995). Gutierrez e Silva (1993) estudando o conteúdo lipídico de sete espécies de peixes de água-doce oriundos de rios brasileiros, encontraram um teor lipídico inferior a 0,41% no filé de Pintado. Da mesma forma, estudos realizados por Ramos Filho (2008), ao analisar o Pintado pantaneiro, obteve teores de proteínas para o filé de Pintado superiores ao deste estudo (proteínas entre 15 e 20%). Novamente, pode-se atribuir as diferenças encontradas nos resultados para proteínas e gorduras a oferta de alimentos e mais precisamente a influência do habitat. Diversos são os fatores que podem influenciar a composição corporal, entre elas, a temperatura da água, pH, salinidade, estação do ano, tamanho do pescado, maturidade, oferta de alimento e o habitat (GÖRGÜN e AKPINAR, 2007)

O teor de cinzas obtido para as amostras foram muito semelhantes entre si e menores que 1%. Da mesma forma, Ramos Filho et al (2004), obtiveram teor de cinzas igual a 1,01% para o Pintado pantaneiro.

Perfil de Ácidos Graxos

Observa-se que há grandes diferenças quanto ao tipo de ácido graxo predominante quando coletados de tecidos diferentes na mesma espécie de pescado, ou seja, o ácido graxo predominante na posta não necessariamente esteve presente no fígado (Tabela 4).

Tabela 4: Perfil de Ácidos Graxos da posta e fígado de Traíra, Jundiá e Pintadinho

Ácidos Graxos	Traíra (%)		Jundiá (%)		Pintadinho (%)	
	<i>Posta</i>	<i>Fígado</i>	<i>Posta</i>	<i>Fígado</i>	<i>Posta</i>	<i>Fígado</i>
C6:0	0,96	-	-	-	-	0,69
C10:0	-	-	-	0,78	2,02	-
C12:0	0,24	-	0,58	14,98	2,69	-
C12:1	-	3,44	6,98	7,60	8,53	-
C14:0	1,28	1,92	3,60	2,28	18,83	1,84
C14:1	0,42	-	1,29	-	4,65	-
C16:0	22,46	21,66	19,33	21,87	16,85	12,86
C16:1	3,94	5,77	14,23	-	12,50	0,37
C16:2	-	-	-	8,66	-	-
C17:0	1,43	-	1,00	0,49	0,17	-
C17:1	-	-	1,47	-	-	-
C18:0	14,19	12,71	5,86	10,46	3,96	15,74
C18:1	11,25	25,50	16,45	6,81	19,88	24,31
C18:2	4,48	5,98	3,64	3,39	1,64	2,91
C18:3	3,96	-	4,51	1,73	1,59	2,69
C20:0	-	1,31	0,80	0,69	0,67	0,34
C20:1	-	-	-	-	0,13	-
C20:2	1,84	0,71	2,65	1,18	0,69	2,96
C20:4			3,96		1,39	-
C20:5	9,17	7,42	0,88	9,85	0,48	15,44
C22:0	0,75	--	1,70	-	0,26	-
C22:3	1,71	1,18	1,06	1,47	0,36	1,65
C22:4	-	-	0,80	-	0,18	0,39
C24:0	-	-	1,14	-	0,29	-
C22:6	13,06	11,44	2,29	7,75	1,15	17,81
C24:1	8,86	0,92	5,78	-	1,09	-
Total SAT	41,31	37,64	34,01	51,55	45,74	31,47
MUFA	24,47	35,63	46,20	14,41	46,78	24,68
PUFA	34,22	26,73	19,79	34,03	7,48	43,85
Total INSAT	58,69	62,36	65,99	48,45	54,26	68,53

AG: ácido graxo; TS: total de saturados; TIS: total de insaturados;
 MUFA: ácidos graxos monoinsaturados; PUFA: ácidos graxos polinsaturados

Em Traíras, o ácido graxo predominante nas postas foi o palmítico (C16:0 – 22,46%), enquanto no fígado a maior proporção encontrada foi a do ácido oléico (C18:1 – 25,50%). No Jundiá o ácido graxo predominante foi o palmítico (C16:0) tanto nas postas (19,33%) quanto no fígado (21,87%), e no Pintadinho o ácido graxo predominante foi o oléico (C18:1), tanto nas postas (19,88%) quanto no fígado (24,31%). No entanto, em ambas partes de todas as espécies encontrou-se altos percentuais dos ácidos graxos palmítico (C16:0) Resultados semelhantes foram obtidos por Görgün e Akpınar (2007) ao estudarem músculo e fígado de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). Segundo os autores, os ácidos graxos predominantes em todas as amostras foram os ácidos palmítico (C16:0 – 21,96% e) seguido do esteárico (C18:0 – 5,17%).

A análise de ácidos graxos demonstrou diferenças consideráveis na composição do perfil de ácidos graxos presentes no fígado e músculo dos pescados avaliados. A presença expressiva de ácido láurico (C12:0 - 14,98%) no fígado de Jundiá foi inusitada, uma vez que, não é comum a presença deste ácido graxo em quantidades significativas em pescado. Este ácido graxo pode ser encontrado em carne de caprinos (2,17%) segundo Madruga et al. (2006) e em óleo de coco babaçu (acima de 44%) conforme Machado et al. (2006). Rueda et al (2001) e Pornpisanu et al (2010), não detectaram a presença de ácido láurico em seus estudos com músculos e fígado de “sharpsnout sea bream” (*Diplodus puntazzo*) e “Asian catfish”(*Panfasius bocourti*), respectivamente.

Assim como a presença de ácido láurico, também a elevada proporção de ácido mirístico (C14:0 – 18,83%) em posta de Pintadinho foi inesperada. Mnari et al (2007) estudando “gilthea sea bream” nativo e cultivado (4,50%) detectou a presença de ácido mirístico (1,90% e 4,50%, respectivamente), contudo, em proporções muito inferiores aquela encontrada na posta de Pintadinho. Também Pornpisanu et al. (2010) relatam proporções deste ácido graxo na ordem de 4,3% ao analisar diferentes porções de músculo de “Asian catfish”(*Panfasius bocourti*).

Foi também para o Pintadinho que as proporções de ácido mirístico (C14:0) e ácido esteárico (C18:0) apresentaram uma inversão em suas proporções. Observa-se alta proporção de ácido palmítico (C14:0 - 18,83%) e baixa proporção de ácido

esteárico (C18:0 – 3,96%), na posta do Pintadinho, enquanto que para o fígado observa-se o contrário, quando o teor de ácido mirístico (C14:0 - 1,84%) é baixo, o teor de ácido esteárico é alto (C18:0 - 15,74%). Deduz-se que há um mecanismo que permite manter o equilíbrio destes ácidos graxos no Pintadinho, podendo ser esta uma característica intrínseca à espécie.

Todas as amostras revelaram teores expressivos de ácido palmítico (C16:0) tanto em fígados quanto em músculos. Em média as Traíras (músculo: 22,46%; fígado: 21,66%) apresentaram as maiores proporções deste ácido graxo, seguidas do Jundiá (músculo: 19,33%; fígado: 21,87%) e do Pintadinho (músculo: 16,85%; fígado: 12,86%). Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Pornpisanu et al (2010) ao avaliarem a composição da posta (C16:0 - 23,4%) e fígado (C16:0 - 20,8%) de “Asian catfish” (*Pangasius bocourti*). No entanto, Rueda et al. (2001) relatam teores de ácido palmítico (C16:0) em músculo branco (27,41%) e fígado (24,98%) de “sharpnout sea bream” (*Diplodus puntazzo*) ligeiramente superiores a este estudo.

As espécies revelaram-se também excelentes fontes de PUFA's com teores totais variando de 19,79 a 43,85%, com exceção apenas da posta de Pintadinho a qual apresentou a menor proporção, com 7,48% de PUFA's. Dentre os ácidos graxos polinsaturados, observa-se a alta proporção do ácido eicosapentaenóico (C20:5) e do ácido docosahexaenóico (C22:6) no fígado de todas as espécies (entre 7,42 a 15,44% e de 7,75 a 17,81%, respectivamente), e na posta de Traíra (9,17% e 13,06% respectivamente). Salienta-se que o fígado de pintadinho apresentou os maiores percentuais destes dois ácidos graxos (15,44% de EPA e 17,81% de DHA), quando comparado com as outras espécies, demonstrando ser ótima fonte de PUFA's de cadeia longa.

Quanto a relação ácidos graxos saturados versus ácidos graxos insaturados observa-se que todas as amostras, com exceção do fígado de Jundiá, apresentaram uma relação superior de ácidos graxos insaturados. Os fígados de Traíra e de Pintadinho, e a posta de Jundiá apresentaram os maiores percentuais de ácidos graxos insaturados. Apenas nas postas de Jundiá ocorreu que o teor de ácidos graxos insaturados foi inferior ao teor de saturados, resultante do alto teor de ácido palmítico (14,98%) e de ácido esteárico (21,87%).

Todas as amostras podem ser consideradas excelentes fontes de ácidos graxos monoinsaturados com teores variando de 14,41 a 46,20%, sendo que nas postas de Jundiá e de Pintadinho, encontrou-se os maiores teores de MUFA's (46,20% e 46,78%, respectivamente). O ácido graxo monoinsaturado predominante em todas as amostras foi o ácido oléico (C18:1). Görgün e Akpınar (2007), também evidenciaram a presença do ácido oléico (C18:1) em grande quantidade nos diferentes tecidos de pescado. O teor de MUFA's foi diferenciado quando comparou-se postas e fígados de Traíras, a maior proporção esteve presente em seu fígado (35,65%), enquanto no Jundiá e no Pintadinho, a posta apresentou a maior proporção de MUFA's (46,20% e 46,78%, respectivamente). Mnari et al. (2007) encontraram em fígados de "sea bream" (*Sparus aurata*) teores de MUFA's (espécie cultivada: 27,64% e nativa: 35,25%) inferiores ao presente estudo.

CONCLUSÕES

Traíras e Jundiás apresentam teores de umidade mais elevados do que o Pintadinho.

A carne de Traíra pode ser considerada magra (0,85% gordura), assim como a de Jundiá (1,32%), contudo, o Pintadinho recebe a denominação de pescado gordo (5,48%), segundo padrões estabelecidos por Jacquot (1961).

Os teores de proteínas obtidos foram muito próximos, sendo a Traíra a mais rica em proteínas (14,57%).

Todas as amostras apresentaram como ácido graxo saturado majoritário o ácido palmítico (C16:0) com exceção do Pintadinho, o qual revelou elevada proporção de ácido mirístico (C14:0).

Todas as amostras podem ser consideradas excelentes fontes de ácidos graxos monoinsaturados com teores variando de 14,41 a 46,20%, encontrando-se nas postas de Jundiá e Pintadinho os maiores teores de MUFA (46,20% e 46,78%, respectivamente).

O ácido graxo monoinsaturado predominante em todas as amostras foi o ácido oléico (C18:1).

As espécies revelaram-se também excelentes fontes de PUFA's, com teores totais variando de 19,79 a 43,85%, com exceção do Pintadinho o qual apresentou a menor proporção, com 7,48% de PUFA's.

O fígado de todas as amostras apresentaram altos conteúdos do ácido docosahexaenóico (C22:6) e do ácido eicosapentaenóico (C20:5).

Agradecimentos

A Universidade Federal de Pelotas, em especial aos Laboratórios de Análises Bromatológicas e Laboratório de Análises Cromatográficas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, L.S.; HAYASHI, C.; SOUZA R.S.; SOARES, M.C. **Canibalismo entre larvas de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) cultivadas sob diferentes densidades de estocagem.** Acta Scientiarum Biological Sciences, v.26, n° 3, p.299-302, 2004.

AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists.** 16th Edition. Arlington, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Laboratório de Referência Animal. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes.** Brasil: Ministério da Agricultura, V.2, cap.11 (Pescado Fresco), 1981.

CARVALHO, N.L.; FERNANDES, V.H.C.; MOREIRA, S.S.V.; **Alimentação de (*Hoplias malabaricus*) Bloch 1794 (Osteichthyes Erythrinidae) no rio Vermelho, Pantanal Sul-Matogrossense.** Revista Brasileira de Zootecias, v.4, n°2, p.227-236, 2002.

CARUGHI, A. **The role of omega-3 long-chain fatty acids during pregnancy.** Omega-3'S, Healthy Pregnancy & Healthy Kids., American Journal of Clinical Nutrition, 2010.(SEM VOLUME E PÁGINA)

CALDER, P.C. **Long-chain n – 3 fatty acids and cardiovascular disease: further evidence and insights.** Nutrition Research, v.24, p.761 – 772, 2004.

CONNOR WILLIAN E. **Importance of n-3 fatty acids in health and disease.** American Journal Clinical Nutrition, V.71, p.171S-175S, 2000.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, S.P. **A simple methods for the isolation and purification of total lipids from animal tissues.** Journal Biological Chemistry, v.226, p.497-509, 1957

GONCALVES, E.G.; CARNEIRO, D.J. **Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*).** Revista Brasileira de Zootecnia, V.32 (4), p.779-786, 2003.

GÖRGÜN, S.; AKPINAR, A.M. **Liver and muscle fatty acid composition of mature and imature rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed two different diets.** Biologia Bratislava, v.62, n°3, p.351-355, 2007.

Guia Litoral Sul – Peixes de Água Doce - Pintado

Disponível em: www.gualitoralsul.com.br/variedades/peixesaguadoce/traira.php
www.gualitoralsul.com.br/variedades/peixesaguadoce/pintado.php

Acesso em: 04/06/2008

GUTIERREZ, L.E.; SILVA, R.C.M. **Fatty composition of commercially important fish from Brazil.** Scientia Agricola, Piracicaba, v.50, n°3, p.478-483, 1993.

JACQUOT, R. **Organic constituents of fish and foods.** In: **Fish and food.** v.I Ed.G.Borgsrom, academic Press, New York, USA, p. 144-192, 1961.

JUSTI, K.C.; HAYASHI, J.V.; VISENTAINER, N.E.; de SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. **Thw influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids.** Food Chemistry, v.80, p. 489-493, 2003

KHUN, C.R.; FILGUERA, R.S.; TORRES, L.M; VENDRUSCULO, J.L.S; SOARES, G.J.D. **Caracaterizaqção textural e fisicoquimica do gel de surimi de jundiá (*Rhamdia quelen*).** Boletim CEPPA, V.25 (2), p.305-314, 2007.

KRIS-ETHERTON , P.M.; HARRIS, W.S.; APPEL, L.J. **Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease.** Journal of the American Heart Association, v.106, p.2747-2757, 2002.

- LIMA, F.E.L.; MENEZES, T.N.; TAVARES, M.P.; SZARFARC, S.C.; FISBERG, R.M. **Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão.** Revista de Nutrição, Campinas, v.13, nº2, p.73-80, 2000.
- MACHADO, G.C.; CHAVES, J.B.P.; ANTONIASSI, R. **Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu.** Revista Ceres, v.53, n.308, p.463-470, 2006.
- MADRUGA, S.M.; ARAÚJO, O.W.; SOUZA, W.H.; CÉZAR, M.F.; GALVÃO, M.S.; CUNHA, M.G.G. **Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química e perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.4, p.1838-1844, 2006.
- MARQUES, S.K.D.; GURGEL, B.C.H.; LUCENA, I. **Época de reprodução de *Hoplias malabaricus* Bloch 1794 (Osteichthyes, Erythrinidae) da barragem do rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.3, nº1, p.61-67, 2001
- MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S.; KRAUSE: **Alimentos & nutrição & dietoterapia.** 11th ed. São Paulo, p.1280, 2005
- MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R.; VISENTAINER, J.E.L.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V. **Ácidos graxos polinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos.** Revista de Nutrição, Campinas, V.19(6), p. 761-770, 2006.
- MNARI, A.; BOUHLEL, I.; CHRAIEF, M.; HAMMAMI, M.; ROMDHANE, M.S.; EL CAFSI, M.; CHAOUCH, A. **Fatty acids in muscles and liver of Tunisian wild and farmed gilthead sea bream, *Sparus aurata*.** Food Chemistry, v.100, p. 1393-1397, 2007.
- OETTERER, M. **Aula: Tecnologia de pescado.** Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiros, 2004. Disponível em:
<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/download_arquivos.html>
- PORNPISANU, T.; PATCHARIN, R.; SIRITHON, S. **Proximate and fatty acids composition of the muscles and viscera of Asian catfish (*Pangasius bocourti*).** Food Chemistry, v.122, p.223-227, 2010.
- QUEROL, V.M.M; QUEROL, E.; PESSANO, E.; AZEVEDO, L.O.C.; TOMASSONI, D.; BRASIL, L.; LOPES, P.; **Reprodução Natural e Induzida de *Hoplias malabaricus***

- (BLOCH, 1794), em tanques experimentais, na Região de Uruguaiana, Pampa Brasileiro.** Biodiversidade Pampeana, PUC RS, Uruguaiana v.1, p. 46-47, 2003.
- RAMOS FILHO, M.; RAMOS, M.I.L.; HIANE, P.A.; SOUZA, E.M.T. **Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul.** Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, V28(2), p.361-365, 2008.
- RODRIGUEZ, C.A.C.; BADIA, J.R.P.; SANTAMARIA, F.J.; LORENZO, A. **Assessment of lipid and essential fatty acids requirements of black seabream (*Spondylisoma cantharus*) by comparison of lipid composition in muscle and liver of wild captive adult fish.** Comparative Biochemistry and Physiology, Part B: Biochemistry and Molecular Biology, v.139, n.4, p.619-629, 2004.
- RUEDA, F.M.; HERNÁNDEZ, M.D.; EGEEA, M.A.; AGUADO, F.; GARCÍA, B. MARTÍNEZ, F.J. **Differences in tissue fatty acid composition between reared and wild sharpnose sea bream, *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777).** British Journal of Nutrition, v.86, p.617-622, 2001.
- SANTOS, B.A.; MELO, B.F.J.; LOPES, S.R.P.; MALGARIM, B.M.; **Composição Química e Rendimento do filé da traíra (*Hoplias malabaricus*)** Revista da FZVA, Uruguaiana v.7/8, p.140-150, 2001.
- SMERMAN, W. **Larvicultura de Pintado (*Pseudoplatystoma sp.*) em Alta Floresta – Mato Grosso.** Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.2 n° 1, 2002
- SMERMAN, W. **Efeito da alimentação na fase larval e pós-larval do *Pseudoplatystoma sp.* (Pimelodidae), na Estação de Piscicultura de Alta Floresta – Mato Grosso.** I Encontro PIBIC, 2001; vol.único, Cáceres, 2001.
- STATSOFT, Inc. (2001). STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com.
- SUSHCHIK, N.N.; GLADYSHEV, M.I.; KALACHOVA, G.S. **Seasonal dynamics of fatty acid content of a common food fish from the Yenisei river, Siberian grayling, *Thymallus arcticus*.** Food Chemistry, V. 104, p. 1353-1358, 2007
- TAVARES, M.; TORRES, L.M.; KHUN, C.R. **Caracterização físicoquímica de espécies comerciais de pescado marinho e de água-doce da Região Sul do Rio Grande do Sul.** III Jornada da Produção Científica da Educação Profissional e Tecnológica da Região Sul – Cefet – Pelotas, 2008

ULIANA, O.; SILVA, J.H.S.; NETO, J.R. **Diferentes fontes de lipídios testadas na criação de larvas de Jundiá (*Rhamdia quelen*), PISCES, PIMELODIDAE.** Ciência Rural, Santa Maria, V.31 (1), p.129-133, 2001

VAL, A.L.; HONCZARYK, A. **Criando peixes na Amazônia.** Ed.19, Manaus: INPA, p.150, 1995

ZAMBIAZI, R.C. **The oil endogenous lipid components on vegetable oil stability.** Foods and nutritional science interdepartamental program. Tese de doutorado. University of Manitoba, Winipeg. Manitoba-Canada, p.304, 1997.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O local de captura demonstrou influenciar na maioria dos componentes presentes na composição proximal de Traíra e de Pintado, destacando-se as variações percentuais de gordura, umidade e proteínas, e desse modo, os pescados obtiveram diferentes classificações quanto ao teor de gordura em função do local de captura.

Assim como a composição proximal, o perfil de ácidos graxos das espécies foi influenciado pelo local de captura. O Pintado oriundo do São Gonçalo apresentou maior conteúdo ácidos graxos insaturados, entretanto, apresentou um conteúdo de ácido docosahexaenóico (C22:6) inferior ao da espécie oriunda da Índia Morta. As amostras de Traíra oriundas de ambos locais de captura apresentaram predomínio de ácidos graxos insaturados em relação aos ácidos graxos saturados. Dos ácidos graxos insaturados destacam-se em todas as amostras os ácidos linoléico (C18:2), linolênico (C18:3), eicosapentaenóico (C20:5) e docosahexaenóico (C22:6). Da mesma forma, a relação de ácidos graxos saturados:insaturados foi influenciada pelo local de captura.

Em relação aos cortes de pescado observam-se diferenças marcantes quanto à composição proximal evidenciando assim, a influência do corte na composição proximal do pescado.

No que se refere à estabilidade ao tempo de armazenamento, a Traíra apresentou menor estabilidade (2 meses), quando o fator analisado foi pH. As amostras tenderam a reduzir o teor de acidez após o quarto mês de armazenamento, com exceção das postas de Jundiá. Os valores de peróxidos e tbars (2º mês) indicam que as amostras já apresentavam processos oxidativos elevados, com exceção da Posta de Jundiá.

Os ácidos graxos predominantes em Traíras, tanto nos filés quanto nas postas foram o ácido palmítico (C16:0) e o ácido oléico (C18:1). Em quantidades expressivas estão ainda presentes os ácidos palmitoléico (C16:1), esteárico (C18:0), eicosapentaenóico (C20:5) e o ácido docosahexaenóico (C22:6). Os cortes de Traíra não apresentaram grandes variações nas proporções de seus ácidos graxos, sejam

eles saturados ou insaturados, demonstrando dessa forma, maior estabilidade frente ao armazenamento sob congelamento.

Encontrou-se, em maior proporção, em postas frescas de Jundiá, o ácido oléico (C18:1), seguidos do ácido palmítico (C16:0) e do ácido linoléico (C18:2). Em filés de Jundiá o componente majoritário foi o ácido palmítico (C16:0), seguido do ácido linoléico (C18:2) e do ácido oléico (C18:1). O PUFA mais susceptível ao tempo de armazenamento sob congelamento, em amostras de filés de Jundiá, foi o ácido eicosapentaenóico (C20:5). Em filés de Jundiá, o ácido oléico (C18:1) apresentou sua proporção quadruplicada em oito meses de estocagem, porém o ácido alfa linoléico (C18:3) reduziu-se a metade para o mesmo período.

Traíras, Jundiás e Pintadinhos, capturados no Canal São Gonçalo podem ser consideradas excelentes fontes de MUFA's com teores variando de 14,41 a 46,20%. As espécies revelaram-se também excelentes fontes de PUFA's, com teores totais variando de 19,79 a 43,85%, com exceção do Pintadinho o qual apresentou a menor proporção, com 7,48% de PUFA's.

O fígado de todas as amostras demonstrou maiores conteúdos do ácido docosahexaenóico (C22:6) e do ácido eicosapentaenóico (C20:5) quando comparado às postas.