

**MANOEL MENDES RAMOS FILHO**

**QUALIDADE NUTRICIONAL DA FRAÇÃO LIPÍDICA DE  
ESPÉCIES DE PEIXES DA REGIÃO PANTANEIRA DE  
MATO GROSSO DO SUL.**

**BRASÍLIA - DF**

**2007**

**MANOEL MENDES RAMOS FILHO**

**QUALIDADE NUTRICIONAL DA FRAÇÃO LIPÍDICA DE  
ESPÉCIES DE PEIXES DA REGIÃO PANTANEIRA DE  
MATO GROSSO DO SUL.**

TESE SUBMETIDA AO PROGRAMA MULTIINSTITUCIONAL  
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE - REDE  
CENTRO-OESTE, CONVÊNIO UNIVERSIDADE DE  
BRASÍLIA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS E  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL,  
COMO PARTE DOS REQUISITOS EXIGIDOS PARA A  
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR EM CIÊNCIAS DA  
SAÚDE.

**Orientadora: Profa. Dra. Elizabeth Maria Talá de Souza**

**BRASÍLIA - DF**

**2007**

## **BANCA EXAMINADORA**

Profa. Dra. Elizabeth Maria Talá de Souza  
(Presidente - Departamento de Biologia Celular - UnB)

Profa. Dra. Egle Machado de Almeida Siqueira  
(Membro - Departamento de Biologia Celular - UnB)

Profa. Dra. Wilma Maria Coelho Araújo  
(Membro - Departamento de Nutrição - UnB)

Profa. Dra. Marina Ito  
(Membro - Departamento de Nutrição - UnB)

Prof. Dr. José Antônio Braga Neto  
(Membro - Departamento de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública - UFMS)

Profa. Dra. Sandra Fernandes Arruda  
(Suplente - Departamento de Nutrição - UnB)

A minha esposa Maria Isabel, pelo seu amor, incentivo, colaboração e sua compreensão compartilhada durante a realização deste trabalho e em todos os momentos de nossas vidas.

As minhas filhas, Mariana, Marília e Maíra, que com amor e paciência compreenderam os momentos de turbulência.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo e acima de tudo.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elizabeth Maria Talá de Souza, pela orientação e, especialmente confiança e incentivo, imprescindíveis à realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Ricardo Dutra Aydos, pelo empenho na coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, através do Programa Multiinstitucional de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Rede Centro-Oeste UnB/UFMG/UFMS.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Priscila Aiko Hiane, amiga e colega do Departamento de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública (DTA) da UFMS que sempre incentivou e participou dos bons momentos de vida profissional e pessoal.

Aos Técnicos de laboratório do DTA/UFMS, Darli Castro Costa, Osmar Ferreira de Andrade e Carlos Augusto Parmeggiani (*in memoriam*), pela amizade, companheirismo e apoio técnico durante a realização deste trabalho.

Aos Professores, Técnicos de laboratório e administrativos do DTA/UFMS, pela colaboração e amizade.

Aos funcionários da Base de Estudos do Pantanal da UFMS, pela colaboração durante o período de coleta dos peixes.

Aos ex-orientados bolsistas de iniciação científica, pela colaboração na realização do trabalho.

Ao Químico Luiz Leonardo de Souza Viana, do Departamento de Química da UFMS, pelo apoio na realização das análises cromatográficas.

À afilhada Paula Vanessa Rohr, pelo auxílio na elaboração dos textos na língua inglesa.

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pelo incentivo e apoio financeiro.

A todos que me incentivaram e que direta ou indiretamente participaram e colaboraram na execução deste trabalho.

## ÍNDICE

<b>RESUMO</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	3
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	5
<b>OBJETIVOS</b> .....	13
<b>DESCRIÇÃO DOS PEIXES</b> .....	14
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	25
<b>CAPÍTULO 1- Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul</b> .....	34
Resumo .....	35
Summary .....	36
1- Introdução .....	37
2 - Material e Métodos .....	38
2.1 - Amostras de peixes .....	38
2.2 - Análises de composição centesimal .....	38
2.3 - Composição dos ácidos graxos por cromatografia .....	38
2.4 - Índice de qualidade nutricional (IQN) dos lipídios .....	39
2.5 - Análise estatística .....	39
3 - Resultados e Discussão .....	39
4 - Conclusões .....	45
5 - Referências Bibliográficas .....	45
<b>CAPÍTULO 2 - Valor nutritivo de peixes do Mato Grosso do Sul oriundos da pesca extrativa artesanal</b> .....	49
Resumo .....	50
Abstract .....	51
1. Introdução .....	52

2. Material e Métodos .....	53
Amostras de peixes .....	53
Análises de composição centesimal .....	53
Análises dos ácidos graxos da fração lipídica .....	54
Índices da qualidade nutricional (IQN) dos lipídios totais .....	54
Análise estatística .....	55
3. Resultados e Discussão .....	55
4. Conclusões .....	62
5. Referências Bibliográficas .....	62
<b>ANEXO - Nutritional Value of Fishes From Brazilian Pantanal .....</b>	<b>66</b>
Abstract .....	67
1. Introduction .....	68
2. Material and Methods .....	69
2.1. Fish samples .....	69
2.2 Proximate composition analysis .....	70
2.3. Fatty acids of the lipid fraction analysis .....	70
2.4. Nutritional quality index (NQI) with regard to total lipids .....	71
2.5. Statistical analysis .....	71
3. Results and Discussion .....	71
4. Conclusions .....	78
References .....	78

## FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Pintado - <i>Pseudoplatystoma coruscans</i> (Agassiz, 1829).....	14
<b>Figura 2</b> - Cachara - <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766).....	15
<b>Figura 3</b> - Pacu - <i>Piaractus mesopotamicus</i> (Holmberg, 1887).....	16
<b>Figura 4</b> - Dourado - <i>Salminus maxillosus</i> Valenciennes, 1849.....	17
<b>Figura 5</b> - Barbado - <i>Pinirampus pirinampu</i> (Spix, 1829).....	18
<b>Figura 6</b> - Jaú - <i>Paulicea luetkeni</i> (Steindachner, 1875).....	19
<b>Figura 7</b> - Jurupensém - <i>Surubim</i> cf. <i>lima</i> (Schneider, 1801).....	20
<b>Figura 8</b> - Jurupoca - <i>Hemisorubim platyrhinchos</i> (Valenciennes, 1840).....	21
<b>Figura 9</b> - Mandi amarelo - <i>Pimelodus maculatus</i> Lacépède, 1803.....	22
<b>Figura 10</b> - Mandi-prateado - <i>Pimelodus argenteus</i> .....	23
<b>Figura 11</b> - Palmito - <i>Ageneiosus brevifilis</i> Valenciennes, 1840.....	24



## RESUMO

O Brasil possui uma grande diversidade de espécies de peixes, no entanto o aproveitamento pesqueiro é pequeno e, de uma maneira geral, ainda há carência de dados sobre a composição nutricional das várias espécies apesar do reconhecimento, de que o pescado é rico em micronutrientes, minerais, ácidos graxos essenciais e proteínas. Estudos que caracterizem os componentes essenciais presentes em pescados, como os tipos de lipídios, tornam-se relevantes na área da Nutrição, Saúde Pública e no contexto da Política Nacional de Alimentação e Nutrição.

A região do Pantanal abriga alta diversidade de peixes, sendo a pesca, uma das principais atividades econômicas dessa região e de toda a Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso do Sul, a qual é realizada nas modalidades profissional artesanal, esportiva e de subsistência.

Assim, o presente estudo buscou caracterizar o valor nutricional e o perfil lipídios de onze espécies de peixes do Rio Miranda, na região do pantanal sul-mato-grossense, determinando-se a composição centesimal (umidade, proteínas, lipídios totais e cinzas) no tecido muscular (filé) e o perfil de ácidos graxos da fração lipídica dos peixes pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), cachara (*P. fasciatum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), dourado (*Salminus maxillosus*), barbado (*Pinirampus pirinampu*), jaú (*Paulicea luetkeni*), jurupensém (*Surubim lima*), jurupoca (*Hemisorubim platyrhinchos*), mandi amarelo (*Pimelodus maculatus*), mandi prateado (*Pimelodus argenteus*) e palmito (*Ageneiosus brevifilis*). As análises de umidade e cinzas foram feitas por gravimetria; as proteínas pelo método micro Kjeldahl e os lipídios totais extraídos à frio com mistura de solventes. A saponificação e esterificação da fração lipídica foram realizadas em meios alcalino e ácido, respectivamente. A separação e quantificação dos ácidos graxos foi realizada por cromatografia gás-líquida e a partir da composição de ácidos graxos determinados os índices nutricionais, relacionando o conteúdo de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e polinsaturados das séries  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3.

Na avaliação da composição centesimal e no perfil de ácidos graxos do tecido muscular dos peixes pintado, cachara, pacu e dourado, foi observado que o peixe dourado possui o maior teor de proteína. O filé do pacu apresentou maior teor de lipídios revelando-se o mais calórico. Nas quatro espécies de peixes, o ácido oléico foi predominante, seguido do ácido palmítico e esteárico. As espécies cachara, pintado e dourado mostraram igual proporção de ácidos  $\omega$ -3 e de ácidos  $\omega$ -6, enquanto o pacu mostrou os menores teores. Todas as amostras estudadas mostraram as razões  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 e hipocolesterolêmicos/hipercolesterolêmicos (HH) favoráveis quanto a qualidade nutricional. Apenas o pacu apresentou níveis não recomendados em relação ao índice de Trombogenicidade (IT) e à razão polinsaturados/saturados (P/S).

Na determinação da composição centesimal e do perfil de ácidos graxos da fração lipídica do tecido muscular de sete espécies de peixes siluriformes (desprovidos de escamas) do Rio Miranda: barbado, jaú, jurupensém, jurupoca, mandi amarelo, mandi prateado e palmito, os valores de lipídios apresentaram maior coeficiente de variação entre as espécies (73%), enquanto os valores de proteínas o menor (4,5%), enquadrando as espécies de mandi prateado e palmito como peixes magros; as espécies mandi amarelo, jurupoca e barbado peixes de médio teor de gordura; e as espécies jaú e jurupensém peixes gordos. O ácido palmítico predominou entre os ácidos graxos saturados; o ácido oléico entre os monoinsaturados e os ácidos graxos da família  $\omega$ -6 entre os polinsaturados, exceto no peixe palmito com maior teor de ácidos da família  $\omega$ -3. Todos os peixes apresentaram índices de qualidade nutricional dos lipídios totais favoráveis quanto ao consumo alimentar.

**Palavras-chave:** peixes, valor nutricional, composição centesimal, lipídios, ácidos graxos, ômega-3, ômega-6, pantanal.

## ABSTRACT

Brazil has a large diversity of fish species, but there is little exploitation of fishing, and in general, there is a scarcity of data on the nutritional composition of various species despite of the knowledge that this fishes are rich in micronutrients, minerals, essential fatty acids and proteins. Studies that characterize the essential component present in fish, such as the types of lipids, are important in the area of nutrition and public health and with regard to the Brazilian policy on food and nutrition (*Política Nacional de Alimentação e Nutrição*).

The *Pantanal* region includes a large diversity of fish, making fishing one of the main economic activities of this area and of all the Upper Paraguay Basin in Mato Grosso do Sul State, which is apparent from the professional-artisan, sport and subsistence fishing activities.

Therefore, the aim of the present study was to characterize the nutritional value and lipid profile of eleven fish species from the *Miranda* River, in the *pantanal* of Mato Grosso do Sul State, determining the composition (moisture, protein, total lipid and ash content) of the muscle tissue (fillet) and the fatty acid profile of the lipid fraction in fishes *pintado* (*Pseudoplatystoma coruscans*), *cachara* (*P. fasciatum*), *pacu* (*Piaractus mesopotamicus*), *dourado* (*Salminus maxillosus*), *barbado* (*Pinirampus pirinampu*), *jaú* (*Paulicea luetkeni*), *jurupensém* (*Surubim lima*), *jurupoca* (*Hemisorubim platyrhinchos*), *mandi amarelo* (*Pimelodus maculatus*), *mandi prateado* (*Pimelodus argenteus*) and *palmito* (*Ageneiosus brevifilis*). The analysis for moisture and ash was performed by gravimetry, the protein by the micro Kjeldahl method, and extracted total lipids with mixture of solvents. The saponification and esterification of the lipid fraction were accomplished in alkaline and acid means, respectively. The separation and quantification of the fatty acids were carried out by gas-liquid chromatography, and the nutritional indices were determined from the composition of fatty acids, relating the content of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids of the  $\omega$ -6 and  $\omega$ -3 series.

The determination of the composition and profile of fatty acids in muscle tissue of *pintado*, *cachara*, *pacu* and *dourado*, showed that *dourado* had the

highest level of protein. The fillet of *pacu* had the highest amount of lipids indicating that it was high in calories. In the four fish species, oleic acid was predominant, followed by palmitic and stearic acids. The species *cachara*, *pintado* and *dourado* showed equal proportions of  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 acids, while *pacu* had the lowest levels. All the samples studied showed favorable  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 and hypocholesterolemic/hypercholesterolemic (HH) ratios with regard to nutritional quality. Only *pacu* showed levels not recommended in relation to the index of thrombogenicity (IT) and the polyunsaturated/saturated (P/S) ratio.

The composition and profile of fatty acids in the lipid fraction of muscle tissue of seven species of siluriforme fishes (scaleless) from the *Miranda* River, which included *barbado*, *jaú*, *jurupensém*, *jurupoca*, *mandi amarelo*, *mandi prateado* and *palmito*, indicated lipid levels with a high coefficient of variation among the species (73%), whereas protein levels with a low coefficient of variation (4.5%). The species *mandi prateado* and *palmito* were classified as lean fishes, *mandi amarelo*, *jurupoca* and *barbado* as fishes with a medium level of fat, and *jaú* and *jurupensém* as fatty fishes. Palmitic acid predominated among the saturated fats, oleic acid among the monounsaturated fats, and the fatty acids of the  $\omega$ -6 family among the polyunsaturated fats, except in the fish *palmito* that showed higher level of acids of the  $\omega$ -3 family. All the fishes showed favorable indices of nutritional quality for total lipids with respect to human consumption.

**Keywords:** fishes, nutritional value, proximate composition, lipids, fatty acids, omega-3, omega-6, pantanal.

## INTRODUÇÃO GERAL

O pescado é de extrema importância na dieta alimentar de inúmeros grupos populacionais possuindo diversos componentes com significativo valor nutricional, como as proteínas e lipídios. A caracterização química do pescado, com enfoque principalmente na composição de sua fração lipídica, tem sido objeto de investigação pela comunidade científica mundial, pois estudos têm relatado a importância dos lipídios de peixes na alimentação humana representando a maior reserva de ácidos graxos polinsaturados, principalmente aqueles da família ômega-3 ( $\omega$ -3), aos quais são atribuídos numerosos benefícios à saúde humana (BADOLATO et al., 1994; BELDA; POURCHET-CAMPOS, 1991; BELLUZZI, 2001; CALDER, 2004; CONNER, 1997; LEAF, 2006; SCHMIDT et al., 2005; SIDHU, 2003; TAPIERO et al., 2002).

Existem pontos distintos para considerar a etiologia das carências nutricionais específicas, endêmicas, que atingem as populações desprovidas nos países em desenvolvimento, as quais por razões econômicas, sociais ou culturais têm dificuldade em alimentar-se de forma adequada em quantidade e qualidade não incluindo na dieta fontes naturais de ferro, iodo, vitamina A, vitamina C, complexo B, ácidos graxos essenciais e micronutrientes. Como causa do baixo consumo destes nutrientes surgem as "carências específicas" (hoje denominadas de "fome oculta"), e pela dimensão alcançada, muitas vezes deixam o âmbito da nutrição básica para entrar no da saúde pública. (BELDA; POURCHET-CAMPOS, 1991; FLORES et al., 1996).

Composição, qualidade e aproveitamento de alimentos estão inseridos no conceito de segurança alimentar e nutricional e essa questão, no Brasil, tem gerado ações no sentido de se adotar uma Política Nacional de Alimentação e Nutrição, através da qual, planos, programas e projetos são incentivados quanto à sua elaboração e readequação (BRASIL, 1999).

No contexto da Política Nacional de Alimentação e Nutrição, através da Portaria nº 710/GM de 10 de Junho de 1999, do Ministério da Saúde (BRASIL, 1999), estão sendo propostos estudos e investigações que possibilitem a

elaboração de tabelas nacionais sobre composição e valor nutritivo dos alimentos, dando-se ênfase ao estabelecimento de padrões alimentares regionalizados para todas as faixas etárias, segundo hábitos locais prevalentes (BRASIL, 2003). Em função disto, tabelas contendo novos dados sobre a composição dos principais alimentos consumidos no Brasil foram elaboradas recentemente (NEPA, 2004; USP, 2005).

A partir de dados e subsídios sobre valor nutricional de novos produtos, o balanceamento de dietas por profissionais da área de Nutrição foi estabelecido com base nas Tabelas de Ingestão Diária Recomendada (IDR), regulamentadas e atualizadas recentemente pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n. 269 de 22 de setembro de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (ANVISA, 2005). Considerando ainda a necessidade de readequação de rotulagem, controle e caracterização de matérias-primas alimentícias quanto à declaração de nutrientes e valor energético, novos regulamentos foram aprovados pelo Ministério da Saúde encontrando-se atualmente em vigor a Resolução RDC nº 360/03 da ANVISA (ANVISA, 2003).

Dados estatísticos colocam o pescado como responsável por 20% em média, de toda proteína animal consumida por aproximadamente 2,8 bilhões de pessoas no mundo. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação - FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*), o pescado proveniente do extrativismo atingiu um volume, em 2004, de 95,0 milhões de toneladas, sendo 85,8 de águas marinhas e 9,2 de águas continentais. Do total de captura em águas continentais, o Brasil contribuiu com 246 mil toneladas, representando cerca de 2,7% da produção mundial de captura de pescado de água doce (FAO, 2007).

Embora a pesca extrativista no Brasil seja ainda dominada pela pesca marinha, a parcela de contribuição do peixe proveniente da pesca em águas continentais tem mostrado sua importância no cenário nacional. Segundo análise de dados estatísticos realizada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, no período de 1998 a 2004 houve queda (de 60,8 para 49,2%) na participação relativa da pesca marinha sobre o total de pescado produzido neste período, enquanto que aquela advinda de águas

continentais permaneceu praticamente estável (de 24,2 para 24,5%). Em 2004, a produção da pesca extrativa total foi de 746.216,5 toneladas, sendo 67% (500.116,0 t) de águas marinhas e 33% (246.100,5 t) de águas continentais. Em números absolutos a pesca continental mostrou um aumento no volume capturado ano após ano, durante o período de 1998 a 2004 (BRASIL, 2005).

Petrere Jr. (1995) já considerava que a pesca continental no Brasil era praticada de forma intensiva na Bacia Amazônica, nos açudes nordestinos, na Bacia do rio São Francisco, em rios da Bacia do Leste, como o rio Paraíba do Sul, na Bacia do Paraná e na Bacia do Alto Paraguai. A estatística da pesca, segundo o IBAMA, mostra que a produção de pescado oriundo da pesca extrativa continental em 2004 no Brasil foi dominada pela região Norte, seguida das regiões Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul (BRASIL, 2005).

A pesca de água doce tem sido baseada em cerca de 70 a 80 espécies de peixes distribuídas nas seguintes famílias: Ageneiosidae, Anostomidae, Arapaimidae, Atherinidae, Callichthyidae, Characidae, Cichlidae, Clupeidae, Curimatidae, Cynodontidae, Cyprinidae, Doradidae, Engraulidae, Erythrinidae, Gymnotidae, Hemiodontidae, Hermiodidae, Hypophthalmidae, Loricariidae, Osteoglossidae, Pimelodidae, Potamotrygonidae, Prochilodontidae, Rhamphichthyidae, Sciaenidae, Serrasalminidae, Soleidae e Sternopygidae que são comercializados em praticamente todas as bacias hidrográficas no Brasil (BRASIL, 2005; HILSDORF et al., 2006).

A bacia hidrográfica do Alto Paraguai (BAP) onde se encontra um dos mais importantes e frágeis ecossistemas do país, o Pantanal, tem área territorial de 496.000 km<sup>2</sup>, sendo 396.800 km<sup>2</sup> pertencentes ao Brasil e o restante dividido entre o Paraguai e a Bolívia. Da porção brasileira, localizada na região Centro-Oeste, 189.551 km<sup>2</sup> pertencem ao Estado de Mato Grosso (MT) e 207.249 km<sup>2</sup> ao Estado de Mato Grosso do Sul (MS). Dessa área, cerca de 64% correspondem a planaltos e 36% a planícies (HASENCLEVER et al., 2002). Esta bacia conta com uma potencialidade natural diversificada, destacando-se, além do próprio rio Paraguai, os rios Piquiri ou Itiquira, Taquari, Coxim, Aquidauana, Miranda, Negro e Apa (PROCHMANN; MICHELS, 2003).

O Pantanal, uma imensa planície aluvial com cerca de 140.000 km<sup>2</sup> (SILVA; ABDON, 1998), por onde drenam o rio Paraguai e seus afluentes, abriga grande diversidade de peixes, tendo sido identificadas 263 espécies (BRITSKI; SILIMON; LOPEZ, 1999) e, em relação à flora foram identificadas quase 2000 espécies de plantas, das quais 242 são de macrófitas aquáticas (PEREIRA; RESENDE, 2006; POTT; POTT, 1997). A pesca, uma das principais atividades econômicas do Pantanal e de toda a Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso do Sul, é realizada nas modalidades profissional artesanal, esportiva e de subsistência (CATELLA, 2003, 2004; RESENDE et al., 2006; ZUNTINI et al., 2004).

Estudos realizados visando avaliar o nível de exploração dos estoques pesqueiros das principais espécies como o barbado *Pinirampus pirinampu* e *Luciopimelodus pati*, cachara *Pseudoplatystoma fasciatum*, dourado *Salminus maxillosus*, jaú *Paulicea luetkeni*, jurupensém *Sorubim cf lima*, jurupoca *Hemisorubim platyrhynchos*, pacu *Piaractus mesopotamicus*, piavuçu *Leporinus macrocephalus*, pintado *Pseudoplatystoma coruscans*, piranha *Pygocentrus nattereri* e *Serrasalmus spp*, piraputanga *Brycon hilari*, curimbatá *Prochilodus lineatus*, tucunaré *Cichla sp* e para as demais espécies não discriminadas reunidas em “outras espécies”, capturadas pela pesca profissional artesanal e esportiva entre 1994 e 1999 no Pantanal sul-mato-grossense, sugeriram que os estoques encontravam-se, em sua maioria, subexplorados nesse período (CATELLA, 2001, 2003; CATELLA; ALBUQUERQUE; CAMPOS, 2002).

Os dados obtidos pelo Sistema de Controle da Pesca de Mato Grosso do Sul (SCPESCA/MS) de 1994 a 2002 revelam que a captura de peixes no Pantanal de Mato Grosso do Sul concentrou-se sobre poucas espécies, recaindo principalmente sobre as maiores e mais nobres (CATELLA, 2003). Esta constatação já havia ocorrido quando da análise dos registros feitos pelo mesmo SCPESCA/MS entre 1994 e 1999 na BAP/MS a qual revelou que apenas 5 espécies foram responsáveis por mais de 71% de todo o desembarque pesqueiro ocorrido no período: pacu *Piaractus mesopotamicus* (30%), pintado *Pseudoplatystoma coruscans* (17%), piavuçu *Leporinus elongatus* (10%), dourado *Salminus maxillosus* (7%) e cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* (7%),



indicando a necessidade de distribuir melhor o esforço de pesca e lançar mão de espécies que estão subaproveitadas, ou que apresentam baixo valor comercial (CATELLA, 2003).

O pescado é rico em micronutrientes, minerais, ácidos graxos essenciais e proteínas, os quais proporcionam vários efeitos benéficos sobre importantes fatores fisiológicos, representando um valioso complemento em dietas pobres em tais nutrientes (ELVEVOLL et al., 2006). Em muitos países em desenvolvimento, embora o consumo médio per capita seja baixo, o pescado exerce importante efeito positivo, melhorando a qualidade das proteínas dietéticas e complementando os aminoácidos essenciais (FAO, 2007).

Levantamentos realizado pela FAO indicam um consumo aparente mundial de pescado per capita de 16,6 kg/ano em 2004, considerado o mais alto da história (FAO, 2007). Durante o período de 2001 a 2003, no Brasil, o consumo per capita foi de 6,4 kg/ano, bem abaixo de países como a Islândia (90,6 kg/ano), Japão (64,7 kg/ano), Portugal (57,1 kg/ano), Peru e Venezuela (19,2 kg/ano) (FAO, 2004). Segundo dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003, o consumo per capita anual no Brasil é variável nas diferentes regiões geográficas do país, oscilando de 1,36 kg/ano na região Centro Oeste a 24,67 kg/ano na região Norte (IBGE, 2004).

O valor energético de todos os ácidos graxos é praticamente igual, existindo, porém, diferenças quanto ao efeito fisiológico. O ácido linoléico (C18:2  $\omega$ -6) predominante em óleos de milho, girassol e soja, e o alfa linolênico (C18:3  $\omega$ -3) em óleos de linhaça, canola, colza e em peixes, são ácidos graxos essenciais, pertencentes a série  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3, respectivamente, e promotores da diminuição dos níveis de triacilgliceróis e colesterol sanguíneos reduzindo os riscos de moléstias cardiovasculares (BELDA; POUCHET-CAMPOS, 1991; WHELAN; RUST, 2006).

No organismo humano ou animal esses ácidos são precursores de moléculas que exercem importantes funções fisiológicas; usando as mesmas enzimas dessaturases ( $\Delta$ 6 e  $\Delta$ 5) e elongase sintetizam seus derivados com 20 ou mais átomos de carbonos, tais como o ácido araquidônico (AA) (20:4  $\omega$ -6) e ácido eicosapentaenóico (EPA) (20:5  $\omega$ -3). Incorporados nos fosfolípidios das

membranas celulares, resultam na síntese dos eicosanóides, como as prostaglandinas, prostaciclina, leucotrienos e tromboxanos. A metabolização do AA resulta na formação de tromboxanos  $A_2$  (atua na promoção da agregação plaquetária) e prostaglandinas  $I_2$  (inibe a agregação plaquetária) e leucotrienos  $B_4$  (maior potencial pró-inflamatório), enquanto que o metabolismo do EPA leva à produção de prostaglandinas  $I_3$  e tromboxanos  $A_3$  (com menor poder de agregação plaquetária) e leucotrienos  $B_5$  de menor ação nos processos inflamatórios (CALDER, 2006; DEFILIPPIS; SPERLING, 2006; GARCIA, 1998; GARÓFOLO; PETRILLI, 2006; RUXTON et al., 2005; SIDHU, 2003; SIMOPOULOS, 2006; TAPIERO et al., 2002; TURATTI et al., 2002; VOET; VOET, 2006).

Estudos têm sugerido correlação positiva entre os ácidos graxos polinsaturados (AGPI)  $\omega$ -3 e a baixa incidência de doenças cardiovasculares, a exemplo dos esquimós e dos japoneses residentes em áreas de captura de peixes, devido ao alto consumo destes ácidos graxos (BANG; DYERBERG, 1972, 1980; BANG; DYERBERG; HJORNE, 1976; BJERREGAARD; DYERBERG, 1988; DYERBERG; BANG, 1979; DYERBERG; BANG; HJORNE, 1975; HIRAI A. et al., 1980; KAGAWA Y. et al., 1982; KROMANN; GREEN, 1980; SCHMIDT et al., 2006; YANO, K. et al., 1988).

Dados de pesquisas demonstraram que o consumo de ácidos graxos, especialmente EPA e DHA (ácido docosahexaenóico) reduzem fatores bioquímicos de risco associados à artrite, câncer e podem auxiliar no tratamento da psoríase (CALDER, 2004; CASTRO et al., 2007; CONNOR, 2000; ELVEVOLL et al., 2006; HARRIS, 1989; LIMA et al., 2000).

Ruxton et al. (2004) revisaram as evidências publicadas de estudos de observação e intervenção com relação aos efeitos benéficos dos ácidos graxos polinsaturados ômega-3, sobre as doenças cardiovasculares, doenças inflamatórias, desenvolvimento e função cerebral, e saúde mental. Mais recentemente pesquisadores avaliaram o efeito do consumo de óleo de peixe e de ácidos graxos  $\omega$ -3 sobre os fatores de riscos de doenças cardiovasculares comumente avaliados no soro humano, verificando efeito benéfico dose-dependente sobre os triglicerídios, bem como ligeiro aumento do colesterol-HDL

(*High Density Lipoprotein*) e diminuição dos níveis de colesterol-LDL (*Low Density Lipoprotein*) (BALK et al., 2006).

Os efeitos benéficos dos polinsaturados  $\omega$ -3 são influenciados pelo tipo de peixe consumido. O consumo regular de peixes de águas oceânicas e frias, principalmente os de alto teor de gordura, tais como, atum, salmão, cavala, truta, sardinha, anchova, arenque, proporciona maior conteúdo de EPA e DHA (KRIS-ETHERTON; HARRIS; APPEL, 2003; MOZAFFARIAN et al., 2003, 2005; NOMIKOS et al., 2006; OOMEN et al., 2000; SIOEN et al., 2006).

Fatores dietéticos relacionados com a incidência de doenças crônicas, dentre elas as cardiovasculares, incluem aqueles ligados à composição da gordura dietética que podem exercer efeitos promotores e/ou protetores dessas doenças. A avaliação da qualidade nutricional desta gordura tem sido realizada, com base na composição de ácidos graxos, através da determinação de índices que relacionam o conteúdo de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) e polinsaturados (AGPI) séries  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 (DIETSCHY, 1998; ULBRICHT; SOUTHGATE, 1991).

A razão ácidos graxos polinsaturados/saturados, P/S, também tem sido utilizada com frequência para análise do valor nutricional de óleos e gorduras e indicar o potencial colesterolêmico, sendo recomendado dieta com valores acima de 0,45 (DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, 1984). Entretanto, esta razão P/S, baseada apenas na estrutura química considera todos os ácidos graxos saturados hipercolesterolêmicos (potencialmente aterogênicos), e ignora os efeitos dos monoinsaturados. (DIETSCHY, 1998; SANTOS-SILVA; BESSA; SANTOS-SILVA, 2002; ULBRICHT; SOUTHGATE, 1991; WILLIAMS, 2000).

A razão entre ácidos graxos polinsaturados  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 é outro índice comumente usado para avaliar o valor nutricional de óleos e gorduras. Atualmente as recomendações dietéticas visam elevar a ingestão de AGPI  $\omega$ -3 de maneira que razão  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 não exceda a 4,0 (DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, 1994).

Ulbricht e Southgate (1991) propuseram ainda os índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT) das gorduras como medidas de

avaliação e comparação da qualidade de diferentes alimentos e dietas, atribuindo diferentes pesos para as diferentes categorias de ácidos graxos. Quanto ao potencial aterogênico, maior peso foi dado aos ácidos graxos saturados (AGS) láurico, mirístico e palmítico, tendo o mirístico cerca de 4 vezes mais potencial hipercolesterolêmico. Na determinação do IA, o ácido esteárico (saturado) é omitido em função de não interferir na colesterolemia; os autores consideram o efeito hipocolesterolêmico dos ácidos graxos monoinsaturados, principalmente o oléico, além dos polinsaturados. Assim, o IA indica a razão entre a soma dos principais AGS e a soma dos principais insaturados. Para definir o índice de trombogenicidade, os autores consideraram os ácidos graxos saturados mirístico, palmítico e esteárico como pró-trombogênicos, enquanto os insaturados foram admitidos como anti-trombogênicos com diferentes potencialidades, isto é AGMI e AGPI $\omega$ -6 menos anti-trombogênicos que AGPI  $\omega$ -3.(ULBRICHT; SOUTHGATE, 1991).

Outro índice proposto para a avaliação da qualidade nutricional de gorduras e que envolve os efeitos funcionais dos ácidos graxos sobre o metabolismo do colesterol, relaciona o conteúdo dos ácidos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (razão H/H). Esta razão considera os ácidos graxos insaturados (oléico, linoléico, araquidônico, linolênico, EPA, DPA e DHA) como potencialmente hipocolesterolêmicos, os ácidos graxos saturados mirístico e palmítico, como promotores de hipercolesterolemia. Assim, valores da razão H/H mais elevados são desejáveis por indicarem maior proporção de ácidos graxos hipocolesterolêmicos (DIETSCHY, 1998; SANTOS-SILVA; BESSA; SANTOS-SILVA, 2002; WILLIAMS, 2000).

Estudos têm reportado que peixes de água doce embora contendo teores relativamente elevados de EPA e DHA, possuem níveis de polinsaturados da família ômega-3 mais baixos que peixes marinhos (ÇELIK et al., 2005; RASOARAHONA et al., 2005; SIDHU, 2003; STEFFENS, 1997).

## OBJETIVOS

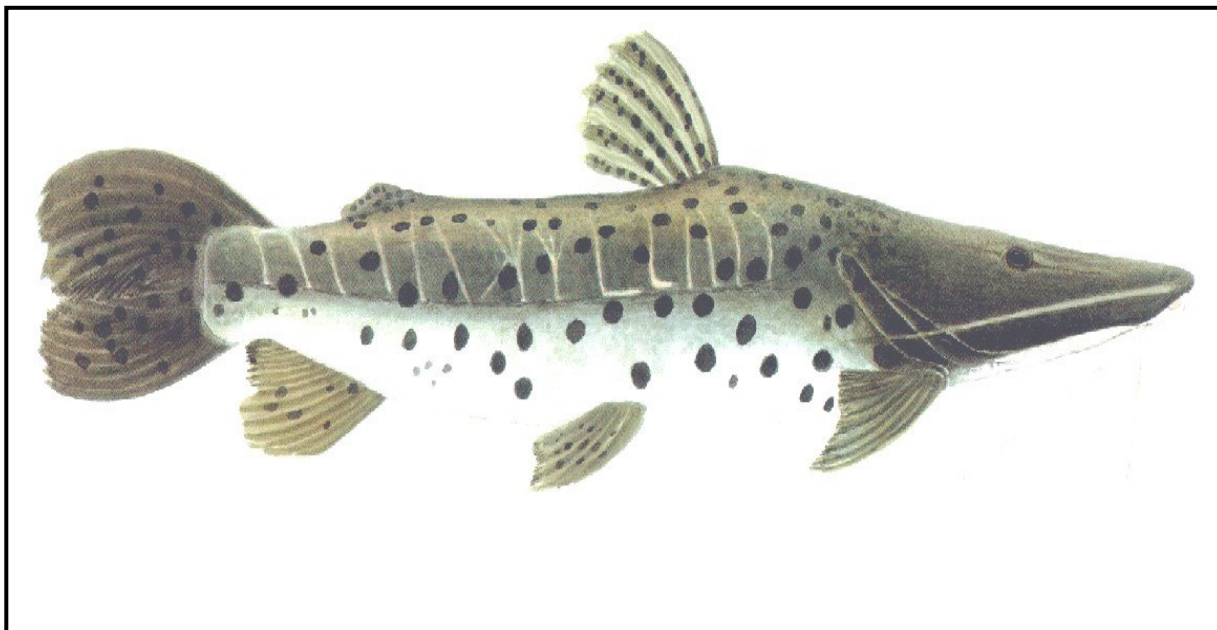
### Geral:

Caracterizar o valor nutricional de espécies de peixes oriundos da pesca extrativa artesanal do Rio Miranda, na região do pantanal sul-mato-grossense, a saber: pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), cachara (*P. fasciatum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), dourado (*Salminus maxillosus*), barbado (*Pirirampus pirinampu*), jaú (*Paulicea luetkeni*), jurupensém (*Surubim lima*), jurupoca (*Hemisorubim platyrhinchos*), mandi amarelo (*Pimelodus maculatus*), mandi prateado (*Pimelodus argenteus*) e palmito (*Ageneiosus brevifilis*).

### Específicos:

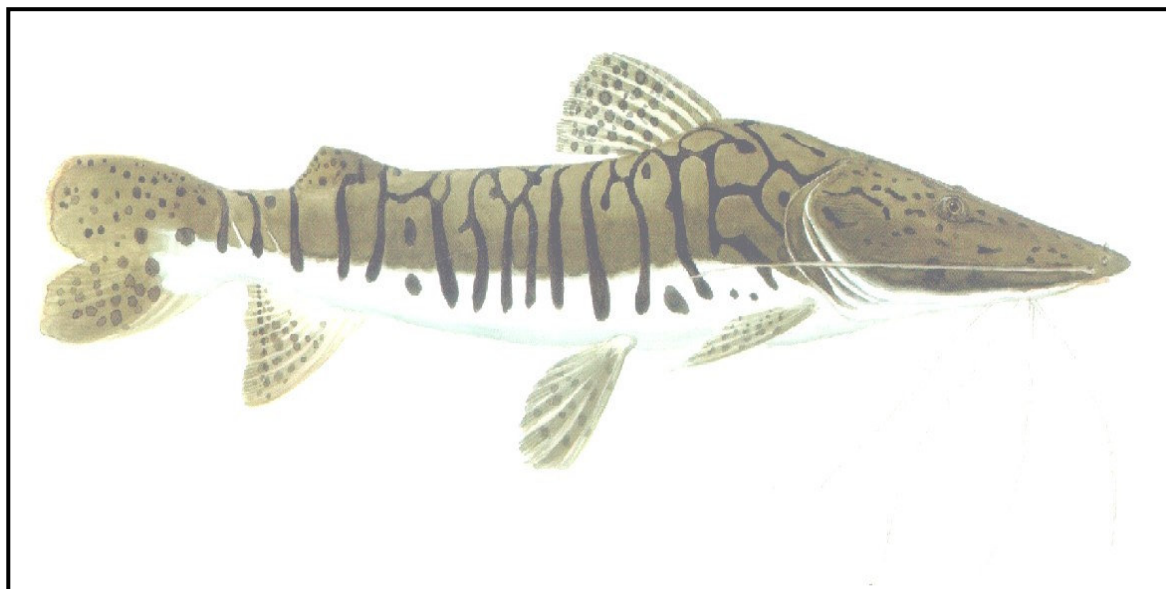
- Determinar no tecido muscular (filé) dos peixes:
  - A composição centesimal (umidade, proteínas, lipídios totais e cinzas)
  - O perfil de ácidos graxos da fração lipídica.
- Avaliar a qualidade nutricional dos lipídios totais determinando-se: Índice de Aterogenicidade - IA, Índice de Trombogenicidade - IT e Razão hipocolesterolêmicos/hipercolesterolêmicos - HH.

## DESCRIÇÃO DOS PEIXES



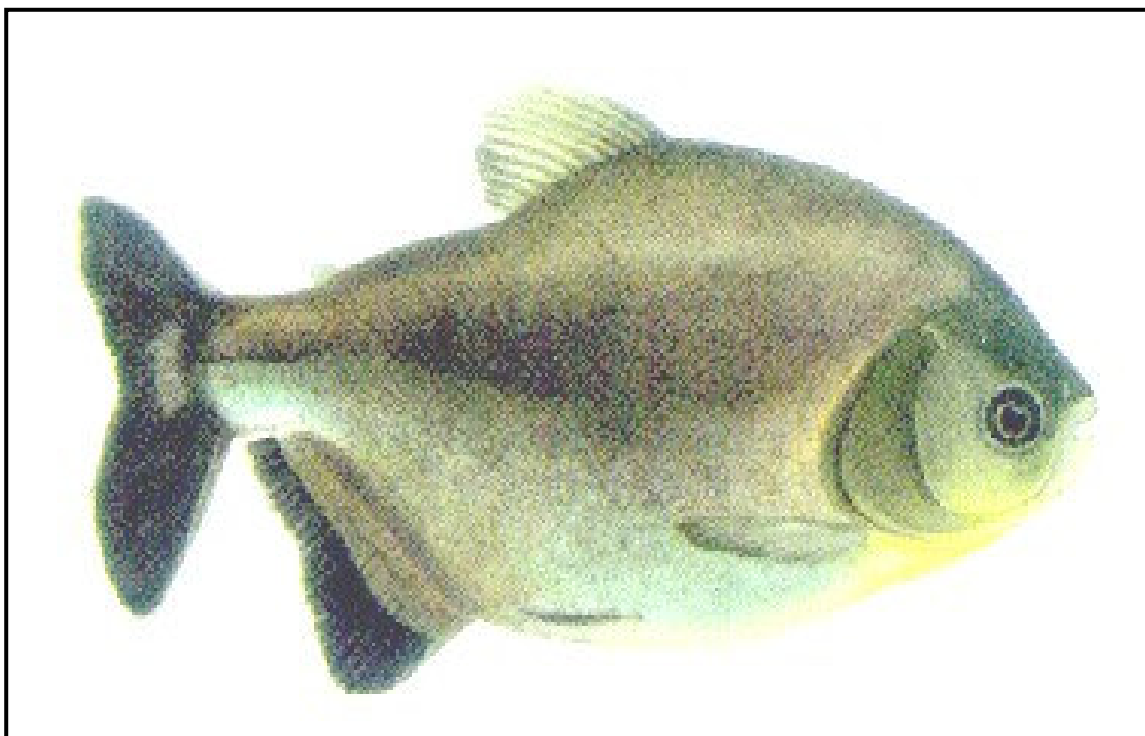
**Figura 1** - Pintado - *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829)

Descrição: Sinônimos, surubim-pintado, moleque, cambucu. Peixe carnívoro, apresenta manchas negras arredondadas distribuídas pelo corpo. Comprimento: até cerca de 150 cm (BRITSKI; SILIMON; LOPEZ, 1999; RESENDE et al., 1996).



**Figura 2** - Cachara - *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766)

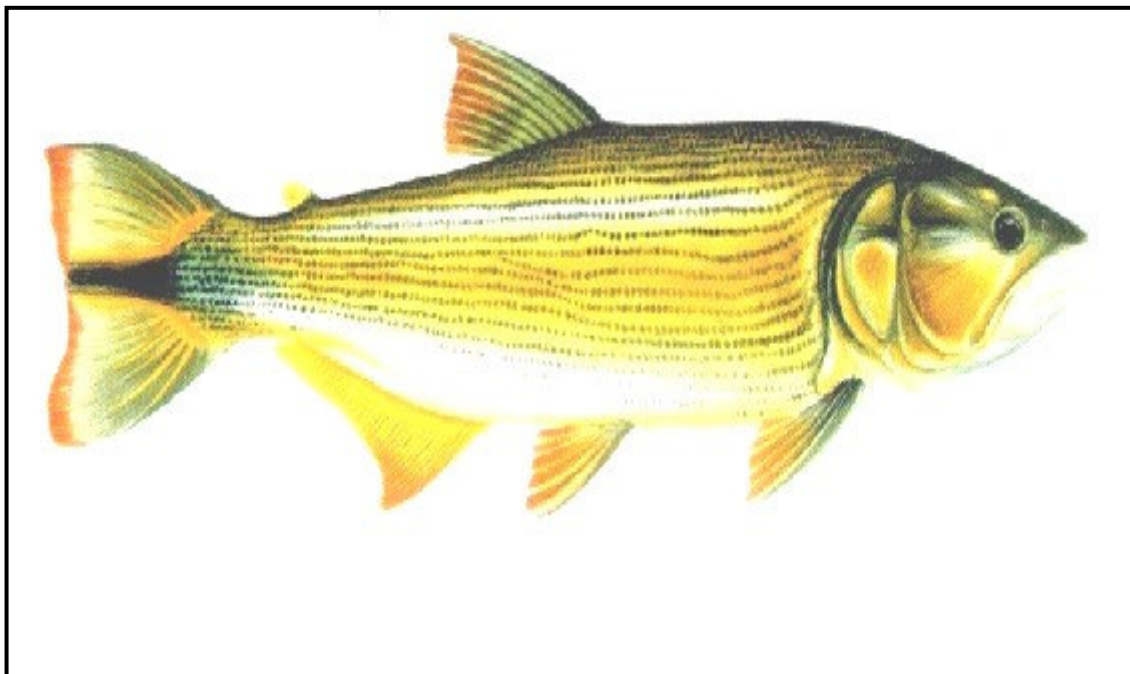
Descrição: Sinônimos, surubim, surubim-cachara. Peixe carnívoro, com colorido similar ao de *P. coruscans*, apresenta faixas verticais escuras, irregulares, distribuídas pelo corpo. Comprimento: até cerca de 140 cm (BRITSKI; SILIMON; LOPEZ, 1999; RESENDE et al., 1996).



**Figura 3** - Pacu - *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887)

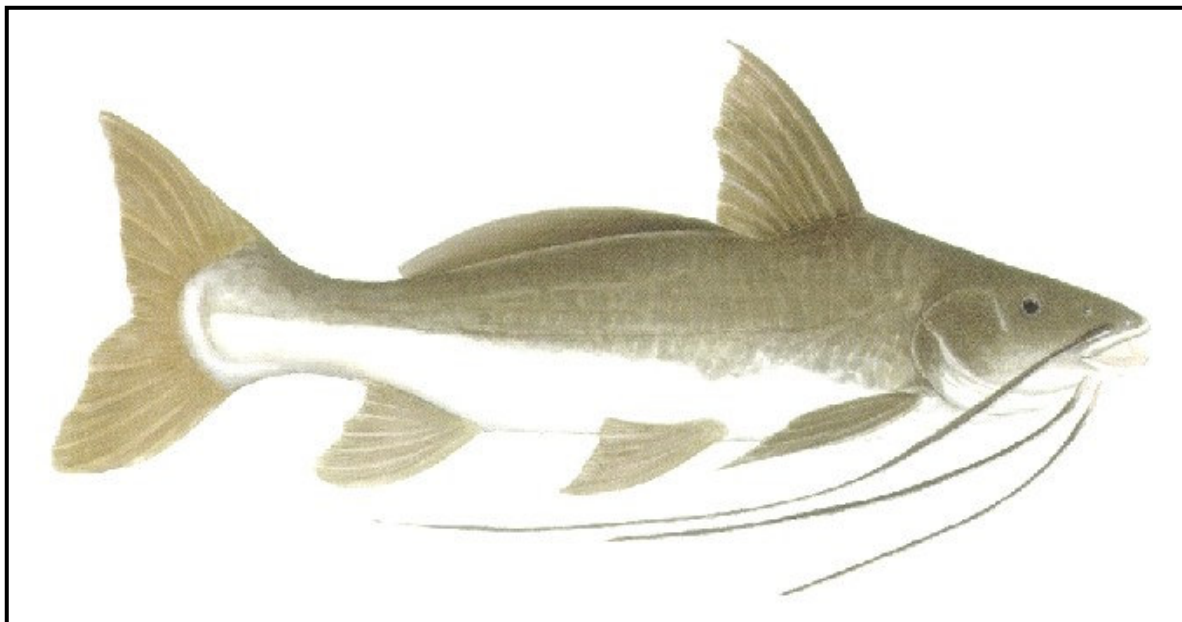
Descrição: Sinônimos, pacu-caranha, caranha. Peixe de hábito predominantemente vegetariano, apresenta flanco castanho ou cinza-escuro e em vida, o ventre é amarelo-dourado. Comprimento: cerca de 55 cm. Esta espécie, até recentemente, era conhecida como *Colossoma mitrei* (Berg, 1895) (BRITSKI; SILIMON; LOPEZ, 1999; RESENDE; PEREIRA; ALMEIDA, 1998).





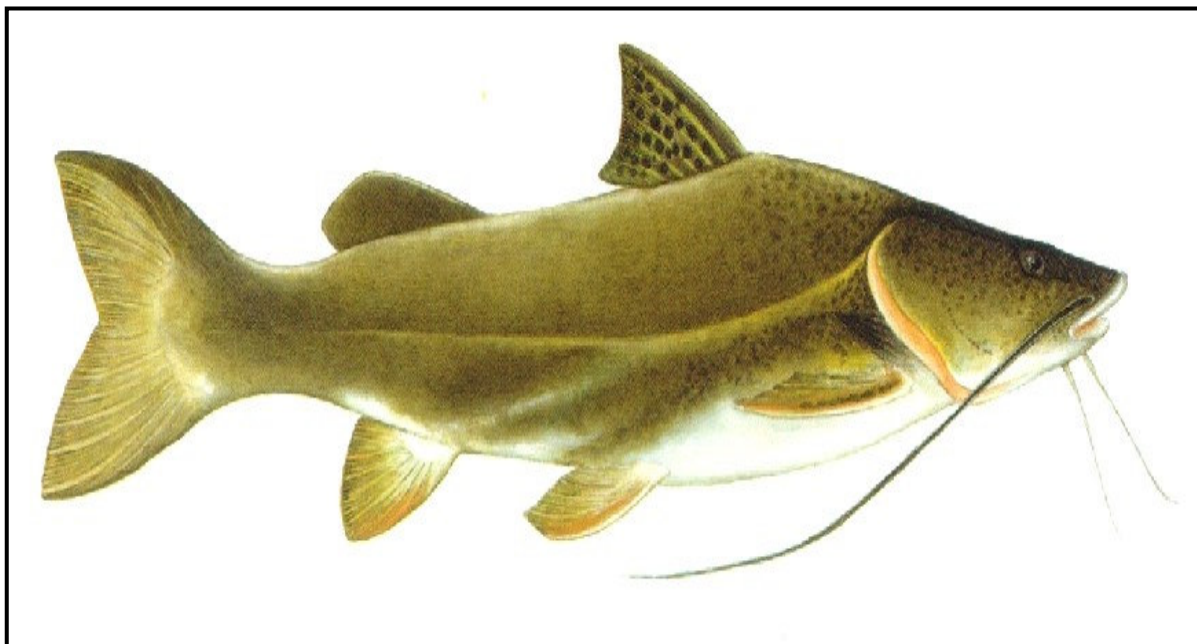
**Figura 4** - Dourado - *Salminus maxillosus* Valenciennes, 1849

Descrição: Peixe carnívoro, predador e voraz, com escamas do corpo com pontos escuros formando conjunto de linhas longitudinais desde o dorso até abaixo da linha lateral. Em vida, possui colorido amarelo-dourado e nadadeiras alaranjadas. Comprimento: até cerca de 110 cm (BRITSKI; SILIMON; LOPEZ, 1999; RESENDE et al., 1996).



**Figura 5** - Barbado - *Pirirampus pirinampu* (Spix, 1829)

Descrição: Sinônimo barbado-branco. Espécie piscívora, apresenta barbilhão maxilar longo que ultrapassa a base da nadadeira anal. Corpo com coloração cinza a castanho no dorso e flanco, e esbranquiçado abaixo. Comprimento: até cerca de 88 cm (BRITSKI; SILIMON; LOPEZ, 1999).



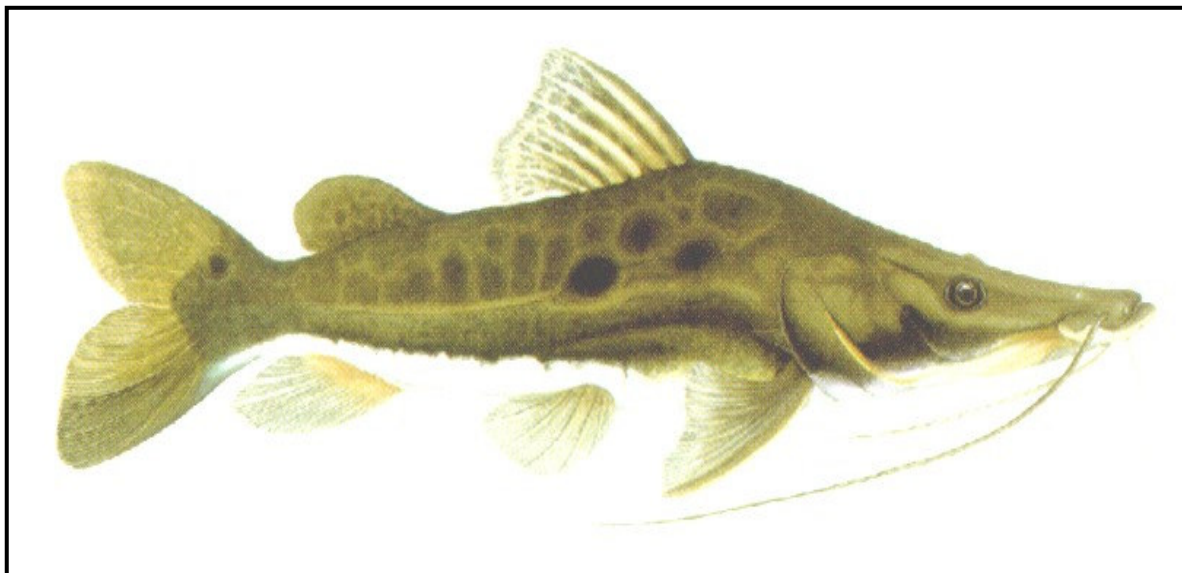
**Figura 6 - Jaú - *Paulicea luetkeni* (Steindachner, 1875)**

Descrição: Apresenta corpo robusto, curto e grosso, cabeça larga e achatada. Coloração do corpo variando do cinza-claro a castanho. Peixe piscívoro. Comprimento: até cerca de 200 cm (BRITSKI; SILIMON; LOPEZ, 1999).



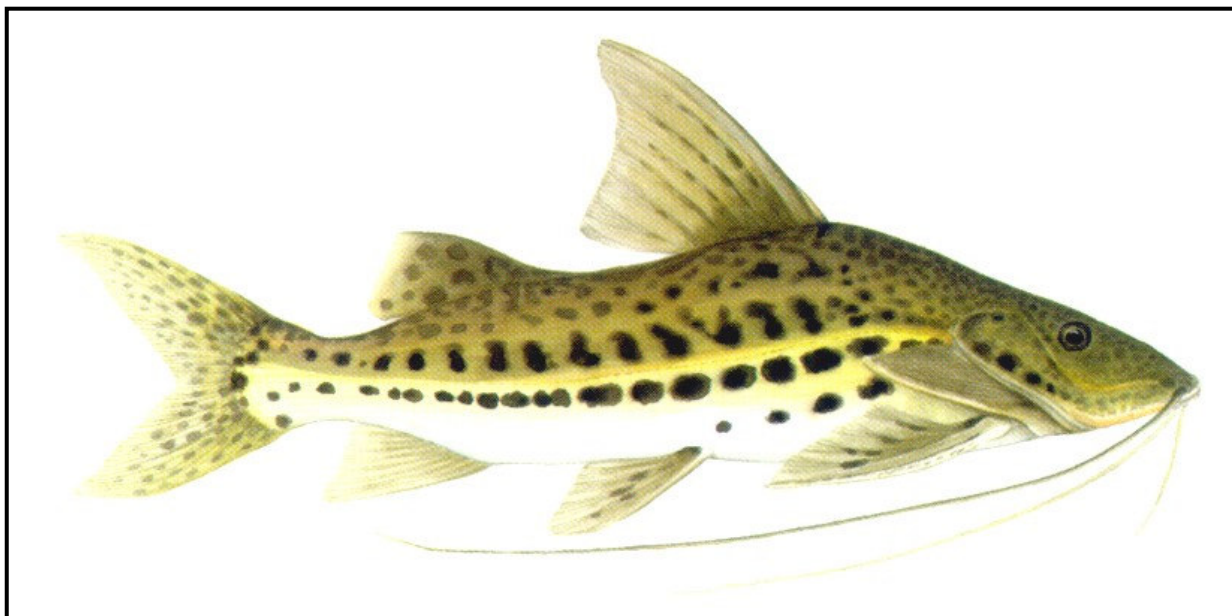
**Figura 7** - Jurupensém - *Surubim cf. lima* (Schneider, 1801)

Descrição: Sinônimo, bico-de-pato. Carnívoro, apresenta cabeça longa e achatada, olhos estritamente laterais. Corpo com coloração castanho-escuro e negro no dorso, passando abruptamente a amarelo, abaixo da linha lateral; uma listra clara estende-se da altura do olho até o lobo superior da caudal, divide a área escura do dorso em duas faixas largas longitudinais. Comprimento: até cerca de 55 cm (BRITSKI; SILIMON; LOPEZ, 1999; RESENDE et al., 1996).



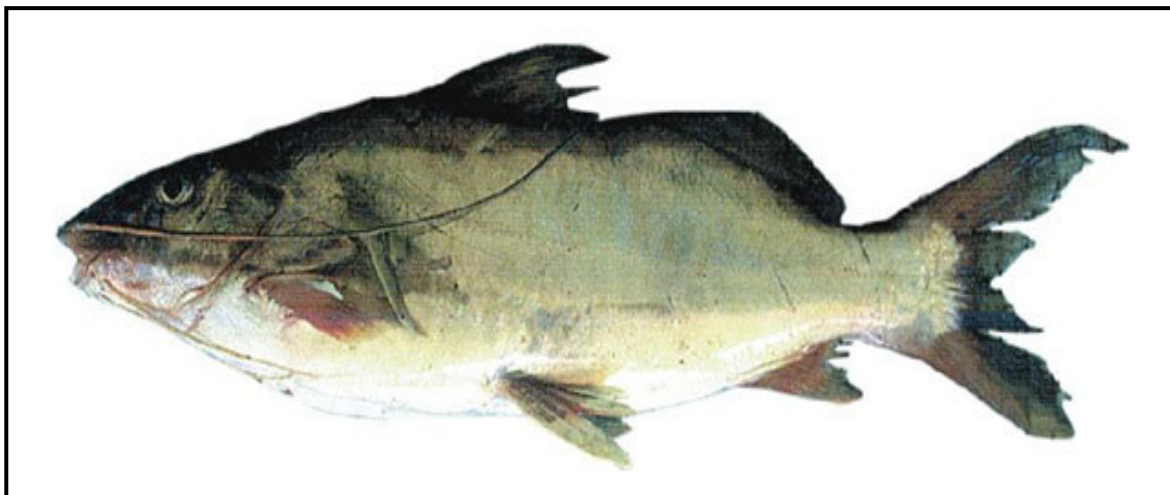
**Figura 8** - Jurupoca - *Hemisorubim platyrhinchos* (Valenciennes, 1840)

Descrição: Sinônimo, jerepoca, jiripoca. Peixe carnívoro, apresenta mandíbula mais longa que a maxila superior. Corpo com o dorso castanho-claro, marmoreado de castanho mais escuro, com uma ou mais manchas negras ovaladas de tamanho variável, de cada lado do corpo. Comprimento: até cerca de 55 cm (BRITSKI; SILIMON; LOPEZ, 1999; RESENDE et al., 1996).



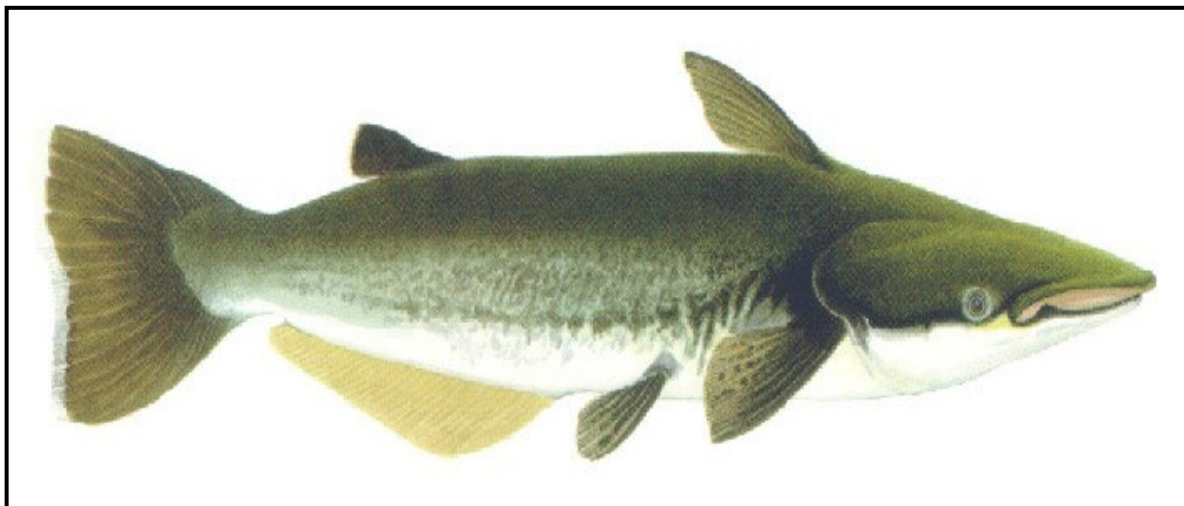
**Figura 9** - Mandi amarelo - *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803

Descrição: Sinônimos, bagre, surubim-brage. Peixe onívoro, apresenta coloração amarela e de três a cinco séries de grandes máculas ao longo do corpo. Comprimento: até cerca de 55 cm (BRITSKI; SILIMON; LOPEZ, 1999; RESENDE; PEREIRA, 2000).



**Figura 10** - Mandi-prateado - *Pimelodus argenteus*

Descrição: Sinônimos, mandi-branco, mandiuva. Onívoro, apresenta corpo de colorido uniforme, escuro no dorso, claro no ventre. Comprimento: até cerca de 25 cm (BRITSKI; SILIMON; LOPEZ, 1999; RESENDE; PEREIRA, 2000).



**Figura 11** - Palmito - *Ageneiosus brevifilis* Valenciennes, 1840

Descrição: Peixe carnívoro, apresenta corpo alto, cabeça larga e achatada, dorso escuro. Em vida, são amarelados no flanco, sendo o ventre e as nadadeiras alaranjadas. Comprimento: até cerca de 55 cm (BRITSKI; SILIMON; LOPEZ, 1999).



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução de Diretoria Colegiada - RDC n. 269 de 22 de setembro de 2005**. Aprova Regulamento Técnico sobre Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18828&word>>. Acesso em: 01 nov.2005.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução de Diretoria Colegiada - RDC n. 360 de 23 de dezembro de 2003**. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados Ingestão. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=9059>>. Acesso em: 23 mar.2004.

BADOLATO, E. S. G. et al. Composição centesimal de ácidos graxos e valor calórico de cinco espécies de peixes marinhos nas diferentes estações do ano. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.54, n.1, p. 27-35, 1994.

BALK, E. M. et al. Effects of omega-3 fatty acids on serum markers of cardiovascular disease risk: A systematic review. **Atherosclerosis**, v.189, p.19-30, 2006.

BANG H. O.; DYERBERG, J.; HJORNE, N. The composition of foods consumed by Greenland Eskimos. **Acta Medica Scandinavica**, 200, 69-73, 1976..

BANG H. O.; DYERBERG, J.; Lipid metabolism in Greenland Eskimos. **Advances in Nutritional Research**, 31, 1-32, 1980.

BANG, H. O.; DYERBERG, J. Plasma lipids and lipoproteins in Greenlandic West Coast Eskimos. **Acta Medica Scandinavica**, 192, 85-94, 1972.

BELDA, M. C. L.; POUCHET-CAMPOS, M. A. Ácidos graxos essenciais em nutrição: uma visão atualizada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.11, n.1, p.5-35, 1991.

BELLUZZI, A. n-3 and n-6 fatty acids for the treatment of autoimmune diseases. **European Journal of Lipid Science and Technology**, 103, 399-407, 2001.

BJERREGAARD, P.; DYERBERG, J. Mortality from ischemic heart disease and cerebrovascular disease in Greenland. **International Journal of Epidemiology**, 17, 514-519, 1988.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística da pesca 2004**. Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Brasília-DF, 2005. Disponível em: <[http://200.198.202.145/seap/pdf/cogesi/boletim\\_2004.pdf](http://200.198.202.145/seap/pdf/cogesi/boletim_2004.pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 710/GM de 10 de junho de 1999. Aprova Política Nacional de Alimentação e Nutrição. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, nº 110, de 11 de junho de 1999, seção I, p.14.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção a Saúde, Departamento de Atenções Básicas. **Política nacional de alimentação e nutrição**. 2.ed. rev. Brasília: Ministério da Saúde. 2003. 48p.

BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. S.; LOPEZ, B. S. **Peixes do Pantanal**. Manual de identificação. Brasília: Embrapa-SPI; Corumbá: Embrapa-CPAP, 1999. 184p.

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

CALDER, P. C. Polyunsaturated fatty acids and inflammation. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v.75, p.197-202, 2006. Disponível *on line*: <[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)>. Acesso em: 12 fev.2007.

CASTRO, F. A. F. et al. Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes. **Food Chemistry**, v.103, p.1080-1090, 2007. Disponível *on line*: <[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)>. Acesso em: 12 fev.2007.

CATELLA, A. C.; ALBUQUERQUE, F. F.; CAMPOS, F. L. R. **Sistema de controle da pesca de Mato Grosso do Sul SCPESCA/MS 6 - 1999**. Corumbá: Embrapa

Pantanal. 2002. 60p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 35). Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BP35>>. Acesso em: 20 fev.2007.

CATELLA, A. C. **A Pesca no Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil:** descrição, nível de exploração e manejo (1994 – 1999). 2001. 351 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) -- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA; Universidade do Amazonas – UA, Manaus, 2001. 351p.

CATELLA, A. C. **A Pesca no Pantanal Sul:** situação atual e perspectivas. Corumbá: Embrapa Pantanal. 2003. 43p. (Documentos 48). Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC48>>. Acesso em: 20 fev.2007.

CATELLA, A. C. **Procedimentos para estimar o rendimento pesqueiro dos pescadores profissionais artesanais do Pantanal Sul.** Corumbá: Embrapa Pantanal. 2004. 3p. (Circular Técnica 53). Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/CT53>>. Acesso em: 20 fev.2007.

ÇELIK, 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.

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

CONNOR, W. E. The beneficial effects of w-3 fatty acids: cardiovascular disease and neurodevelopment. **Current Opinion in Lipidology**, 8, 1-3, 1997.

DeFILIPPIS, A. P.; SPERLING, L. S. Understanding omega-3's. **American Heart Journal**, v.151, n.3, p.564-570, 2006.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Diet and cardiovascular disease. Report on health and social subjects, n. 28.** London: HMSO, 1984.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on health and social subjects, n. 46.** London: HMSO, 1994. 178p.

DIETSCHY, J. M. Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol concentration. **Journal of Nutrition**, 128, 444S - 448S, 1998.

DYERBERG, J.; BANG, H. O. Haemostatic function and platelet polyunsaturated fatty acids in Eskimos. **Lancet**, 2, 433-435, 1979.

DYERBERG, J.; BANG, H. O.; HJORNE, N. Fatty acid composition of the plasma lipids in Greenland Eskimos. **American Journal of Clinical Nutrition**, 28, 958-966, 1975.

ELVEVOLL, E. O. et al. Enhanced incorporation of n-3 fatty acids from fish compared with fish oils. **Lipids**, v.41, p.1109-1114, 2006.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Anuarios de estadísticas de pesca.** Cuadros resumidos. Pescado y productos de la pesca - consumo aparente, 2004. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/fi/stat/summary/applybc.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2006.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2006.** Roma: Departamento de Pesca y Acuicultura, 2007. 198p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/A0699s/A0699s00.htm>>. Acesso em: 13 mai. 2007.

FLORES, H. et al. Enriquecimento de alimentos: presente e futuro. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.1, p. 49-55, jan/jun. 1996.

GARCIA, D. J. Omega-3, long chain PUFA. **Food Technology**, v.52, n.6, p.44-46, 1998.

GARÓFOLO, A.; PETRILLI, A.S. Balanço entre ácidos graxos ômega-3 e 6 na resposta inflamatória em pacientes com câncer e caquexia. **Revista de Nutrição**, v.19, p.611-621, 2006.

HARRIS, W. S. Fish oils and plasm lipid lipoprotein metabolism in humans: a critical review. **Journal of Lipid Research**, v.30, n.6, p.785-807, 1989.

HASENCLEVER, L. et al. **Aspectos econômicos da exploração dos recursos pesqueiros no pantanal**. Conservation Strategy Fundation. Brasil 2002, 18p. Disponível em: <[http://www.cpap.embrapa.br/pesca/online/PESCA2002\\_Hasenclever1](http://www.cpap.embrapa.br/pesca/online/PESCA2002_Hasenclever1)>. Acesso em: 20 fev.2007.

HILSDORF, A. W. S.; RESENDE, E. K.; MARQUES, D. K. S. **Genética e conservação de estoques pesqueiros de águas continentais no Brasil: situação atual e perspectivas**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2006. 44p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 82). Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC82>>. Acesso em: 20 fev.2007.

HIRAI A. et al. Eicosapentaenoic acid and platelet function in Japanese. **Lancet**, 2, 1132-1133, 1980.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de orçamentos familiares 2002-2003**. Aquisição alimentar domiciliar per capita. Brasil e grandes regiões. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 251p. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2002aquisicao/pof2002aquisicao.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2007.

KAGAWA Y. et al. Eicosapolyenoic acids of serum lipids of Japanese islanders with low incidence of cardiovascular disease. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, 28, 441-453, 1982.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HARRIS, W. S.; APPEL L. J. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v.23, p.20-30, 2003.

KROMANN N, GREEN A. Epidemiological studies in the Upernavik District Greenland. **Acta Medica Scandinavica**, 208, 401-406, 1980.

LEAF, A. Prevention of sudden cardiac death by n-3 polyunsaturated fatty acids. **Fundamental & Clinical Pharmacology**, 20, 525-538, 2006.

LIMA, F. E. L. et al. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Revista de Nutrição**, v.13, p.73-80, 2000.

MOZAFFARIAN, D. et al. Cardiac benefits of fish consumption may depend on the type of fish meal consumed. The cardiovascular health study. **Circulation**, v.107, p.1372-1377, 2003.

MOZAFFARIAN, D. et al. Fish intake and risk of incident heart failure. **Journal of the American College of Cardiology**, v.45, p.2015-2021, 2005.

NEPA. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. **Tabela de composição brasileira de alimentos (TACO)**. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2004. 44p.

NOMIKOS, T. et al. Antiatherogenic properties of lipid fractions of haw and fried fish. **Food Chemistry**, v.96, p.29-35, 2006.

OOMEN, C. M. et al. Fish consumption and coronary heart disease mortality in Finland, Italy, and Netherlands. **American Journal of Epidemiology**, v.151, p.999-1006, 2000.

OZOGUL, Y.; OZOGUL, F. Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Seas. **Food Chemistry**, v.100, p.1634-1638, 2007. Disponível em:<[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)>. Acesso em: 12 fev. 2007.

PEREIRA, R. A. C.; RESENDE, E. K. **Alimentação de *Gymnotus cf carapo* (Pisces: Gymnotidae) e suas relações com a fauna associada as macrófitas aquáticas no Pantanal, Brasil**. Corumbá: Embrapa Pantanal. 2006. 51. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 68). Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BP68>>. Acesso em: 20 fev.2007.

PETREIRE JR, M. A pesca de água doce no Brasil. **Ciência Hoje**, v. 19, n.110, p.28-33, 1995.

POTT, V. J.; POTT, A. Checklist das macrófitas aquáticas do Pantanal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.11, n.2, p.215-227, 1997.

PROCHMANN, A. M.; MICHELS, I. L. **Estudos das cadeias produtivas de Mato Grosso do Sul: 8 Piscicultura**. Governo do Estado de Mato Grosso do Sul, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e Fundação Cândido Rondon. Campo Grande, 2003. 136p. Disponível em: <[http://www.sefaz.ms.gov.br/cadeias/arquivos/08\\_piscicultura.pdf](http://www.sefaz.ms.gov.br/cadeias/arquivos/08_piscicultura.pdf)>. Acesso em: 09 nov. 2004.

RASOARAHONA, J. R. E. et al. Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species (*Oreochromis niloticus*, *O. macrochir* and *Tilapia rendalli*) from Madagascar. **Food Chemistry**, v.91, p.683-694, 2005.

RESENDE, E. K.; PEREIRA, R. A. C.; ALMEIDA, V. L. L. **Peixes herbívoros da planície inundável do rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1998. 24p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 10).

RESENDE, E.K.; PEREIRA, R.A.C. **Peixes onívoros da planície inundável do rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2000. 44p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa,16).

RESENDE, E.K. et al. **Alimentação de peixes carnívoros da planície inundável do rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**. Corumbá, MS, EMBRAPA-CPAP, 1996, 36p. (EMBRAPA. Boletim de Pesquisa, 03).

RESENDE, E. K. et al. **Biologia da tuvira, *Gymnotus cf. carapo* (Pisces, Gymnotidae) no Baixo Rio Negro, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**. Corumbá: Embrapa Pantanal. 2006. 42p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 67). Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BP67>>. Acesso em: 20 fev.2007.

RUXTON, C. H. S. et al. The health benefits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: a review of the evidence. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v.17, p.449-459, 2004.

RUXTON, C. H. S. et al. The impact of long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids on human health. **Nutrition Research Reviews**, 18, 113-129, 2005.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**, v.77, p.187-194, 2002.

SCHMIDT, E. B. et al. Fish, marine n-3 polyunsaturated fatty acids and coronary heart disease: a minireview with focus on clinical trial data. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v.75, p.191-195, 2006.

SCHMIDT, E. B. et al. Marine n-3 polyunsaturated fatty acids and coronary heart disease. Part I. Background, epidemiology, animal data, effects on risk factors and safety. **Thrombosis Research**, 115, 163-170, 2005.

SIDHU, K. S. Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v.38, p.336-344, 2003.

SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M. Delimitação do pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33. n.Especial, p.1703-1711, 1998.

SIMOPOULOS, A. P. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v.60, p.502-507, 2006. Disponível em: <[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)>. Acesso em: 29 nov. 2006.

SIOEN, I. et al. Effects of pan-frying in margarine and olive oil on the fatty acid composition of cod and salmon. **Food Chemistry**, v.98, p.609-615, 2006.

STEFFENS, W. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. **Aquaculture**, v.151, p.97-119, 1997.



TAPIERO, H. et al. Polysaturated fatty acids (PUFA) and eicosanoids in human health and pathologies. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, v.56, p.215-222, 2002.

TURATTI, J. M.; GOMES, R. A. R.; ATHIÉ, I. **Lipídios**. Aspectos funcionais e novas tendências. Campinas. ITAL, 2002, 78p.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, v.338, n.19, p.985-992, 1991.

USP. Universidade de São Paulo. **Tabela de composição de alimentos**: Projeto integrado de composição de alimentos. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tabela/tbcacoce.php>>. Acesso em: 22 dez. 2005.

VOET, D.; VOET, J. G. **Bioquímica**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 1596 p.

WHELAN, J; RUST, C. Innovative dietary sources of n-3 fatty acids. **Annual Review of Nutrition**, v.26, p.75-103. 2006.

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids and human health. **Annales de Zootechnie**. v.49, p.165-180, 2000.

YANO, K. et al. A comparison of the 12-year mortality and predictive factors of coronary heart disease among Japanese men in Japan and Hawaii. **American Journal of Epidemiology**, 127, 476-487, 1988.

ZUNTINI, D. et al. **Alimentação natural da Piraputanga, *Brycon hilarii* (Teleostei- Characidae) no Rio Miranda, Município de Jardim, MS - Projeto Piracema**. In: Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, 4.,2004, Corumbá. Disponível em: <[http://www.cpap.embrapa.br/agencia/simpan/sumario/artigos/asperctos/pdf/bioticos/601RB-ZUNTINI\\_1\\_OK31Visto.pdf](http://www.cpap.embrapa.br/agencia/simpan/sumario/artigos/asperctos/pdf/bioticos/601RB-ZUNTINI_1_OK31Visto.pdf)>. Acesso em: 20 fev.2007.

## **CAPÍTULO 1**

### **PERFIL LIPÍDICO DE QUATRO ESPÉCIES DE PEIXES DA REGIÃO PANTANEIRA DE MATO GROSSO DO SUL.**

Artigo aceito para publicação na Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos (ISSN 0101 – 2061).

## PERFIL LIPÍDICO DE QUATRO ESPÉCIES DE PEIXES DA REGIÃO PANTANEIRA DE MATO GROSSO DO SUL

Manoel Mendes RAMOS FILHO<sup>1\*</sup>, Maria Isabel Lima RAMOS<sup>1</sup>, Priscila Aiko HIANE<sup>1</sup>, Elizabeth Maria Talá de SOUZA<sup>2</sup>.

### RESUMO

Os rios brasileiros possuem grande diversidade de peixes, no entanto, pouco se conhece sobre o potencial nutricional da maioria das espécies. O presente estudo avalia a composição centesimal e o perfil de ácidos graxos do tecido muscular dos peixes pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e dourado (*Salminus maxillosus*) nativos do Rio Miranda na região do pantanal sul-mato-grossense. O peixe dourado mostrou o maior teor de proteína (21,12%), enquanto o pintado o menor teor (17,90%), não havendo diferença significativa entre teores de proteínas dos peixes cachara e pacu (cerca de 18%). O filé do pacu revelou ser o mais calórico, mesmo quando considerada a amostra seca. Nas quatro espécies de peixes, o ácido oléico foi predominante (20,25 a 37,25%), seguido do ácido palmítico (19,96 a 21,37%) e esteárico (7,39 a 9,82%). O somatório dos teores do diferentes ácidos graxos polinsaturados variou de 5,24 no pacu a 17,33% no pintado, e dos ácidos graxos saturados de 32,91 a 38,89%. As espécies cachara, pintado e dourado mostraram igual proporção de ácidos  $\omega$ -3 (média 7,80%) e de ácidos  $\omega$ -6 (média 8,40%), enquanto o pacu mostrou os menores teores (1,13 e 4,11%, respectivamente). Todas as amostras estudadas mostraram os índices  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 e hipocolesterolêmicos/hipercolesterolêmicos (HH) favoráveis quanto a qualidade nutricional. Apenas o pacu apresentou níveis não recomendados em relação aos índices de Trombogenicidade (IT) e polinsaturados/saturados (P/S).

**Palavras-chave:** peixes, composição centesimal, lipídios, ácidos graxos, ômega-3

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Departamento de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública. Caixa Postal 549, CEP 79070-900, Campo Grande, MS. e-mail: mmramosf@nin.ufms.br. Tel/fax: (67) 3345-7400.

<sup>2</sup>Universidade de Brasília, Departamento de Biologia Celular. Brasília, DF.

\* A quem a correspondência deve ser enviada

## SUMMARY

LIPID PROFILE OF FOUR SPECIES OF FISH FROM *PANTANAL* REGION OF MATO GROSSO DO SUL. Brazilian rivers have a great diversity of fishes, however little is known about nutritional potential of most of the native fishes. The present study evaluates the centesimal composition and the fatty acid profile of the muscle tissue of four fishes: *pintado* (*Pseudoplatystoma coruscans*), *cachara* (*Pseudoplatystoma fasciatum*), *pacu* (*Piaractus mesopotamicus*) and *dourado* (*Salminus maxillosus*), from Miranda River in the *pantanal* of Mato Grosso do Sul. The *dourado* fish showed the highest protein content (21.12%) while the *pintado* the showed the lowest value (17.90%). There was no difference on the protein levels between the *cachara* and *pacu* fish (approximately 18%). The filet of *pacu* was revealed to be the most caloric and this value did not change when the dry sample was considered. The four fish species showed the oleic (20.25 to 37.25%) as the predominant fatty acid followed by the palmitic (19.96 to 21.37%) and the stearic acid (7.39 to 9.82%). The total of polyunsaturated fatty acids contents varied from the 5.24 in the *pacu* to 17.33% in the *pintado*; and total of saturated fatty acids from 32.91 to 38.89%. The *cachara*, *pintado* and *dourado* species showed equal proportions of polyunsaturated fatty acids of family  $\omega$ -3 (average of 7.80%) and of family  $\omega$ -6 (average of 8.40%), while the *pacu* showed the lower content of these acids (1.13 and 4.11%, respectively). All studied samples showed  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 and HH indexes favorable to alimentary consumption. Only *pacu* fish presented no recommended levels in relation to IT and P/S indexes.

**Keywords:** Fishes, proximate composition, lipids, fatty acids, omega-3

## 1- INTRODUÇÃO

O pescado é um alimento importante na dieta de inúmeros grupos populacionais não apenas como fonte de proteínas de alta qualidade nutricional, mas ainda como reserva significativa de ácidos graxos polinsaturados da série ômega 3 ( $\omega$ -3), aos quais são atribuídos numerosos benefícios a saúde humana (BADOLATO et al, 1994; ÇELIK; DILER; KÜÇÜKGÜLMEZ, 2005; VILA NOVA; GODOY; ALDRIGUE, 2005). Os ácidos  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6, são precursores dos eicosanóides (prostaglandinas, tromboxanas e leucotrienos) e essencialmente fornecidos pela dieta uma vez que não são sintetizados pelo organismo humano. O ácido linoléico ( $\omega$ -6) origina o ácido araquidônico, que é o precursor dos eicosanóides tromboxano  $A_2$  e prostaciclina  $I_2$ , respectivamente promotor e inibidor da agregação plaquetária. O ácido graxo alfa-linolênico ( $\omega$ -3), precursor dos ácidos eicosapentaenóico (EPA) e docosaheptaenóico (DHA), os quais além da função no desenvolvimento e funcionamento do sistema nervoso, fotorecepção e sistema reprodutivo (ÇELIK; DILER; KÜÇÜKGÜLMEZ, 2005; SIDHU, 2003; TAPIERO et al., 2002) são apontados como redutores de risco de doenças coronarianas, hipertensão moderada, incidência de diabetes e prevenção de certas arritmias cardíacas e morte súbita.

A constatação epidemiológica que o consumo de peixes é capaz de reduzir riscos de doenças coronarianas situa a demanda de pescado nos países em desenvolvimento, não apenas como alternativa alimentar de alto valor nutritivo, mas ainda de consumo de um alimento funcional abundante. Em 2002, a produção brasileira de pescado atingiu 1.006.869 toneladas, com a participação da pesca extrativa continental de aproximadamente 24%. A região Centro-Oeste produziu 11.946 t e Mato Grosso do Sul 4.744 t de pescado oriundo do extrativismo, das quais 70,2% foram de peixes cachara, dourado, pacu e pintado (BRASIL, 2004). O presente estudo determinou a composição centesimal (umidade, proteínas, lipídios totais e cinzas) e o perfil de ácidos graxos da fração lipídica do tecido muscular (filé) de quatro espécies de peixes do Rio Miranda, na região do pantanal sul-mato-grossense, pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e dourado (*Salminus maxillosus*).

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 - Amostras de peixes

Os espécimes de peixe pintado *Pseudoplatystoma coruscans* (n=3), cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* (n=3), pacu *Piaractus mesopotamicus* (n=3) e dourado *Salminus maxillosus* (n=3) foram capturados no Rio Miranda, nas proximidades da Base de Estudos do Pantanal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul-UFMS durante o período permitido para pesca, e acondicionados em caixas isotérmicas com gelo para o transporte. Cada amostra foi individualmente pesada e eviscerada, sendo a pele, escamas e espinhos separados do tecido muscular. Este último tecido foi triturado e homogeneizado por triturador-homogeneizador elétrico.

### 2.2 - Análises de composição centesimal

O tecido muscular homogeneizado foi imediatamente analisado em triplicata quanto ao teor de umidade (105°C), resíduo mineral fixo (cinzas) por incineração em mufla a 550°C e teor de proteína total (f = 6,25) por método de Kjeldahl (AOAC,1992). A extração de lipídio total foi realizada por extração a frio de acordo com Bligh e Dyer (1959), empregando-se as proporções recomendadas entre os solventes metanol e clorofórmio. A quantificação de lipídio total foi realizada gravimetricamente por evaporação a vácuo e a fração lipídica remanescente acondicionado a -20°C, em frasco âmbar sob atmosfera de nitrogênio para posterior análise.

### 2.3 - Composição dos ácidos graxos por cromatografia

A fração lipídica total foi submetida à saponificação com KOH metanólico, seguida de esterificação com mistura de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e NH<sub>4</sub>Cl em metanol e transferida para hexano, segundo descrito por Maia e Rodriguez-Amaya (1993). A análise dos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi realizada em cromatógrafo gasoso (Varian, modelo Star 3400), equipado com detector de ionização de chama, injetor "Split/splitless", coluna capilar de sílica fundida contendo polietilenoglicol como fase estacionária (DB-Wax, 30 m x 0,25mm, J&W Scientific), nas seguintes condições cromatográficas: temperatura do injetor 250°C; temperatura da coluna 180°C durante 20 minutos programada a 2°C por minuto até 220°C; temperatura do detector 260°C, gás de arraste hidrogênio com fluxo de 1,1 mL/min, gás "make-

up” nitrogênio a 22mL/min, volume de injeção de 0,5 µL. Para a identificação dos ácidos graxos comparou-se os tempos de retenção com os dos padrões ésteres metílicos (Sigma-Aldrich), enquanto a quantificação foi realizada pela normalização de área expressando-se o resultado em percentual de área de cada ácido sobre a área total de ácidos graxos (%). A transformação da porcentagem de área para g/100g de tecido muscular foi feita multiplicando pelo teor da fração lipídica total e fatores de conversão para peixes magro e gordo, segundo Holland et al. (1994).

#### 2.4 - Índices da qualidade nutricional (IQN) dos lipídios

A qualidade nutricional da fração lipídica foi avaliada por três índices a partir dos dados de composição em ácidos graxos, através dos seguintes cálculos: Índice de Aterogenicidade (IA)=  $[(C12:0+(4 \times C14:0)+C16:0)]/(\Sigma AGMI + \Sigma \omega 6 + \Sigma \omega 3)$ ; Índice de Trombogenicidade (IT)=  $(C14:0+C16:0+C18:0)/[(0,5 \times \Sigma AGMI) + (0,5 \times \Sigma \omega 6 + (3 \times \Sigma \omega 3) + (\Sigma \omega 3 / \Sigma \omega 6))]$ , segundo Ulbrich e Southgate (1991); e razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH)=  $(C18:1 \text{ cis} 9 + C18:2 \omega 6 + 20:4 \omega 6 + C18:3 \omega 3 + C20:5 \omega 3 + C22:5 \omega 3 + C22:6 \omega 3) / (C14:0 + C16:0)$ , segundo Santos-Silva, Bessa, Santos-Silva, (2002). Onde: AGMI= todos os ácidos monoinsaturados.

#### 2.5 - Análise estatística

Os valores da composição centesimal e da composição de ácidos graxos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). O teste de Tukey foi aplicado para as variâncias desiguais entre os valores médios das amostras. Utilizou-se software Bioestat, versão 4.0, mantendo-se o nível de significância de 5% em todas as análises.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os filés dos peixes analisados mostraram valores diferenciados em sua composição química (*Tabela 1*). O teor de umidade variou de 59,85% no pacu a 77,26% no pintado, enquanto o menor conteúdo de cinzas foi observado no cachara (0,76%) e o maior no dourado (1,18%). Embora o conteúdo médio de proteína das quatro espécies estudadas tenha ficado dentro de uma faixa relativamente estreita, entre 17,90 e 21,12%, a comparação indicou diferenças

significativas, exceto entre o pacu e cachara. Teores de umidade, mineral e proteínas na mesma faixa observada no presente estudo foram encontrados no músculo de espécies de água doce como o curimatá (*Prochilodus scrofa*), tilápia (*Oreochromis niloticus*) e mapará (*Hypophthalmus edentatus*) (MAIA; RODRIGUEZ-AMAYA; FRANCO, 1994; OLIVEIRA; AGOSTINHO; MATSUSHITA, 2003; VILA NOVA; GODOY; ALDRIGUE, 2005).

**TABELA 1** - Composição centesimal do tecido muscular do filé de cachara, pintado, pacu e dourado, nativos do Rio Miranda na região do pantanal sul-mato-grossense, expressa em g/100g de músculo.

Peixes	Cachara Média* ± DP	Pintado Média* ± DP	Pacu Média* ± DP	Dourado Média* ± DP
Umidade	70,58 ± 0,67c	77,26 ± 1,16a	59,85 ± 0,35d	75,01 ± 0,34b
Proteínas	18,50 ± 0,63b	17,90 ± 0,35c	18,89 ± 0,24b	21,12 ± 0,22a
Lipídios totais	10,03 ± 0,63b	3,30 ± 0,24c	19,83 ± 0,12a	2,64 ± 0,11d
Mineral fixo	0,76 ± 0,05d	1,01 ± 0,03b	0,92 ± 0,01c	1,18 ± 0,01a

\*Média de triplicata ± desvio padrão (DP). Valores na mesma linha seguidos de letras iguais não diferem entre si ( $p > 0,05$ ), [Análise de variância - ANOVA e teste de Tukey].

O tecido muscular do pacu mostrou a maior concentração de lipídios em relação à composição total (19,83 ± 0,12 %), seguido do cachara (10,03 ± 0,63%), pintado (3,30 ± 0,24 %) e dourado (2,64 ± 0,11%). Resultados que, segundo Ackman (1989), classificam as duas primeiras espécies de peixes como alimento de alto teor de gordura (>8%), enquanto o pintado e dourado na categoria de baixo teor de gordura (entre 2 a 4%). O pintado e dourado pela classificação de Stansby e Olcott (1967) podem ser considerados na categoria A (<5% de lipídios e proteína entre 15 e 20%). Andrade et al. (1995) também relataram em peixes de água doce no sul do país (Maringá-PR, Brasil), um conteúdo baixo de lipídios no filé de dourado e pintado, e alto no pacu (*Colossoma mitrei*), valores de 0,88, 1,27 e 18,31%, respectivamente. Gutierrez e Silva (1993) comparando o conteúdo lipídico de sete espécies de peixes de água doce oriundos de rios brasileiros encontraram um menor teor de lipídios (0,41%) no filé de pintado.



Nos quatro tipos de peixes analisados houve predominância de ácidos graxos insaturados em relação ao total de lipídio (50,22 a 53,43 %), com maior concentração de monoinsaturados variando entre 33,81% a 47,53% (*Tabela 2*). Embora o teor de ácidos monoinsaturados no pacu (47,53%) tenha sido significativamente superior aos demais peixes analisados, o conteúdo de polinsaturados médio de 5,24% nesta espécie foi o menor ( $p= 0,0006$ ).

A análise da composição de ácidos graxos (*Tabela 2*) evidenciou que o ácido oléico (C18:1 $\omega$ -9) seguido do palmítico (C16:0) e em menor proporção do esteárico (C18:0) foram os mais abundantes nos quatro diferentes peixes, com teores variando respectivamente de 20,25 a 37,25, 19,96 a 21,27 e 7,39 a 9,82 % do total de ácidos graxos. Dentre as espécies analisadas, o pacu revelou o maior conteúdo de ácido oléico (37,25%) e no cachara, o ácido palmítico (21,37%). O predomínio desses ácidos parece ser característico de peixes de água doce; de fato Andrade et al. (1995) encontraram em filés de dourado (*Salminus maxillosus*) os valores 9,76, 39,44 e 9,25% de ácido oléico, palmítico e esteárico, respectivamente. Recentemente, Luzia et al. (2003) mostraram predominância do ácido palmítico em tilápia (*Oreochromis spp*) 35,9% e curimatá (*Prochilodus spp*), 28,9%.

O pintado evidenciou alto conteúdo de ácidos graxos polinsaturados (17,33% do total de ácidos graxos), todavia esse valor não mostrou diferença significativa ( $p>0,05$ ) ao teor observado no cachara e dourado. Percentuais mais altos, de 20,66 e 30,93% de ácidos polinsaturados no pintado e dourado, respectivamente, foram encontrados por Andrade et al. (1995), no entanto o teor de lipídio total quantificado por estes autores foi de apenas 1,27% para o pintado e 0,88% para o dourado, inferiores, portanto ao determinado no presente estudo. Variação na composição química de peixes pode ocorrer em função de vários fatores endógenos e exógenos, entre eles, a genética, o tamanho, o sexo, estágio reprodutivo, alimentação, fatores ambientais, temperatura e estação do ano (LUZIA et al, 2003; MOREIRA et al, 2001).

**TABELA 2** - Composição de ácidos graxos do tecido muscular do filé de cachara, pintado, pacu e dourado, nativos do Rio Miranda na região do pantanal sul-mato-grossense. Valores expressos em % relativa ao total de ácidos graxos e em g de ácido graxo/100g de tecido muscular.

Ácidos Graxos	Cachara		Pintado		Pacu		Dourado	
	%	g/100g	%	g/100g	%	g/100g	%	g/100g
C12:0	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	2,62 ± 0,46a	0,46 ± 0,08α	0,63 ± 0,06b	0,01 ± 0,00β
C14:0	1,79 ± 0,21ac	0,16 ± 0,02α	1,34 ± 0,03a	0,03 ± 0,00α	5,73 ± 0,78b	1,02 ± 0,13β	3,08 ± 0,03c	0,06 ± 0,00α
C14: 1 ω-5	0,90 ± 0,15a	0,08 ± 0,01α	0,68 ± 0,13ac	0,02 ± 0,00β	0,06 ± 0,01b	0,01 ± 0,00β	0,41 ± 0,00c	0,01 ± 0,00β
C16:0	21,37 ± 0,86a	1,93 ± 0,07α	20,82 ± 0,83a	0,48 ± 0,02β	19,96 ± 0,30a	3,56 ± 0,05γ	20,94 ± 0,53a	0,39 ± 0,01β
C16:1 ω-7	5,57 ± 0,31a	0,50 ± 0,02α	5,74 ± 0,33a	0,13 ± 0,01β	5,25 ± 0,38a	0,94 ± 0,06γ	7,70 ± 0,01b	0,14 ± 0,00β
C17:0	1,54 ± 0,08a	0,17 ± 0,05α	1,34 ± 0,22b	0,03 ± 0,01βγ	0,61 ± 0,05c	0,11 ± 0,01αβ	0,63 ± 0,04c	0,01 ± 0,00γ
C18:0	8,36 ± 0,64ab	0,76 ± 0,06α	8,75 ± 0,79ab	0,20 ± 0,02β	9,82 ± 0,62a	1,75 ± 0,11γ	7,39 ± 0,29b	0,14 ± 0,00β
C18:1 ω-9	25,48 ± 1,19a	2,30 ± 0,11α	23,30 ± 1,68ac	0,54 ± 0,04β	37,25 ± 1,25b	6,64 ± 0,22γ	20,25 ± 0,85c	0,37 ± 0,01β
C18:1 ω-7	4,25 ± 0,04a	0,38 ± 0,00α	4,26 ± 0,73a	0,10 ± 0,02β	3,62 ± 0,18a	0,64 ± 0,03γ	3,81 ± 0,15a	0,07 ± 0,00β
C18:2 cis ω-6	5,92 ± 0,80a	0,53 ± 0,07α	4,77 ± 1,16abc	0,11 ± 0,02β	2,64 ± 0,43b	0,47 ± 0,08α	5,98 ± 0,04ac	0,11 ± 0,00β
C18:3 ω-3	4,48 ± 1,07a	0,41 ± 0,10α	1,98 ± 0,18bc	0,05 ± 0,00β	0,72 ± 0,15b	0,13 ± 0,03β	3,34 ± 0,08ac	0,06 ± 0,00β
C20:0	0,47 ± 0,05a	0,04 ± 0,00α	0,50 ± 0,05a	0,01 ± 0,00β	0,15 ± 0,03b	0,02 ± 0,00γ	0,25 ± 0,04b	0,01 ± 0,00β
C20:1 ω-9	1,66 ± 0,21a	0,15 ± 0,02α	2,12 ± 0,50a	0,05 ± 0,01β	1,36 ± 0,05a	0,24 ± 0,01γ	1,65 ± 0,16a	0,03 ± 0,00β
C20:4 ω-6	2,19 ± 0,16ac	0,20 ± 0,02α	3,66 ± 0,18b	0,08 ± 0,00β	1,47 ± 0,06a	0,26 ± 0,01γ	2,80 ± 0,43c	0,05 ± 0,01β
C20:5 ω-3	0,61 ± 0,13a	0,06 ± 0,01α	1,28 ± 0,26b	0,03 ± 0,00β	0,09 ± 0,01c	0,02 ± 0,00β	0,87 ± 0,06ab	0,02 ± 0,00β
C22:0	0,39 ± 0,04a	0,03 ± 0,00α	0,35 ± 0,01a	0,01 ± 0,00β	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C22:1 ω-9	0,20 ± 0,00	0,18 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C22:6 ω-3	1,78 ± 0,17ac	0,16 ± 0,01α	5,64 ± 1,45b	0,13 ± 0,03αγ	0,32 ± 0,12a	0,06 ± 0,02β	3,43 ± 0,64bc	0,06 ± 0,01βγ
Σ saturados	34,27 ± 0,92a	3,09 ± 0,08α	33,12 ± 1,81a	0,77 ± 0,04β	38,89 ± 1,27b	6,93 ± 0,23γ	32,91 ± 0,80a	0,61 ± 0,02β
Σ monoinsaturados(AGMI)	38,06 ± 1,14a	3,44 ± 0,10α	36,10 ± 1,92a	0,83 ± 0,05β	47,53 ± 1,60b	8,47 ± 0,29γ	33,81 ± 1,14a	0,62 ± 0,02β
Σ polinsaturados (AGPI)	14,99 ± 1,30a	1,35 ± 0,12α	17,33 ± 2,69a	0,40 ± 0,06β	5,24 ± 0,74b	0,93 ± 0,13γ	16,41 ± 1,26a	0,30 ± 0,02β
AG não identificados	12,68		13,45		8,34		16,87	
Σ ω-6	8,12 ± 0,85a	0,73 ± 0,07α	8,43 ± 1,24a	0,19 ± 0,03β	4,11 ± 0,48b	0,73 ± 0,09α	8,77 ± 0,47a	0,16 ± 0,01β
Σ ω-3	6,87 ± 1,05a	0,62 ± 0,10α	8,90 ± 1,80a	0,20 ± 0,04β	1,13 ± 0,28b	0,20 ± 0,05β	7,63 ± 0,78a	0,14 ± 0,02β

Valores médios ± desvio padrão (DP); Valores expressos em %, na mesma linha, seguidos de letras iguais, não diferem entre si (p>0,05); Valores expressos em g/100g, na mesma linha, seguidos de letras gregas iguais não diferem entre si (p>0,05), [Análise de variância - ANOVA e teste de Tukey]; AGMI=Ácidos Graxos Monoinsaturados; AGPI=Ácidos Graxos Polinsaturados.

A análise específica do conteúdo de ácidos graxos essenciais da *Tabela 2* mostra que os ácidos linoléico (C18:2 cis  $\omega$ 6), linolênico (C18:3  $\omega$ 3), araquidônico (C20:4  $\omega$ 6), eicosapentaenóico (EPA, 20:5  $\omega$ 3) e o docosahexaenóico (DHA, C22:6  $\omega$ 3), representaram conteúdo inferior a 6 % do total de ácidos graxos. O ácido linoléico foi o ácido essencial predominante nas espécies cachara, pacu e dourado enquanto o DHA predominou no pintado (5,64%). A predominância do ácido linoléico também foi observada em diferentes espécies de água doce, atingindo um percentual máximo de 21,92% (ANDRADE et al, 1995; MOREIRA et al, 2002). Em peixes de rios brasileiros valores mais altos foram encontrados por Andrade et al. (1995) na corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e jurupoca (*Hemisorubim plathyrinchos*), respectivamente para o EPA (11,67%) e DHA, (14,99%). Em amostras de peixes *Brycon* Moreira et al. (2001) observaram teor máximo de DHA 1,60% e semelhante ao valor do cachara (máximo de  $1,78 \pm 0,17$  %).

A qualidade nutricional do perfil lipídico avaliada por diferentes índices encontra-se descrita na *Tabela 3*. Alimentos que apresentam a razão ácidos graxos polinsaturados e saturados (P/S) abaixo de 0,45 têm sido considerados como indesejáveis na dieta (DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, 1984) por sua potencialidade na indução do aumento de colesterol sanguíneo. Nos peixes estudados esta razão variou de 0,13 no pacu até 0,52 no pintado, no entanto, o índice P/S avaliado isoladamente tem recebido restrições uma vez que não considera os efeitos metabólicos dos ácidos graxos monoinsaturados (WILLIAMS, 2000).

Considerando a razão  $\omega$ 6/ $\omega$ 3, valores abaixo de 4,0 sugerem quantidades desejáveis na dieta para a prevenção de riscos cardiovasculares (DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, 1994). A relação  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 variou de 0,95 no filé do pintado a 3,65 no pacu, resultados que promovem todos os peixes estudados à categoria de potencialmente saudáveis. A razão  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 observada no presente estudo é inferior a de outras espécies de água doce relatadas por Moreira et al. (2001) (variação de 1,14 a 8,79).

**TABELA 3** – Índices de qualidade nutricional da fração lipídica do filé de cachara, pintado, pacu e dourado, nativos do Rio Miranda na região do pantanal sul-mato-grossense.

PEIXES	P/S	$\omega 6/\omega 3$	HH	IA	IT
Cachara	0,44	1,18	1,75	0,54	0,59
Pintado	0,52	0,95	1,84	0,49	0,33
Pacu	0,13	3,65	1,66	0,86	1,16
Dourado	0,49	1,14	1,49	0,70	0,35

P/S = Polinsaturados/saturados;  $\omega 6/\omega 3$  =  $\Sigma$  da série Omega 6/ $\Sigma$  da série Omega 3; HH =  $\Sigma$  hipocolesterolêmicos/ $\Sigma$ hipercolesterolêmicos; IA = índice de aterogenicidade; IT = índice de trombogenicidade. (ULBRICHTH, SOUTHGATE, 1991).

O cálculo da razão  $\Sigma$  ácidos graxos hipocolesterolêmicos/ $\Sigma$  ácidos graxos hipercolesterolêmicos, índice (HH) relacionado mais especificamente com o metabolismo do colesterol, resultou em valores na faixa de 1,49 a 1,84, inferior ao intervalo de 2,03 a 2,46, encontrado para outros peixes de água doce ou salgada (TESTI et al, 2006). Valores altos para essa relação são desejáveis sob o ponto de vista nutricional.

O índice de aterogenicidade (IA), que relaciona os ácidos pró e anti-aterogênicos, no cachara, pintado, pacu e dourado foram respectivamente 0,54; 0,49; 0,86 e 0,70. Valores inferiores foram encontrados por Senso et al. (2007) no peixe marinho *Sparus aurata* cultivado e estocado sob congelamento (faixa de 0,21 a 0,29). Em contraste à relação HH, valores mais baixos para IA são desejáveis.

Dentre as considerações para avaliação da qualidade dietética de alimentos são incluídas a razão  $\omega 6/\omega 3$  menor que 10, ingestão de 0,3 a 0,5 g/dia (2.000 kilocalorias) para EPA+DHA e 0,8 a 1,0 g/dia para o  $\alpha$ -ácido linolênico (KRAUSS et al., 2000; KRIS-ETHERTON, HARRIS, APPEL, 2003). Neste contexto a ingestão de 100 gramas de filé de cachara representa 73% da recomendação mínima diária de EPA+DHA e 51% de  $\alpha$ -linolênico recomendado; as quatro espécies possuem conteúdo recomendado para a razão  $\omega 6/\omega 3$  em 100g de tecido muscular. O conteúdo proposto como mínimo para o ácido  $\alpha$ -linolênico é alcançado por cerca de 195g de filé de cachara.

#### 4 - CONCLUSÕES

- As espécies de peixes cachara, pacu, dourado e pintado mostraram ser boas fontes de proteínas, sendo que os dois primeiros também são ricos em lipídios.
- No total de ácidos graxos da fração lipídica da porção comestível dos peixes analisados foi encontrado maior porcentagem de ácidos insaturados, com predominância de monoinsaturados.
- Na avaliação da qualidade nutricional dos lipídios, todas as amostras estudadas mostraram os índices  $\omega_6/\omega_3$  e HH favoráveis quanto ao consumo alimentar. Em relação aos índices IT e P/S, excetuando-se o pacu, os demais peixes também apresentaram níveis recomendados.

#### 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ANDRADE, A. D. et al.  $\omega_3$  fatty acids in freshwater fish from south Brazil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.72, n.10, 1p. 1207-1210, 1995.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. **Official methods of analysis**. 12<sup>th</sup> ed. Washington, 1992. 1115p.

BADOLATO, E. S. G. et al. Composição centesimal de ácidos graxos e valor calórico de cinco espécies de peixes marinhos nas diferentes estações do ano. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.54, n.1, p. 27-35, 1994.

BLIGH, E. G. & DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis- IBAMA. **Estatística da pesca 2002, Brasil**,

**Grandes Regiões e Unidades da Federação.** Tamandaré-PE, 2004. Disponível em: <[http://www.ibama.gov.br/rec\\_pesqueiros/download.php?id\\_download=40](http://www.ibama.gov.br/rec_pesqueiros/download.php?id_download=40)>. Acesso em: 09 nov. 2004.

ÇELIK, 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.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Diet and cardiovascular disease.** Report on Health and Social Subjects, n. 28. London: HMSO, 1984.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Nutritional aspects of cardiovascular disease.** Report on Health and Social Subjects, n.46. London: HMSO, 1994. 178 p.

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

HOLLAND. B. et al. **The composition of foods.** Mc Cance and Widdowson's. Cambridge, UK, p. 8-9, 1994.

KRAUSS, R. M. et al. American Heart Association Dietary Guidelines Revision 2000: A Statement for Healthcare Professionals From the Nutrition Committee of the American Heart Association. **Circulation**, 102; 2284-2299, 2000.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HARRIS, W. S., APPEL, L. J. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: New recommendations from the American Heart Association. **Arteriosclerosis Thrombosis and Vascular Biology**, v.3, p.151-152, 2003.

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

MAIA, E. L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; FRANCO, M. R. B. Fatty acids of the total, neutral, and phospholipids of the brazilian freshwater fish *Prochilodus scrofa*. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.7, p.240-251, 1994.

MAIA, E. L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Avaliação de um método simples e econômico para a metilação de ácidos graxos com lipídios de diversas espécies de peixes. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 53, n. 1/2, p.27-35, 1993.

MOREIRA, A. B. et al. Fatty acids profile and cholesterol contents of three brazilian *Brycon* freshwater fishes. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.14, p.565-574, 2001.

OLIVEIRA, E. R. N.; AGOSTINHO, A. A.; MATSUSHITA, M. Effect of biological variables and capture period on the proximate composition and fatty acid composition of the dorsal muscle tissue of *Hypophthalmus edentatus* (Spix, 1829). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, n.1, p.105-114, 2003.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**. v.77, p.187-194, 2002.

SENSO, I. et al. On the possible effects of harvesting season and chilled storage on the fatty acid profile of the fillet of farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Food Chemistry**, v.101, p.298-307, 2007. Disponível *online* em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 08 ago. 2006.

SIDHU, K. S. Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v.38, p.336-344, 2003.

STANSBY, M. E.; OLCOTT, H. S. Composición del pescado. In: STANSBY, M. E.; DASSOW, J. A. **Tecnología de la Industria Pesquera**. Zaragoza: Acribia, 1967. p.391-402.

TAPIERO, H. et al. Polyunsaturated fatty acids (PUFA) and eicosanoids in human health and pathologies. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, v.56, p.215-222, 2002.

TESTI, S. et al. Nutritional traits of dorsal and ventral fillets from three farmed fish species. **Food Chemistry**, v.98, p.104-111, 2006.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**. v.338, p.985-992, 1991.

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

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids and human health. **Annales de Zootechnie**, v.49, p.165-180, 2000.



## **CAPÍTULO 2**

**VALOR NUTRITIVO DE PEIXES DO MATO GROSSO DO SUL  
ORIUNDOS DA PESCA EXTRATIVA ARTESANAL.**

## VALOR NUTRITIVO DE PEIXES DO MATO GROSSO DO SUL ORIUNDOS DA PESCA EXTRATIVA ARTESANAL

Manoel Mendes RAMOS FILHO<sup>2\*</sup>, Maria Isabel Lima RAMOS<sup>1</sup>, Priscila Aiko HIANE<sup>1</sup>, Elizabeth Maria Talá de SOUZA<sup>2</sup>.

### RESUMO

Os peixes constituem excelente fonte de proteína, minerais, lipídios e ácidos graxos insaturados. Apesar da grande diversidade da ictiofauna brasileira, o aproveitamento pesqueiro é pequeno, devido a escassez de estudos sobre a composição e valor nutritivo do pescado nacional. Este estudo teve com objetivo determinar a composição centesimal e o perfil de ácidos graxos da fração lipídica do tecido muscular de sete espécies de peixes siluriformes (desprovidos de escamas) do Rio Miranda, na região do pantanal sul-mato-grossense: barbado (*Pinirampus pirinampu*), jaú (*Paulicea luetkeni*), jurupensém (*Surubim lima*), jurupoca (*Hemisorubim platyrhinchos*), mandi amarelo (*Pimelodus maculatus*), mandi prateado (*Pimelodus argenteus*) e palmito (*Ageneiosus brevifilis*). As análises de umidade e cinzas foram feitas por gravimetria; proteínas pelo método micro Kjeldahl; lipídios totais extraídos à frio com mistura de solventes metanol e clorofórmio; a saponificação e a esterificação dos ácidos graxos empregando-se alcali e ácido, respectivamente, em solução metanólica. O teor de lipídios apresentou maior coeficiente de variação entre as espécies (73%), enquanto o teor de proteínas o menor (4,5%), enquadrando as espécies de mandi prateado e palmito como peixes magros; as espécies mandi amarelo, jurupoca e barbado peixes de médio teor de gordura; e as espécies jaú e jurupensém peixes gordos. O ácido palmítico (23,76 a 25,99%) predominou entre os ácidos saturados; o ácido oléico (16,09 a 32,90%) entre os monoinsaturados e os ácidos graxos da família  $\omega$ -6 (5,99 a 15,56%) entre os polinsaturados, exceto no peixe palmito com maior teor de ácidos da família  $\omega$ -3 (10,30%). Todos os peixes apresentaram relação  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 favorável quanto ao consumo alimentar, variando de 0,90 a 3,55.

**Palavras-chave:** peixes, composição centesimal, lipídios, ácidos graxos, ômega-3, ômega-6

---

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Departamento de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública. Caixa Postal 549, CEP 79070-900, Campo Grande, MS. e-mail: mmramosf@nin.ufms.br. Tel/fax: + 5567 33457400.

<sup>2</sup>Universidade de Brasília, Departamento de Biologia Celular. Brasília, DF.

\* A quem a correspondência deve ser enviada

## ABSTRACT

NUTRITIONAL VALUE OF FISHES DERIVED FROM EXTRACTIVE ARTISANAL FISHERY OF MATO GROSSO DO SUL. The fish constitute excellent protein source, minerals and unsaturated fatty acids. In spite of the Brazilian ichthyofauna is diverse, the fishery utilization is small, due a lack of studies of the composition and nutritional value of the national fish. The aim of this study was to determine the proximate composition and the fatty acid profile of the lipid fraction in muscle tissue (fillet) of seven species of siluriform (without scales) fishes from the Miranda River, in the Pantanal of Mato Grosso do Sul: *barbado* (*Pinirampus pirinampu*), *jaú* (*Paulicea luetkeni*), *jurupensém* (*Surubim lima*), *jurupoca* (*Hemisorubim platyrhinchos*), *mandi amarelo* (*Pimelodus maculatus*), *mandi prateado* (*Pimelodus argenteus*) and *palmito* (*Ageneiosus brevifilis*). The moisture and ash content were determined by gravimetry; proteins were assayed by the micro Kjeldahl method; total lipids were extracted with a mixture of methanol and chloroform; and the preparation of fatty acid methyl esters was performed for saponification and esterification. The total lipid content displayed the largest coefficient of variation among the species (73%), while the protein content the smallest (4.5%), categorizing the species *mandi prateado* and *palmito* as lean fishes; the species *mandi amarelo*, *jurupoca* and *barbado* as fishes with medium fat content, and the species *jaú* and *jurupensém* as fatty fishes. All species showed that palmitic acid (23.76 to 25.99%) was the predominant saturated fatty acid. Oleic acid (16.09 to 32.90%) was the most abundant mono-unsaturated fatty acid. Total omega-6 polyunsaturated fatty acids (5.99 to 15.56%) were the predominant polyunsaturated fatty acids, except in the fish *palmito*, with the largest amount being total omega-3 polyunsaturated fatty acids (10.30%). All the fishes showed an omega6/omega3 ratio favorable for human consumption, varying from 0.90 to 3.55.

**Keywords:** freshwater fish, proximate composition, lipids, fatty acids, omega-3, omega-6.

## 1. INTRODUÇÃO

Estudos relacionando a composição de alimentos e sua implicação nutricional trazendo benefícios à saúde do consumidor, focalizam o perfil de ácidos graxos presentes nos alimentos, e em particular, as relações entre ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e ácidos graxos polinsaturados (AGPI) incluídos os das famílias ômega-3 ( $\omega$ -3) e ômega-6 ( $\omega$ -6), como um dos fatores envolvidos na prevenção de doenças crônicas, dentre elas, as cardiovasculares, artrite reumatóide, esclerose múltipla e outras doenças inflamatórias (ALASALVAR et al., 2002; VALFRÉ, CAPRINO, TURCHINI, 2003; OZOGUL, OZOGUL, 2007).

O consumo de ácidos graxos em alimentos, principalmente os AGPI de cadeia longa (família  $\omega$ -3), como os ácidos eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA), desempenha importante papel na nutrição humana, na prevenção de doenças e na promoção da saúde. O EPA e o DHA têm como precursor o ácido alfa linolênico (ALA  $\omega$ -3) considerado essencial, pois não é sintetizado pelo organismo humano, devendo ser obtido a partir da dieta.

Os peixes e derivados por possuírem diversos componentes nutricionais e serem os principais alimentos fornecedores de AGPI  $\omega$ -3, devem participar da dieta humana, sendo que estudos epidemiológicos indicam sua inclusão 2 a 3 vezes no cardápio semanal (KRAUSS et al., 2000; KRIS-ETHERTON, HARRIS, APPEL, 2003b; RUXTON et al., 2004). Há porém grande variação na composição de ácidos graxos, entre as diferentes espécies de peixes, e também dentro da mesma espécie (STANSBY, 1973; ALASALVAR et al., 2002; OZOGUL, OZOGUL, 2007).

O Brasil possui grande diversidade de espécies de peixes, muitas presentes em rios da bacia do rio Paraguai que fazem parte da região do pantanal sul-mato-grossense, cujo o aproveitamento pesqueiro é pequeno, devido a escassez de estudos sobre a composição e valor nutritivo do pescado nacional.

Assim, este estudo visou caracterizar a composição centesimal e o perfil de ácidos graxos da fração lipídica do tecido muscular de sete espécies de peixes

da Ordem Siluriformes (desprovidos de escamas) do rio Miranda, na região do pantanal sul-mato-grossense.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### Amostras de peixes

Os exemplares de sete espécies de peixes barbado *Pinirampus pirinampu*; jaú *Paulicea luetkeni*; jurupensém *Surubim lima*; jurupoca *Hemisorubim platyrhinchos*; mandi amarelo *Pimelodus maculatus*; mandi prateado *Pimelodus argenteus* e palmito *Ageneiosus brevifilis* foram capturados no Rio Miranda, nas proximidades da Base de Estudos do Pantanal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (19° 34' 37" S e 57° 00' 42" W), durante o período permitido para a pesca e acondicionados em caixas isotérmicas com gelo para o transporte. Cada exemplar foi individualmente pesado, eviscerado e a pele e espinhos separados do tecido muscular. O tecido muscular foi triturado e homogeneizado por triturador-homogeneizador elétrico.

#### Biometria dos peixes amostrados:

Peixes	Barbado <sup>1</sup>	Jaú <sup>2</sup>	Jurupensém <sup>2</sup>	Jurupoca <sup>2</sup>	Mandi amarelo <sup>2</sup>	Mandi prateado <sup>1</sup>	Palmito <sup>2</sup>
Tamanho* (cm)	63±2	95±5	53±3	55±8	18±3	16±2	39±4
Massa* (g)	2700±350	5950±620	860±100	935±115	205±60	120±20	580±30

\* Valores médios ± desvio padrão. <sup>1</sup> n = 4; <sup>2</sup> n = 3.

### Análises de composição centesimal

O músculo de cada espécie foi analisado em triplicata, imediatamente após a homogeneização sendo determinado o teor de umidade em estufa a 105°C, resíduo mineral fixo (cinzas) por incineração em mufla a 550°C, e o teor de proteína total (f = 6,25) quantificado pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1992). A extração de lipídio total foi realizada segundo Bligh e Dyer (1959) considerando-se as proporções recomendadas entre os solventes metanol, clorofórmio e água tissular. A quantificação dos lipídios foi feita gravimetricamente, por evaporação a

vácuo e à fração lipídica remanescente foi acondicionada em frasco âmbar, sob atmosfera de nitrogênio, a -20°C até a análise. A composição centesimal foi expressa em valor médio e desvio padrão.

### **Análises dos ácidos graxos da fração lipídica**

A fração lipídica total foi submetida à saponificação com KOH metanólico e os ácidos graxos foram metilados com mistura de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e NH<sub>4</sub>Cl em metanol e em seguida transferidos para hexano, segundo descrição de Maia e Rodriguez-Amaya (1993). A análise dos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi realizada em cromatógrafo a gás (Varian, modelo Star 3400), com detector de ionização de chama, injetor "Split/splitless" em coluna capilar de sílica de 30m de comprimento x 0,25mm de diâmetro interno (J&W Scientific, USA), contendo polietilenoglicol (DB-Wax) como fase estacionária. As condições cromatográficas foram: temperatura do injetor 250°C, temperatura da coluna 180°C por 20 minutos, taxa de 2°C por minuto até 220°C, temperatura do detector 260°C, gás de arraste hidrogênio com fluxo de 1,1 ml/min, gás auxiliar nitrogênio a 22ml/min, volume de injeção de 0,5 µl. Para a identificação dos ácidos graxos, foram utilizados padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos puros marca Sigma-Aldrich, comparando-se o tempo de retenção dos ésteres metílicos da amostra com os padrões. Após a normalização o resultado foi expresso em percentual de área de cada ácido sobre a área total de ácidos graxos. Picos com áreas menores que 0,01% em relação a área total não foram considerados. A transformação da porcentagem de área para g/100g de tecido muscular foi realizada multiplicando esta porcentagem pelo teor da fração lipídica total e pelos fatores de conversão correspondente a peixe magro (0,700) ou gordo (0,900), segundo Holland et al. (1994).

### **Índices da qualidade nutricional (IQN) dos lipídios totais**

A qualidade dos lipídios foi estimada por três índices a partir da composição de ácidos graxos: Índice de Aterogenicidade (IA) e Índice de Trombogenicidade (IT) segundo Ulbricht e Southgate (1991) e razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH) segundo Santos-Silva, Bessa, Santos-Silva (2002), conforme as seguintes fórmulas:

$$IA = [(12:0+(4 \times 14:0)+16:0)] / (AGMI+AGPI \omega 6+AGPI \omega 3)$$

$$IT = (14:0+16:0+18:0)/[(0,5 \times AGMI) + (0,5 \times AGPI \omega 6) + (3 \times AGPI \omega 3) + (AGPI \omega 3 / AGPI \omega 6)]$$

$$HH = (18:1cis9+18:2\omega 6+20:4\omega 6+18:3\omega 3+20:5\omega 3+22:5\omega 3+22:6\omega 3)/(14:0+16:0)$$

Onde: AGMI = todos os ácidos monoinsaturados; AGPI = ácidos graxos polinsaturados

### **Análise estatística**

Os valores da composição centesimal e da composição de ácidos graxos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). O teste de Tukey foi aplicado para as variâncias desiguais entre os valores médios das amostras. Utilizou-se software Bioestat, versão 4.0, mantendo-se o nível de significância de 5% em todas as análises.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os valores médios da composição centesimal do tecido muscular dos peixes estudados estão apresentados na tabela 1. Entre as variáveis determinadas, o teor de lipídios foi o que apresentou maior coeficiente de variação entre as espécies, seguido dos teores de cinzas, umidade e proteínas (72,88%, 9,22%, 5,11% e 4,49% respectivamente). O menor teor de umidade foi de 71,78% encontrado no filé de jurupensém e o maior de 81,83% no músculo de mandi prateado, apresentando relação inversa com o teor de lipídios dos respectivos peixes (11,19% e 0,35%). Barbado, jurupoca e mandi amarelo; jaú e jurupensém; e mandi prateado e palmito, não diferiram entre si quanto aos valores de umidade e lipídios. Andrade et al. (1995) analisando peixes das mesmas espécies adquiridos no mercado varejista de Maringá (Paraná, Brasil) encontraram valor de lipídios totais semelhante para o mandi amarelo (5,50%), superior para o barbado (19,75%) e inferior para a jurupoca (2,98%). Gutierrez e Silva (1993) obtiveram valor de 7,08% de lipídio total quando avaliaram o peixe mandi (sem descrição da espécie) oriundo do mercado varejista de Piracicaba, SP.

Uma pequena amplitude, cerca de 2,0%, foi obtida entre o teor mínimo (16,07% jurupensém) e máximo (18,10% jurupoca) de proteínas no filé dos peixes estudados embora tenham sido diferentes estatisticamente ( $p < 0,0001$ ). Valores

entre 16,39 e 17,77% de proteínas foram obtidos nos filés de barbado, jaú, mandi amarelo, mandi prateado e palmito.

TABELA 1 – Composição centesimal\* (g/100g) do tecido muscular do filé de barbado, jaú, jurupensém, jurupoca, mandi amarelo, mandi prateado e palmito, oriundos do Rio Miranda na região do pantanal sul-mato-grossense, expressa em base úmida.

Peixes	Umidade	Proteínas	Lipídios	Cinzas	VCT ‡
Barbado <sup>1</sup>	75,31 ± 0,95b	16,39 ± 0,68bc	7,30 ± 0,45b	1,01 ± 0,06ab	131,31 ± 5,83b
Jaú <sup>2</sup>	72,23 ± 0,68c	16,92 ± 0,42ab	10,44 ± 0,46a	0,98 ± 0,01ab	161,64 ± 5,82a
Jurupensém <sup>2</sup>	71,78 ± 0,02c	16,07 ± 0,96c	11,19 ± 0,74a	1,14 ± 0,12a	164,95 ± 2,76a
Jurupoca <sup>2</sup>	74,69 ± 0,65b	18,10 ± 0,64a	6,35 ± 1,52b	0,94 ± 0,11b	129,55 ± 11,12b
Mandi amarelo <sup>2</sup>	75,97 ± 0,07b	17,70 ± 0,24ab	5,55 ± 0,34b	0,90 ± 0,04b	120,74 ± 4,04b
Mandi prateado	81,83 ± 0,29a	16,73 ± 0,36abc	0,35 ± 0,18c	0,89 ± 0,05b	70,07 ± 2,24c
Palmito <sup>2</sup>	80,74 ± 0,28a	17,77 ± 0,31ab	0,36 ± 0,05c	1,07 ± 0,00ab	74,31 ± 0,81c

\*Valores médios de triplicata ± desvio padrão; Valores na mesma coluna seguidos de letras iguais não diferem entre si ( $p > 0,05$ ), [Análise de variância - ANOVA e teste de Tukey]. ‡ VCT = Valor Calórico Total expresso em kcal/100g de filé (proteínas = 4 kcal/g ; gorduras = 9 kcal/g); <sup>1</sup> n= 4; <sup>2</sup> n= 3.

O filé de jurupensém apresentou maior teor de minerais (cinzas) em relação aos demais peixes, os quais não apresentaram diferença significativa entre si ( $p > 0,05$ ) quanto a este teor.

Stansby (1973) estabelece classificação de peixes em 5 categorias (A a E) com base no conteúdo de gordura e de proteínas em sua composição. Os valores obtidos para esses componentes enquadram as espécies mandi prateado e palmito na categoria A (<5% de lipídios e 15 a 20% de proteínas) e as demais espécies estudadas na categoria B (5 a 15% de lipídios e 15 a 20% de proteínas). Embora geralmente peixes possam apresentar valores nutritivos semelhantes, essa classificação permite a seleção de acordo com as necessidades dietéticas, como aquelas dietas que visam redução de calorias em função do baixo teor de gordura, porém mantendo elevado teor de proteínas; assim como as que visam o controle da colesterolemia, selecionando-se espécies contendo de médio a alto



teor de gordura, e com consideráveis quantidades de ácidos graxos insaturados (STANSBY, 1973).

O mandi prateado e o palmito pela classificação de Ackman, baseada no teor de gordura, podem ser considerados peixes magros (<2% de gordura), já o mandi amarelo, jurupoca e barbado, peixes de médio teor de gordura (4 a 8%) e o jaú e o jurupensém peixes gordos (>8%) (ACKMAN, 1989).

Os peixes estudados apresentaram composição de ácidos graxos da fração lipídica total do tecido muscular variável entre as espécies (tabela 2). O ácido palmítico (C16:0) atingiu valores de 23,76 a 25,99% predominando entre os ácidos graxos saturados (AGS), e representando de 64 a 71% do total destes. Os ácidos esteárico (18:0) e mirístico (C14:0) atingiram valores de 7,35 a 9,39% e de 1,05 a 2,68%, respectivamente. Os resultados obtidos estão de acordo com dados verificados por outros autores, mostrando que tecido muscular de espécies de peixes de água doce apresenta níveis mais altos de C16:0 e C18:0 e mais baixos de C20:0 e C22:0, relativamente aos peixes de água salgada; e que o total de ácidos saturados nos peixes de água doce normalmente é mais alto que o de peixes de água salgada (HALILOGLU et al., 2004; ÇELIK, DILER, KÜÇÜKGÜLMEZ, 2005).

Independente da espécie de peixe, os ácidos monoinsaturados (AGMI) palmitoléico (C16:1  $\omega$ -7) e os isômeros oléico (C18:1  $\omega$ -9) e vacênico (C18:1  $\omega$ -7) foram os ácidos graxos predominantes nessa categoria, variando de 3,50 a 8,80%, 16,09 a 32,90% e 3,19 a 6,84%, respectivamente. Valores entre 1,00 a 1,74% de C20:1 (eicosaenóico) foram obtidos em todas as espécies estudadas, e apenas nas espécies de mandi detectou-se a presença de monoinsaturado com 24 átomos de carbono (C24:1  $\omega$ -9, nervônico). Níveis altos de ácido palmitoléico têm sido descritos como uma característica de peixes de água doce (MAIA, RODRIGUEZ-AMAYA, AMAYA-FARFAN, 1983; GUTIERREZ, SILVA, 1993; INHAMUNS, FRANCO, 2001; OLIVEIRA, AGOSTINHO, MATSUSHITA, 2003).

TABELA 2 – Composição de ácidos graxos do tecido muscular do filé de pescados, oriundos do Rio Miranda na região do pantanal sul-mato-grossense ,expresso em porcentagem relativa ao total de ácidos graxos\*.

Ácidos Graxos	barbado <sup>1</sup>	jaú <sup>2</sup>	jurupensém <sup>2</sup>	jurupoca <sup>2</sup>	mandi amarelo <sup>2</sup>	mandi prateado <sup>1</sup>	palmito <sup>2</sup>
C12:0	0,24 ± 0,09 b	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,41 ± 0,17 a	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C14:0	2,68 ± 0,31 a	1,75 ± 0,24 b	1,26 ± 0,21 bc	1,50 ± 0,03 bc	1,63 ± 0,08 bc	1,07 ± 0,21 c	1,05 ± 0,04 c
C16:0	25,99 ± 1,90 a	24,68 ± 1,22 a	25,04 ± 1,62 a	25,17 ± 1,10 a	25,43 ± 0,85 a	23,76 ± 0,51 a	23,78 ± 0,17 a
C17:0	1,63 ± 0,14 b	2,29 ± 0,04 a	0,67 ± 0,00 d	0,71 ± 0,03 d	1,29 ± 0,33 c	0,91 ± 0,14 cd	1,19 ± 0,00 c
C18:0	9,35 ± 0,49 a	7,35 ± 0,63 b	7,92 ± 0,03 bc	7,61 ± 0,05 bc	8,71 ± 0,44 ab	9,25 ± 0,13 a	9,39 ± 0,83 a
C20:0	0,49 ± 0,04 a	0,25 ± 0,04 d	0,41 ± 0,01 ab	0,42 ± 0,01 ab	0,42 ± 0,00 ab	0,36 ± 0,08 bc	0,26 ± 0,02 cd
C22:0	0,26 ± 0,08 a	0,16 ± 0,00 ab	0,08 ± 0,00 b	0,07 ± 0,00 b	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C24:0	0,11 ± 0,05 c	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,80 ± 0,07 b	1,48 ± 0,20 a	0,00 ± 0,00
<b>Σ AGS</b>	<b>40,74 ± 1,60 a</b>	<b>36,48 ± 1,16 bc</b>	<b>35,39 ± 1,83 c</b>	<b>35,46 ± 0,97 bc</b>	<b>38,70 ± 1,45 ab</b>	<b>36,80 ± 0,76 abc</b>	<b>35,69 ± 1,07 bc</b>
C14:1 ω-5	0,99 ± 0,11 b	1,28 ± 0,05 a	0,31 ± 0,11 c	0,30 ± 0,08 c	0,19 ± 0,06 c	0,31 ± 0,07 c	0,00 ± 0,00
C16:1 ω-7	7,69 ± 0,66 b	8,80 ± 0,10 a	4,89 ± 0,48 cd	6,86 ± 0,01 b	6,27 ± 0,65 bc	3,50 ± 0,75 d	3,76 ± 0,61 d
C18:1 ω-9	23,07 ± 2,98 c	24,51 ± 1,95 c	32,90 ± 0,08 a	27,23 ± 0,93 b	26,23 ± 2,10 bc	18,56 ± 1,61 d	16,09 ± 0,02 d
C18:1 ω-7	4,55 ± 0,28 bcd	5,15 ± 0,06 bc	3,97 ± 0,13 cd	6,84 ± 0,24 a	3,30 ± 0,96 d	3,19 ± 0,41 d	5,30 ± 0,18 b
C20:1 ω-9	1,51 ± 0,12 ab	1,20 ± 0,04 cd	1,45 ± 0,04 ab	1,53 ± 0,09 bc	1,20 ± 0,00 cd	1,00 ± 0,13 d	1,74 ± 0,12 a
C22:1 ω-9	0,10 ± 0,02 a	0,13 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C24:1 ω-9	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,68 ± 0,02 b	2,37 ± 0,40 a	0,00 ± 0,00
<b>Σ AGMI</b>	<b>37,94 ± 2,55 bc</b>	<b>41,07 ± 2,80 abc</b>	<b>43,51 ± 0,61 a</b>	<b>42,75 ± 0,72 ab</b>	<b>37,86 ± 0,41 c</b>	<b>28,93 ± 2,11 d</b>	<b>26,89 ± 0,92 d</b>
C18:2 ω-6	4,07 ± 0,40 de	4,62 ± 0,37 cde	9,87 ± 2,00 a	6,90 ± 0,57 bc	5,65 ± 0,88 bc	7,45 ± 1,01 ab	2,68 ± 0,13 e
C18:3 ω-3	1,95 ± 0,24 bc	1,87 ± 0,02 bc	2,12 ± 0,53 bc	3,29 ± 0,79 ab	3,91 ± 1,17 a	1,29 ± 0,30 c	0,95 ± 0,07 c
C20:4 ω-6	1,93 ± 0,10 cd	2,06 ± 0,20 cd	1,01 ± 0,01 e	1,22 ± 0,07 de	2,43 ± 0,05 c	8,12 ± 0,56 a	6,54 ± 0,14 b
C20:5 ω-3	0,35 ± 0,05 bc	0,46 ± 0,02 bc	0,20 ± 0,01 c	0,32 ± 0,01 c	0,44 ± 0,02 bc	1,28 ± 0,22 a	0,68 ± 0,02 b
C22:6 ω-3	1,05 ± 0,06 b	0,79 ± 0,03 b	0,75 ± 0,02 b	0,70 ± 0,01 b	1,88 ± 0,15 b	8,19 ± 0,70 a	8,67 ± 0,92 a
<b>Σ AGPI</b>	<b>9,34 ± 0,75 d</b>	<b>9,80 ± 0,13 d</b>	<b>13,94 ± 2,54 c</b>	<b>12,41 ± 1,29 cd</b>	<b>14,30 ± 1,88 c</b>	<b>26,33 ± 1,11 a</b>	<b>19,52 ± 0,60 b</b>
<b>Total NI</b>	<b>12,00</b>	<b>12,60</b>	<b>7,15</b>	<b>9,35</b>	<b>9,15</b>	<b>7,90</b>	<b>17,90</b>
<b>Σ ω-6</b>	<b>5,99 ± 0,45 d</b>	<b>6,68 ± 0,09 cd</b>	<b>10,88 ± 2,01 b</b>	<b>8,11 ± 0,50 cd</b>	<b>8,08 ± 0,88 d</b>	<b>15,56 ± 0,79 a</b>	<b>9,23 ± 0,27 bc</b>
<b>Σ ω-3</b>	<b>3,35 ± 0,32 c</b>	<b>3,12 ± 0,22 c</b>	<b>3,06 ± 0,54 c</b>	<b>4,30 ± 0,00 bc</b>	<b>6,23 ± 1,00 b</b>	<b>10,75 ± 0,80 a</b>	<b>10,30 ± 0,87 a</b>

\*Valores médios ± desvio padrão; Valores na mesma linha, seguidos de letras iguais, não diferem entre si (p>0,05), [Análise de variância - ANOVA e teste de Tukey]; AGS= Ácidos Graxos Saturados; AGMI= Ácidos Graxos Monoinsaturados; AGPI= Ácidos Graxos Polinsaturados;NI = Ácidos graxos Não Identificados <sup>1</sup> n = 4; <sup>2</sup> n = 3.

O conteúdo de ácidos graxos polinsaturados (AGPI) variou largamente entre 9,34% no barbado a 26,33% no mandi prateado. Houve maior prevalência dos polinsaturados da família  $\omega$ -6 (5,99 a 15,56%), com predomínio do ácido linoléico (C18:2  $\omega$ -6) (4,07 a 9,87%), exceto no peixe mandi prateado com maior conteúdo de ácido araquidônico (C20:4  $\omega$ -6) (8,12%) e no peixe palmito com maior teor de AGPI da família  $\omega$ -3 (10,30%). Estas duas espécies destacaram-se das demais quanto ao teor relativo de eicosapentanoico (EPA C20:5  $\omega$ -3) e docosahexaenóico (DHA C22:6  $\omega$ -3) apresentando o mandi prateado valores de 1,28 e 8,19%, e o palmito valores de 0,68 e 8,67% dos respectivos ácidos graxos. Peixes de água doce normalmente contêm mais ácidos polinsaturados da família  $\omega$ -6 enquanto que os de origem marinha são mais ricos em ácidos da família  $\omega$ -3, especialmente DHA e EPA (HALILOGLU et al., 2004; ÇELIK, DILER, KÜÇÜKGÜLMEZ, 2005; TESTI et al., 2006; MNARI et al., 2007).

A tabela 3 apresenta os diferentes índices utilizados para avaliar a qualidade nutricional da fração lipídica do filé dos peixes estudados. A razão entre os ácidos graxos polinsaturados das séries  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 é um dos índices utilizado para avaliar o valor nutricional da fração lipídica presente em alimentos. De acordo com as recomendações nutricionais (DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, 1994), deve-se buscar a ingestão de alimentos cuja relação  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 não exceda a 4,0 como forma de prevenir riscos cardiovasculares (WILLIAMS, 2000). Todos os peixes avaliados neste trabalho apresentaram relação  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 abaixo do máximo recomendado, variando de 0,90 no filé de palmito a 3,55 no jurupensém. Considerando a relação inversa ( $\omega$ -3/ $\omega$ -6), valores altos são desejáveis para prevenir doenças degenerativas do coração. Nos peixes estudados, foram encontrados valores que variaram de 0,28 a 1,12. Esses valores estão abaixo dos encontrados por alguns autores, em peixes de água doce. Inhamuns e Franco (2001), estudando o mapará (*Hypophthalmus* sp) do Rio Amazonas, encontraram no músculo valores para a razão  $\omega$ 3/ $\omega$ 6 de 1,5 a 1,6; Andrade et al. (1995) encontraram para a essa razão  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 em peixes de água doce do sul do Brasil, valores de 0,22 a 4,19 e um valor mais alto, de 26,3, para a truta; e Henderson e Tocher (1987), para peixes de água doce e salgada encontraram valores de 0,5 a 3,8 e 4,7 a 14,4, respectivamente.

TABELA 3 - Índices de qualidade nutricional da fração lipídica do filé de barbado, jaú, jurupensém, jurupoca, mandi amarelo, mandi prateado e palmito, oriundos do Rio Miranda na região do pantanal sul-mato-grossense.

PEIXES	P/S	$\omega 6/\omega 3$	$\omega 3/\omega 6$	IA	IT	HH
Barbado <sup>1</sup>	0,23e	1,79b	0,56c	0,79a	1,18a	1,14b
Jaú <sup>2</sup>	0,27de	2,14b	0,47c	0,62b	1,00ab	1,30b
Jurupensém <sup>2</sup>	0,40c	3,55a	0,28d	0,53b	0,94b	1,80a
Jurupoca <sup>2</sup>	0,35cd	1,89b	0,53c	0,56b	0,89bc	1,49ab
Mandi amarelo <sup>2</sup>	0,37cd	1,30c	0,77b	0,62b	0,85bc	1,51ab
Mandi prateado <sup>1</sup>	0,71a	1,45c	0,69bc	0,51b	0,65d	1,80a
Palmito <sup>2</sup>	0,55b	0,90d	1,12a	0,60b	0,68cd	1,43ab

Valores na mesma coluna, seguidos de letras iguais, não diferem entre si ( $p > 0,05$ ), [Análise de variância - ANOVA e teste de Tukey]. P/S = Razão Ácidos Graxos Polinsaturados/Saturados;  $\omega 6/\omega 3$  = Razão Ácidos Graxos Omega 6/Omega 3;  $\omega 3/\omega 6$  = Razão Ácidos Graxos Omega 3/Omega 6; IA = Índice de Aterogenicidade; IT = Índice de Trombogenicidade; HH = Razão Ácidos Graxos Hipocolesterolêmicos/Hipercolesterolêmicos. <sup>1</sup> n = 4; <sup>2</sup> n = 3.

A razão entre ácidos graxos polinsaturados e saturados (P/S) é outro índice comumente utilizado para avaliar a qualidade nutricional dos lipídios de uma dieta e o valor recomendado é 0,45 (DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, 1984). Dietas apresentando razão P/S inferior a 0,45 têm sido consideradas desfavoráveis por potencializar a indução de hipercolesterolemia. A fração lipídica do filé de peixes apresentou valores de 0,23 (barbado) a 0,71 (mandi prateado). No entanto este índice, baseado apenas no grau de saturação dos ácidos graxos pode não ser adequado, quando utilizado isoladamente, para avaliar a qualidade nutricional dos lipídios pois, além de considerar todos os ácidos graxos saturados indutores do aumento do colesterol sanguíneo, ignora os efeitos metabólicos dos ácidos graxos monoinsaturados (DIETSCHY, 1998; ULBRICHT, SOUTHGATE, 1991; WILLIANS, 2000).

Índices baseados nos efeitos funcionais dos diferentes ácidos graxos permitem melhor avaliação da qualidade nutricional dos lipídios nos alimentos. A

razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH), considera os efeitos específicos dos ácidos graxos sobre o metabolismo do colesterol. Valores mais altos desta razão são desejáveis, os quais no presente estudo foram obtidos nos peixes jurupensém e mandi prateado (HH = 1,80).

Os índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT), que relacionam os ácidos graxos pró e anti-aterogênicos e pró e anti-trombogênicos, variaram de 0,51 a 0,79 e de 0,65 a 1,18, respectivamente. Quanto mais baixos os valores de ambos os índices, melhor é a qualidade nutricional da dieta como fator de redução do potencial de risco de incidência de doenças cardiovasculares (ULBRICHT, SOUTHGATE, 1991).

Tabela 4 – Ácidos graxos polinsaturados  $\omega$ -3 (AGPI  $\omega$ -3) do tecido muscular do filé de barbado, jaú, jurupensém, jurupoca, mandi amarelo, mandi prateado e palmito, oriundos do Rio Miranda na região do pantanal sul-mato-grossense, expressos em g/100g de filé (base úmida).

PEIXES	$\alpha$ -LNA*	EPA <sup>†</sup>	DHA <sup>‡</sup>	EPA + DHA	AGPI $\omega$ -3
Barbado <sup>1</sup>	0,13 $\pm$ 0,02b	0,02 $\pm$ 0,00b	0,07 $\pm$ 0,00b	0,09 $\pm$ 0,00b	0,22 $\pm$ 0,02b
Jaú <sup>2</sup>	0,17 $\pm$ 0,00ab	0,04 $\pm$ 0,00a	0,07 $\pm$ 0,00b	0,11 $\pm$ 0,00a	0,29 $\pm$ 0,02ab
Jurupensém <sup>2</sup>	0,21 $\pm$ 0,01a	0,02 $\pm$ 0,00b	0,07 $\pm$ 0,00b	0,09 $\pm$ 0,00b	0,30 $\pm$ 0,05a
Jurupoca <sup>2</sup>	0,19 $\pm$ 0,02ab	0,02 $\pm$ 0,00b	0,04 $\pm$ 0,00c	0,06 $\pm$ 0,00c	0,24 $\pm$ 0,00ab
Mandi amarelo <sup>2</sup>	0,20 $\pm$ 0,06ab	0,02 $\pm$ 0,00b	0,09 $\pm$ 0,00a	0,11 $\pm$ 0,00a	0,31 $\pm$ 0,04a
Mandi prateado <sup>1</sup>	0,003 $\pm$ 0,00c	0,003 $\pm$ 0,00c	0,02 $\pm$ 0,00d	0,023 $\pm$ 0,00d	0,026 $\pm$ 0,00c
Palmito <sup>2</sup>	0,002 $\pm$ 0,00c	0,002 $\pm$ 0,00c	0,02 $\pm$ 0,00d	0,022 $\pm$ 0,00d	0,026 $\pm$ 0,00c

Valores médios  $\pm$  desvio padrão. Valores na mesma coluna, seguidos de letras iguais, não diferem entre si ( $p > 0,05$ ), [Análise de variância - ANOVA e teste de Tukey]; \*  $\alpha$ -LNA = ácido alfa linolênico (C18:3  $\omega$ -3); † EPA = ácido eicosapentaenóico (C20:5  $\omega$ -3); ‡ DHA = ácido docosahexaenóico (C22:6  $\omega$ -3); <sup>1</sup> n = 4; <sup>2</sup> n = 3.

A tabela 4 apresenta os valores de ácidos graxos polinsaturados  $\omega$ -3 em g/100g de filé dos peixes estudados. Os peixes jaú e mandi amarelo apresentaram teor mais elevado de EPA+DHA (0,11g/100g), seguidos do barbado e jurupensém (0,09g/100g) correspondendo respectivamente a cerca de 40 e 30%

das necessidades diárias mínimas recomendadas como adequadas para indivíduos saudáveis (0,3 a 0,5 g/dia EPA+DHA, dieta 2000 kcal). Em relação ao conteúdo de  $\alpha$ -LNA, valores maiores foram alcançados nos peixes jurupensém, mandi amarelo e jurupoca variando de 0,19 a 0,21g/100g; estes teores correspondem a aproximadamente 1/4 das necessidades diárias mínimas recomendadas (0,8 a 1,0g/dia para o  $\alpha$ -LNA, dieta 2000 kcal) (KRAUSS et al., 2000; KRIS-ETHERTON, HARRIS, APPEL, 2003a; 2003b).

#### 4. CONCLUSÕES

As sete espécies de peixes estudadas mostraram ser fontes de proteínas; sendo que o jaú e o jurupensém também revelaram-se ricos em lipídios.

Na fração lipídica dos peixes analisados foi encontrada predominância de ácidos graxos insaturados.

O mandi prateado e o palmito apresentaram valores relativos de EPA e DHA mais altos que os demais peixes analisados, porém pelo baixo teor de lipídios, não representam boas fontes desses polinsaturados.

Todas as amostras estudadas apresentaram a relação  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 favorável quanto ao consumo alimentar.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALASALVAR, C.; TAYLOR, K. D. A.; ZUBCOV, E.; SHAHIDI, F.; ALEXIS, M. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. **Food Chemistry**, v.79, p. 145-150, 2002.

ANDRADE, A. D.; RUBIRA, A. F.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E.  $\omega$ 3 fatty acids in freshwater fish from south Brazil. **Journal of the American Oil Chemist's Society**, v.72, n.10, 1p. 1207-1210, 1995.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 12<sup>th</sup> ed. Washington, 1992. 1115p.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, n. 8, p. 911-917, 1959.

ÇELİK, 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.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Diet and cardiovascular disease. Report on health and social subjects, n. 28**. London: HMSO, 1984.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on health and social subjects, n. 46**. London: HMSO, 1994. 178p.

DIETSCHY, J. M. Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol concentration. **Journal of Nutrition**, 128, 444S - 448S, 1998.

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

HALILOGLU, H. I.; BAYIR, A.; SIRKECIOGLU, A. N.; ARAS, N. M.; ATAMANALP, M. Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. **Food Chemistry**, v.86, p. 55-59, 2004..

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

HOLLAND. B. et al. **The composition of foods**. Mc Cance and Widdowson's. Cambridge, UK, p. 8-9, 1994.

INHAMUNS, A. J.; FRANCO, M. R. B. Composition of total, neutral and phospholipids in Mapará (*Hypophthalmus sp.*) from the Brazilian Amazonian area. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, p. 4859-4863, 2001.

KRAUSS R. M. et al. American Heart Association Dietary Guidelines Revision 2000: A Statement for Healthcare Professionals From the Nutrition Committee of the American Heart Association. **Circulation**, 102; 2284-2299, 2000.

KRIS-ETHERTON P. M.; HARRIS, W. S., APPEL L. J. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. **Arteriosclerosis Thrombosis and Vascular Biology**, v.23, p.20-30, 2003a.

KRIS-ETHERTON P. M.; HARRIS, W. S., APPEL L. J. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: New recommendations from the American Heart Association. **Arteriosclerosis Thrombosis and Vascular Biology**, v.23, p.151-152, 2003b.

MAIA, E. L.; RODRIGUES-AMAYA, D. B. Avaliação de um método simples e econômico para a metilação de ácidos graxos com lipídios de diversas espécies de peixes. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 53, n. 1/2, p.27-35, 1993.

MAIA, E. L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; AMAYA-FARFAN, J. Proximate, fatty acid and amino acid composition of the Brazilian freshwater fish *Prochilodus scrofa*. **Food Chemistry**, v.12, p. 275-286, 1983.

MNARI, A.; BOUHLEL, I.; CHRAIEF, I.; 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. Disponível *on line* em <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 02 agosto 2006.

OLIVEIRA, E. R. N.; AGOSTINHO, A. A.; MATSUSHITA, M. Effect of biological variables and capture period on the proximate composition and fatty acid composition of the dorsal muscle tissue of *Hypophthalmus edentatus* (Spix, 1829). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, n.1, p.105-114, 2003.



OZOGUL, Y.; OZOGUL, F. Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Seas. **Food Chemistry**, v.100, p. 1634-1638, 2007. Disponível *on line* em <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em 12 fevereiro 2007.

RUXTON, C. H. S.; REED, S. C.; SIMPSON, M. J. A.; MILLINGTON, K. J. The health benefits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: a review of the evidence. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v.17, p. 449-459, 2004.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**, v.77, p.187-194, 2002.

STANSBY, M. E. Polyunsaturates and fat in fish flesh. **Journal of the American Dietetic Association**, v.63, p. 625-630, 1973.

TESTI, S.; BONALDO, A.; GATTA, P. P.; BADIANI, A. Nutritional traits of dorsal and ventral fillets from three farmed fish species. **Food Chemistry**, v.98, p.104-111, 2006.

ULBRICHT, T. L.; SOUTHGATE, V. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, v.338, p.985-992, 1991.

VALFRÉ, F.; CAPRINO, F.; TURCHINI, G. M. The health benefit of seafood. **Veterinary Research Communications**, v.27, p. 507-512, 2003.

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids and human health. **Annales de Zootechnie**, v.49, p.165-180, 2000.

## **ANEXO**

### **Nutritional Value of Fishes From Brazilian Pantanal**

Artigo revisado para submissão e avaliação para publicação no  
Journal of Food Composition and Analysis (ISSN: 00889-1575)

## Nutritional value of fishes from Brazilian Pantanal.

Manoel Mendes Ramos Filho <sup>a,\*</sup>, Maria Isabel Lima Ramos <sup>a</sup>, Priscila Aiko Hiane <sup>a</sup>,  
Elizabeth Maria Talá de Souza <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, MS, Brazil

<sup>b</sup> Departamento de Biologia Celular, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Asa Norte, DF, Brazil

**Abstract**

The Brazilian ichthyofauna is diverse and has many species present in rivers located in the Upper Paraguay Basin. Although its fishery utilization is small, there is a general lack of nutritional composition data for these fishes. This study characterizes the proximate composition and the fatty acid profile of the lipid fraction in muscle tissue (fillet) of seven species of siluriform (without scales) fishes from the Miranda River, in the Pantanal of Mato Grosso do Sul: *barbado* (*Pinirampus pirinampu*), *jaú* (*Paulicea luetkeni*), *jurupensém* (*Surubim lima*), *jurupoca* (*Hemisorubim platyrhinchos*), *mandi amarelo* (*Pimelodus maculatus*), *mandi prateado* (*Pimelodus argenteus*) and *palmito* (*Ageneiosus brevifilis*). The moisture and ash content were determined by gravimetry; proteins were assayed by the micro Kjeldahl method; total lipids were extracted by the method of Bligh and Dyer; and the preparation of fatty acid methyl esters was performed as described by Maia and Rodriguez-Amaya. The total lipid content displayed the largest coefficient of variation among the species (73%), while the protein content the smallest (4.5%), categorizing the species *mandi prateado* and *palmito* as lean fishes; the species *mandi amarelo*, *jurupoca* and *barbado* as fishes with medium fat content, and the species *jaú* and *jurupensém* as fatty fishes. All species showed that palmitic acid (23.76 to 25.99%) was the predominant saturated fatty acid. Oleic acid (16.09 to 32.90%) was the most abundant mono-unsaturated fatty acid. Total omega-6 polyunsaturated fatty acids (5.99 to 15.56%) were the predominant polyunsaturated fatty acids, except in the fish *palmito*, with the largest amount being total omega-3 polyunsaturated fatty acids (10.30%). All the fishes showed favorable indices of nutritional quality for total lipids with respect to human consumption.

---

\* Corresponding author. E-mail: mramosf@nin.ufms.br. Tel/Fax – 55 67 33457400.

**Keywords:** freshwater fish; proximate composition; fatty acids; omega-3; lipids; pantanal; fish; freshwater; nutritional quality index (NQI); polyunsaturated fatty acids.

## 1. Introduction

Studies related to food composition and its nutritional implications to improve consumer health, focus on the fatty acid profile in foods, and in particular, the relationships among saturated fatty acids (SFA), mono-unsaturated fatty acids (MUFA) and polyunsaturated fatty acids (PUFA), including the omega-3 ( $\omega$ -3) and omega-6 ( $\omega$ -6) families, as one of the factors involved in cardiovascular disease prevention and decrease in breast cancer incidence, rheumatoid arthritis, multiple sclerosis and other inflammatory diseases (Alasalvar et al., 2002; Valfré et al., 2003; Ozogul and Ozogul, 2007).

The consumption of fatty acid in foods, mainly the long-chain PUFA ( $\omega$ -3 family), such as eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA), plays an important role in human nutrition, disease prevention and health promotion. EPA and DHA have as their precursor alpha-linoleic acid ( $\alpha$ -LNA  $\omega$ -3), which is considered essential because it is not synthesized by humans and needs to be consumed through the diet.

Fish and derived products possess various nutritional components and are the main food source of  $\omega$ -3 PUFA, and therefore, must be incorporated in the human diet, where epidemiologic studies recommend their inclusion of 2 to 3 times in the weekly menu (Krauss et al., 2000; Kris-Etherton et al., 2003b; Ruxton et al., 2004). However, there is a large variation in fatty acid composition among the different species of fishes and also within the same species (Stansby, 1973; Alasalvar et al., 2002; Ozogul and Ozogul, 2007).

From 1993 to 2002, the Brazilian fishery production showed an increase of around 48.8%, and went from 676,442 tons to 1,006,869 tons per year. In 2002, the Central-West region, with a participation of 5.0% of the national continental extractive fishery production (239,416 t), showed Mato Grosso do Sul with 4,744.0 tons of fish obtained from artisanal extraction, representing around 64% of the state's total production (BRASIL, 2004).

Brazil has a large diversity of fish species, many of them found in rivers located in the Upper Paraguay Basin, which are part of the Pantanal of Mato Grosso do Sul, whose fishery utilization even though small, in general, lacks nutritional composition data for these fishes.

Therefore, this study characterized the proximate composition and the fatty acid profile of the lipid fraction in muscle tissue (fillet) of seven fish species of the order Siluriformes (without scales) from the Miranda River, in the Pantanal of Mato Grosso do Sul: *barbado* (*Pinirampus pirinampu*), *jaú* (*Paulicea luetkeni*), *jurupensém* (*Surubim lima*), *jurupoca* (*Hemisorubim platyrhinchos*), *mandi amarelo* (*Pimelodus maculatus*), *mandi prateado* (*Pimelodus argenteus*) and *palmito* (*Ageneiosus brevifilis*).

## 2. Material and Methods

### 2.1. Fish samples

The samples of the seven fish species were captured in the Miranda River, nearby the Universidade Federal de Mato Grosso do Sul Study Base of the Pantanal (19° 34' 37" S and 57° 00' 42" W), during the allowed catch period and were placed in isothermic boxes filled with ice for transportation (Table 1). Each sample was individually weighed and eviscerated, and the skin and spines were separated from the muscle tissue. The muscle tissue was ground and homogenized with an electric grinder-homogenizer.

Table 1  
Biometry of fishes sampled.

Fish	<i>Barbado</i> <sup>1</sup>	<i>Jaú</i> <sup>2</sup>	<i>Jurupensém</i> <sup>2</sup>	<i>Jurupoca</i> <sup>2</sup>	<i>Mandi amarelo</i> <sup>2</sup>	<i>Mandi prateado</i> <sup>1</sup>	<i>Palmito</i> <sup>2</sup>
Length* (cm)	63 ± 2	95 ± 5	53 ± 3	55 ± 8	18 ± 3	16 ± 2	39 ± 4
Weight* (g)	2700±350	5950±620	860±100	935±115	205±60	120±20	580±30

\* Means ± S.D. <sup>1</sup> n = 4; <sup>2</sup> n = 3.

## *2.2. Proximate composition analysis*

The muscle of each species was analyzed in triplicate, immediately after the homogenization, where moisture content was determined by heating in a 105°C oven, fixed mineral residue (ash) by incineration in a muffle furnace at 550°C, and total protein content by the Kjeldahl method (AOAC, 1992). Total lipid extraction was carried out according to Bligh and Dyer (1959), considering the recommended proportions of methanol, chloroform and tissue water solvents. The quantification of lipids was performed gravimetrically by vacuum evaporation and the remaining lipid fraction was stored in an amber flask, under a nitrogen atmosphere, at -20°C until analysis. The proximate composition was expressed as means and standard deviation.

## *2.3. Fatty acids of the lipid fraction analysis*

The total lipid fraction was submitted to saponification with methanolic KOH, and the fatty acids were methylated with a mixture of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and NH<sub>4</sub>Cl in methanol and then transferred to hexane, according to the procedure described by Maia and Rodriguez-Amaya (1993). The analysis of the fatty acid methyl esters was performed with a gas chromatograph (Varian, model Star 3400), with a flame ionization detector and a split/splitless injector on a silica capillary column 30m x 0.25mm (internal diameter) (J&W Scientific, USA), containing polyethylene glycol (DB-Wax) as the stationary phase. The chromatography conditions were: injector temperature at 250°C, column temperature at 180°C for 20 min, with a 2°C/min gradient up to 220°C, detector temperature at 260°C, starter gas hydrogen with a 1.1 ml/min flow, auxiliary gas nitrogen with at 22ml/min, and injection volume of 0.5µl. For identification of fatty acids, standards of pure fatty acid methyl esters from Sigma-Aldrich were used, comparing the retention time of the methyl ester samples with the standards. After normalization, the results were expressed as area percentage for each acid relative to the total area of fatty acids. Peak areas less than 0.01% of the total area were not considered. The area percentage was converted to g/100g of muscle tissue by multiplying this percentage by the total lipid fraction content and the conversion factors corresponding to a lean (0.700) or fatty (0.900) fish, according to Holland et al. (1994).

#### 2.4. Nutritional quality index (NQI) with regard to total lipids

Lipid quality was estimated by three indices of fatty acid composition: index of atherogenicity (IA) and index of thrombogenicity (IT) according to Ulbricht and Southgate (1991) and the hypocholesterolemic and hypercholesterolemic fatty acid ratio (HH), according to Santos-Silva et al., (2002), using the formulae below:

$$IA = [(12:0+(4 \times 14:0)+16:0)] / (MUFA+PUFA \omega 6+PUFA \omega 3)$$

$$IT = (14:0+16:0+18:0) / [(0.5 \times MUFA)+(0.5 \times PUFA \omega 6)+(3 \times PUFA \omega 3)+(PUFA \omega 3/PUFA \omega 6)]$$

$$HH = (18:1cis9+18:2\omega 6+20:4\omega 6+18:3\omega 3+20:5\omega 3+22:5\omega 3+22:6\omega 3) / (14:0+16:0)$$

Where: MUFA = all monounsaturated acids; PUFA = polyunsaturated fatty acids.

#### 2.5. Statistical analysis

The proximate composition and fatty acid composition values were submitted to analysis of variance (ANOVA). Tukey's test was applied to unequal variances among the mean values of the samples, using Biostat software, version 4.0, and the level of significance was set at 5% for all analyses.

### 3. Results and Discussion

The mean values for the proximate composition of muscle tissue of the fishes studied are presented in Table 2. Among the parameters examined, lipid content was the one that showed the highest coefficient of variation among the species, followed by ash, moisture and protein content (72.88%, 9.22%, 5.11% and 4.49%, respectively). The lowest moisture content was 71.78%, found in the fillet of *jurupensém* and the highest was 81.83%, in the *mandi prateado* muscle, displaying an inverse relationship with lipid content in the respective fishes (11.19% and 0.35%). The three groups a) *barbado*, *jurupoca* and *mandi amarelo*, b) *jaú* and *jurupensém*, and c) *mandi prateado* and *palmito*, did not show intergroup differences in moisture and lipid content. Andrade et al. (1995) studied fishes from the same species acquired in the Maringá retail market (Paraná, Brazil), and found similar total lipid values in *mandi amarelo* (5.50%), higher in *barbado* (19.75%) and lower in *jurupoca* (2.98%). Gutierrez and Silva (1993)

obtained total lipid values of 7.08% for the the *mandi* fish (without species description) obtained from the Piracicaba (SP) retail market.

TABLE 2

Proximate composition\* (g/100g) of muscle tissue (fillet) of *barbado*, *jaú*, *jurupensém*, *jurupoca*, *mandi amarelo*, *mandi prateado* and *palmito*, obtained from the Miranda River in the Pantanal of Mato Grosso do Sul, expressed on a fresh weight basis.

Fish	Moisture	Proteins	Lipids	Ash	TEV <sup>‡</sup>
<i>Barbado</i> <sup>1</sup>	75.31 ± 0.95b	16.39 ± 0.68bc	7.30 ± 0.45b	1.01 ± 0.06ab	551.50 ± 24.48b
<i>Jaú</i> <sup>2</sup>	72.23 ± 0.68c	16.92 ± 0.42ab	10.44 ± 0.46a	0.98 ± 0.01ab	678.88 ± 24.44a
<i>Jurupensém</i> <sup>2</sup>	71.78 ± 0.02c	16.07 ± 0.96c	11.19 ± 0.74a	1.14 ± 0.12a	692.79 ± 11.59a
<i>Jurupoca</i> <sup>2</sup>	74.69 ± 0.65b	18.10 ± 0.64a	6.35 ± 1.52b	0.94 ± 0.11b	544.11 ± 46.70b
<i>Mandi amarelo</i> <sup>2</sup>	75.97 ± 0.07b	17.70 ± 0.24ab	5.55 ± 0.34b	0.90 ± 0.04b	507.10 ± 16.96b
<i>Mandi prateado</i>	81.83 ± 0.29a	16.73 ± 0.36abc	0.35 ± 0.18c	0.89 ± 0.05b	294.29 ± 9.40c
<i>Palmito</i> <sup>2</sup>	80.74 ± 0.28a	17.77 ± 0.31ab	0.36 ± 0.05c	1.07 ± 0.00ab	312.10 ± 3.40c

\*Means ± S.D. for triplicate samples. Values in the same column followed by the same letters do not differ ( $p > 0.05$ ) by ANOVA and Tukey's test. <sup>‡</sup>TEV = Total energy value expressed in kJ/100g of fillet (protein = 16.8 kJ/g; fat = 37.8 kJ/g); <sup>1</sup> n = 4; <sup>2</sup> n = 3.

A small range of around 2.0% was obtained between the minimum (16.07% *jurupensém*) and maximum (18.10% *jurupoca*) protein content in the fillets of the fishes studied, although there were statistical differences ( $p < 0.0001$ ). Protein values between 16.39 and 17.77% were obtained in the fillets of *barbado*, *jaú*, *mandi amarelo*, *mandi prateado* and *palmito*.

The *jurupensém* fillet had a higher mineral (ash) content in relation to the other fishes which they themselves did not differ significantly ( $p > 0.05$ ) in mineral content.

Stansby (1973) classified fishes into five categories (A to E), based on fat and protein content in their composition. The values obtained from these components place the *mandi prateado* and *palmito* species in category A (<5% of lipids and 15 to 20% of proteins) and the other species studied in category B (5 to 15% of lipids and 15 to 20% of proteins). Although fishes show, in general, similar nutritional values, this classification allows selection according to dietetic needs, such as those diets aimed at reducing calories through lower fat content, but still



maintaining high levels of protein, and those aimed at controlling cholesterolemia by selecting species containing from medium to high fat content including considerable quantities of unsaturated fatty acids (Stansby, 1973).

The *mandi prateado* and *palmito*, according to the Ackman classification, based on fat content, are considered lean fishes (<2% fat), the *mandi amarelo*, *jurupoca* and *barbado*, fishes with medium fat content (4 to 8%) and the *jaú* and *jurupensém*, fatty fishes (>8%) (Ackman, 1989).

The fishes examined showed variable composition of fatty acids in the total lipid fraction of the muscle tissue (Table 3). Palmitic acid (C16:0) found in the fishes reached values from 23.76 to 25.99%, comprising the majority of the saturated fatty acid (SFA) fraction with 64 to 71%. Stearic acid (18:0) and myristic acid (C14:0) reached values from 7.35 to 9.39% and from 1.05 to 2.68%, respectively. The results are in accordance with data obtained by other authors, showing that the muscle tissue of freshwater fish species contain higher levels of C16:0 and C18:0 and lower levels of C20:0 and C22:0, in relation to marine fishes, and that the total of saturated fatty acids of freshwater fishes is usually higher than that of marine fishes (Haliloglu et al., 2004; Çelik et al., 2005).

Independent of the fish species, the palmitoleic (C16:1  $\omega$ -7) and oleic (C18:1  $\omega$ -9) monounsaturated fatty acids (MUFA) and the vaccenic (C18:1  $\omega$ -7) isomers were the predominant fatty acids in this category, varying from 3.50 to 8.80%, from 16.09 to 32.90% and from 3.19 to 6.84%, respectively. Values between 1.00 and 1.74% for C20:1 (eicosenoic) were obtained in all species studied, and the presence of monounsaturated fatty acids with 24 carbons (C24:1  $\omega$ -9, nervonic) was detected only in the *mandi* species. High levels of palmitoleic acid have been described as one characteristic of freshwater fishes (Maia et al., 1983; Gutierrez and Silva, 1993; Inhamuns and Franco, 2001; Oliveira et al., 2003).

TABLE 3

Fatty acid composition of muscle tissue (fillet) of *barbado*, *jaú*, *jurupensém*, *jurupoca*, *mandi amarelo*, *mandi prateado* and *palmito*, obtained from the Miranda River in the Pantanal of Mato Grosso do Sul, expressed in % of area relative to total fatty acids\*.

Fatty Acid	<i>Barbado</i> <sup>1</sup>	<i>Jaú</i> <sup>2</sup>	<i>Jurupensém</i> <sup>2</sup>	<i>Jurupoca</i> <sup>2</sup>	<i>Mandi amarelo</i> <sup>2</sup>	<i>Mandi prateado</i> <sup>1</sup>	<i>Palmito</i> <sup>2</sup>
C12:0	0.24 ± 0.09 b	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.41 ± 0.17 a	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
C14:0	2.68 ± 0.31 a	1.75 ± 0.24 b	1.26 ± 0.21 bc	1.50 ± 0.03 bc	1.63 ± 0.08 bc	1.07 ± 0.21 c	1.05 ± 0.04 c
C16:0	25.99 ± 1.90 a	24.68 ± 1.22 a	25.04 ± 1.62 a	25.17 ± 1.10 a	25.43 ± 0.85 a	23.76 ± 0.51 a	23.78 ± 0.17 a
C17:0	1.63 ± 0.14 b	2.29 ± 0.04 a	0.67 ± 0.00 d	0.71 ± 0.03 d	1.29 ± 0.33 c	0.91 ± 0.14 cd	1.19 ± 0.00 c
C18:0	9.35 ± 0.49 a	7.35 ± 0.63 b	7.92 ± 0.03 bc	7.61 ± 0.05 bc	8.71 ± 0.44 ab	9.25 ± 0.13 a	9.39 ± 0.83 a
C20:0	0.49 ± 0.04 a	0.25 ± 0.04 d	0.41 ± 0.01 ab	0.42 ± 0.01 ab	0.42 ± 0.00 ab	0.36 ± 0.08 bc	0.26 ± 0.02 cd
C22:0	0.26 ± 0.08 a	0.16 ± 0.00 ab	0.08 ± 0.00 b	0.07 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
C24:0	0.11 ± 0.05 c	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.80 ± 0.07b	1.48 ± 0.20 a	0.00 ± 0.00
<b>Σ SFA</b>	<b>40.74 ± 1.60 a</b>	<b>36.48 ± 1.16 bc</b>	<b>35.39 ± 1.83 b</b>	<b>35.46 ± 0.97 bc</b>	<b>38.70 ± 1.45 ab</b>	<b>36.80 ± 0.76 abc</b>	<b>35.69 ± 1.07 bc</b>
C14:1 ω-5	0.99 ± 0.11 b	1.28 ± 0.05 a	0.31 ± 0.11 c	0.30 ± 0.08 c	0.19 ± 0.06 c	0.31 ± 0.07 c	0.00 ± 0.00
C16:1 ω-7	7.69 ± 0.66 b	8.80 ± 0.10 a	4.89 ± 0.48 cd	6.86 ± 0.01 b	6.27 ± 0.65 bc	3.50 ± 0.75 d	3.76 ± 0.61 d
C18:1 ω-9	23.07 ± 2.98 c	24.51 ± 1.95 c	32.90 ± 0.08 a	27.23 ± 0.93 b	26.23 ± 2.10 bc	18.56 ± 1.61 d	16.09 ± 0.02 d
C18:1 ω-7	4.55 ± 0.28 bcd	5.15 ± 0.06 bc	3.97 ± 0.13 cd	6.84 ± 0.24 a	3.30 ± 0.96 d	3.19 ± 0.41 d	5.30 ± 0.18 b
C20:1 ω-9	1.51 ± 0.12 ab	1.20 ± 0.04 cd	1.45 ± 0.04 ab	1.53 ± 0.09 bc	1.20 ± 0.00 cd	1.00 ± 0.13 d	1.74 ± 0.12 a
C22:1 ω-9	0.10 ± 0.02 a	0.13 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
C24:1 ω-9	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.68 ± 0.02 b	2.37 ± 0.40 a	0.00 ± 0.00
<b>Σ MUFA</b>	<b>37.94 ± 2.55 bc</b>	<b>41.07 ± 2.80 abc</b>	<b>43.51 ± 0.61 a</b>	<b>42.75 ± 0.72 ab</b>	<b>37.86 ± 0.41 c</b>	<b>28.93 ± 2.11 d</b>	<b>26.89 ± 0.92 d</b>
C18:2 ω-6	4.07 ± 0.40 de	4.62 ± 0.37 cde	9.87 ± 2.00 a	6.90 ± 0.57 bc	5.65 ± 0.88 bc	7.45 ± 1.01 ab	2.68 ± 0.13 e
C18:3 ω-3	1.95 ± 0.24 bc	1.87 ± 0.02 bc	2.12 ± 0.53 bc	3.29 ± 0.79 ab	3.91 ± 1.17 a	1.29 ± 0.30 c	0.95 ± 0.07 c
C20:4 ω-6	1.93 ± 0.10 cd	2.06 ± 0.20 cd	1.01 ± 0.01 e	1.22 ± 0.07 de	2.43 ± 0.05 c	8.12 ± 0.56 a	6.54 ± 0.14 b
C20:5 ω-3	0.35 ± 0.05 bc	0.46 ± 0.02 bc	0.20 ± 0.01 c	0.32 ± 0.01 c	0.44 ± 0.02 bc	1.28 ± 0.22 a	0.68 ± 0.02 b
C22:6 ω-3	1.05 ± 0.06 b	0.79 ± 0.03 b	0.75 ± 0.02 b	0.70 ± 0.01 b	1.88 ± 0.15 b	8.19 ± 0.70 a	8.67 ± 0.92 a
<b>Σ PUFA</b>	<b>9.34 ± 0.75 d</b>	<b>9.80 ± 0.13 d</b>	<b>13.94 ± 2.54 c</b>	<b>12.41 ± 1.29 cd</b>	<b>14.30 ± 1.88 c</b>	<b>26.33 ± 1.11 a</b>	<b>19.52 ± 0.60 b</b>
<b>Σ ω-6</b>	<b>5.99 ± 0.45 d</b>	<b>6.68 ± 0.09 cd</b>	<b>10.88 ± 2.01 b</b>	<b>8.11 ± 0.50 cd</b>	<b>8.08 ± 0.88 d</b>	<b>15.56 ± 0.79 a</b>	<b>9.23 ± 0.27 bc</b>
<b>Σ ω-3</b>	<b>3.35 ± 0.32 c</b>	<b>3.12 ± 0.22 c</b>	<b>3.06 ± 0.54 c</b>	<b>4.30 ± 0.00 bc</b>	<b>6.23 ± 1.00 b</b>	<b>10.75 ± 0.80 a</b>	<b>10.30 ± 0.87 a</b>

\*Means ± S.D. Values in the same row, followed by the same letters do not differ ( $p > 0.05$ ) by ANOVA and Tukey's test; SGA = Saturated fatty acids; MUFA = Monounsaturated fatty acids; PUFA = Polyunsaturated fatty acids. <sup>1</sup> n = 4; <sup>2</sup> n = 3.

The content of polyunsaturated fatty acids (PUFA) varied greatly from 9.34% in *barbado* to 26.33% in *mandi prateado*. There was a higher prevalence of polyunsaturated fatty acids of the  $\omega$ -6 family (5.99 to 15.56%), with a predominance of linoleic acid (C18:2  $\omega$ -6) (4.07 to 9.87%), except in the *mandi prateado* fish which had a higher content of arachidonic acid (C20:4  $\omega$ -6) (8.12%) and in the *palmito* fish with a higher content of PUFA of the  $\omega$ -3 family (10.30%). These two species stood out from the others with regard to eicosapentaenoic (EPA C20:5  $\omega$ -3) and docosahexaenoic (DHA C22:6  $\omega$ -3) content, with the *mandi prateado* showing values between 1.28 and 8.19%, and the *palmito*, values between 0.68 and 8.67% of the respective fatty acids. Freshwater fishes usually have more polyunsaturated acids of the  $\omega$ -6 family while marine fishes are richer in  $\omega$ -3 acids, especially DHA and EPA (Haliloglu et al., 2004; Çelik et al., 2005; Testi et al., 2006; Mnari et al., 2007).

Table 4 presents the different indices used to evaluate the nutritional quality of the lipid fraction in the fillets of the fishes studied. The ratio between the polyunsaturated fatty acids of  $\omega$ -6 and  $\omega$ -3 families is one of the indices used to evaluate the nutritional value of the lipid fraction present in foods. According to nutritional recommendations (Department of Health and Social Security, 1994), a person's diet should contain foods in which the  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 ratio does not exceed 4.0, as a way to prevent cardiovascular risks (Williams, 2000). All fishes evaluated in this study showed a  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 ratio below the maximum recommended, varying from 0.90 in the *palmito* to 3.55 in the *jurupensém* fillet. Considering the inverse ratio ( $\omega$ -3/ $\omega$ -6), high values are desired to help prevent degenerative heart disease. In the fishes studied, values that varied from 0.28 to 1.12 were found. These values are below those found by some authors in freshwater fishes. Inhamuns and Franco (2001), while studying the *mapará* (*Hypophthalmus* sp) in Amazon River, found in fish muscle a  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 ratio from 1.5 to 1.6; Andrade *et al.* (1995) found in freshwater fishes in the south of Brazil, values from 0.22 to 4.19 and a higher value of 26.3 in trout; and Henderson and Tocher (1987), for freshwater and marine fishes, found values from 0.5 to 3.8 and 4.7 to 14.4, respectively.

The polyunsaturated and saturated fatty acid ratio (P/S) is another index usually used to evaluate the nutritional quality of the lipids in a diet, and the recommended value is 0.45 (Department of Health and Social Security, 1984). Diets demonstrating a P/S ratio lower than 0.45 have been considered unfavorable, possibly promoting the occurrence of hypercholesterolemia. The lipid fraction of the fish fillets showed values from 0.23 (*barbado*) to 0.71 (*mandi prateado*). However, this index, based only on the degree of fatty acid saturation, may not be adequate, when used alone to evaluate the nutritional quality of lipids because, besides considering all saturated fatty acids that cause the rise in blood cholesterol, it ignores the metabolic effects of monounsaturated fatty acids (Dietschy, 1998; Ulbricht and Southgate, 1991; Williams, 2000).

TABLE 4

Nutritional quality indices of the lipid fraction in fillets of *barbado*, *jaú*, *jurupensém*, *jurupoca*, *mandi amarelo*, *mandi prateado* and *palmito*, obtained from the Miranda River in the Pantanal of Mato Grosso do Sul.

Fish	P/S	$\omega$ -6/ $\omega$ -3	$\omega$ -3/ $\omega$ -6	IA	IT	HH
<i>Barbado</i> <sup>1</sup>	0.23e	1.79b	0.56c	0.79a	1.18a	1.14c
<i>Jaú</i> <sup>2</sup>	0.27de	2.14b	0.47c	0.62b	1.00ab	1.30bc
<i>Jurupensém</i> <sup>2</sup>	0.40c	3.55a	0.28d	0.53b	0.94b	1.80a
<i>Jurupoca</i> <sup>2</sup>	0.35cd	1.89b	0.53c	0.56b	0.89bc	1.49abc
<i>Mandi amarelo</i> <sup>2</sup>	0.37cd	1.30c	0.77b	0.62b	0.85bc	1.51abc
<i>Mandi prateado</i> <sup>1</sup>	0.71a	1.45c	0.69bc	0.51b	0.65d	1.80a
<i>Palmito</i> <sup>2</sup>	0.55b	0.90d	1.12a	0.60b	0.68cd	1.43abc

Values in the same column, followed by the same letters, do not differ ( $p > 0.05$ ) by ANOVA and Tukey's test. P/S = Polyunsaturated/saturated fatty acid ratio;  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 = Omega 6/omega 3 fatty acid ratio;  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 = Omega 3/omega 6 fatty acid ratio; IA = Index of atherogenicity; IT = Index of thrombogenicity; HH = hypocholesterolemic/hypercholesterolemic fatty acid ratio. <sup>1</sup> n = 4; <sup>2</sup> n = 3.

Indices based on the functional effects of different fatty acids allow a better nutritional quality evaluation of lipids in foods. The hypocholesterolemic and hypercholesterolemic fatty acid ratio (HH) considers the specific effects of fatty

acids on cholesterol metabolism. Higher values of this ratio are desirable, which in the present study were obtained in *jurupensém* and *mandi prateado* fishes (HH = 1.80).

The index of atherogenicity (IA) and index of thrombogenicity (IT), which relate the pro- and anti-atherogenic and pro- and antithrombogenic fatty acids, varied from 0.51 to 0.79 and from 0.65 to 1.18, respectively. The lower the values of both indices, the better the nutritional quality of diet is, as a factor reducing the potential risk of cardiovascular disease (Ulbricht and Southgate, 1991).

TABLE 5

Omega-3 polyunsaturated fatty acids ( $\omega$ -3 PUFA) in the muscle tissue (fillet) of *barbado*, *jaú*, *jurupensém*, *jurupoca*, *mandi amarelo*, *mandi prateado* and *palmito*, obtained from the Miranda River in the Pantanal of Mato Grosso do Sul, expressed in mg/100g of fillet (fresh weight basis).

Fish	$\alpha$ -LNA*	EPA <sup>†</sup>	DHA <sup>‡</sup>	EPA + DHA	$\omega$ -3 PUFA
<i>Barbado</i> <sup>1</sup>	119.71 $\pm$ 15.51b	22.65 $\pm$ 3.00b	68.11 $\pm$ 3.73b	90.76 $\pm$ 6.11b	210.47 $\pm$ 20.61b
<i>Jaú</i> <sup>2</sup>	175.71 $\pm$ 20.15ab	43.22 $\pm$ 1.08a	74.23 $\pm$ 2.40b	117.45 $\pm$ 5.55a	293.16 $\pm$ 38.15a
<i>Jurupensém</i> <sup>2</sup>	213.00 $\pm$ 52.87a	20.14 $\pm$ 1.01bc	75.03 $\pm$ 2.52b	95.17 $\pm$ 1.51b	308.17 $\pm$ 54.38a
<i>Jurupoca</i> <sup>2</sup>	187.74 $\pm$ 45.43ab	18.29 $\pm$ 0.57c	39.72 $\pm$ 0.86c	58.01 $\pm$ 0.29c	245.75 $\pm$ 45.15ab
<i>Mandi amarelo</i> <sup>2</sup>	195.54 $\pm$ 58.35ab	21.90 $\pm$ 1.22bc	93.84 $\pm$ 7.41a	115.74 $\pm$ 8.62a	311.28 $\pm$ 49.72a
<i>Mandi prateado</i> <sup>1</sup>	3.14 $\pm$ 0.83c	3.49 $\pm$ 0.61d	22.16 $\pm$ 1.91d	25.65 $\pm$ 2.27d	28.79 $\pm$ 2.20c
<i>Palmito</i> <sup>2</sup>	2.38 $\pm$ 0.17c	1.71 $\pm$ 0.04d	21.85 $\pm$ 2.31d	23.56 $\pm$ 2.35d	25.95 $\pm$ 2.18c

Means  $\pm$  S.D. Values in the same column, followed by the same letters, do not differ ( $p > 0.05$ ) by ANOVA and Tukey's test.

\*  $\alpha$ -LNA = alpha-linolenic acid (C18:3  $\omega$ -3); <sup>†</sup> EPA = eicosapentaenoic acid (C20:5  $\omega$ -3); <sup>‡</sup> DHA = docosahexaenoic acid (C22:6  $\omega$ -3); PUFA = Polyunsaturated fatty acids. <sup>1</sup> n = 4; <sup>2</sup> n = 3.

Table 5 presents the  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acid levels in mg/100g of fillet for the fishes studied. The *jaú* and *mandi amarelo* fishes had the highest EPA+DHA content (117.45 and 115.74mg/100g), followed by *barbado* and *jurupensém* (90.76 and 95.17mg/100g), corresponding respectively to around 37 and 30% of the minimum recommended daily needs for healthy individuals (300 to 500 mg/day EPA+DHA, diet of 8400 kJ). In relation to  $\alpha$ -LNA content, higher values were seen in *jurupensém*, *mandi amarelo* and *jurupoca* fishes, varying from 187.74 to 213.00 mg/100g; these levels correspond approximately to 1/4 of the

minimum recommended daily needs (800 to 1000 mg/day to  $\alpha$ -LNA, diet of 8400 kJ) (Krauss et al., 2000; Kris-Etherton et al., 2003a, 2003b).

#### 4. Conclusions

All the fish species studied are good sources of protein, and *jaú* and *jurupensém* are also rich in lipids.

In the lipid fraction of the fishes analyzed, there is a predominance of unsaturated fatty acids.

The *mandi prateado* and the *palmito* contain higher EPA and DHA levels than do the other analyzed fishes, but the low lipid content make these fishes an inadequate source of these polyunsaturated fatty acids.

All the fishes demonstrated favorable indices of nutritional quality for total lipids with respect to human consumption.

#### Acknowledgment

The authors wish to thank Dr. A. Leyva for english editing of the manuscript.

#### References

- Ackman, R. G., 1989. Nutritional composition of fats in seafoods. *Progress in Food and Nutrition Science* 13, 161-241.
- Alasalvar, C., Taylor, K. D. A., Zubcov, E., Shahidi, F., Alexis, M., 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chemistry* 79, 1445-150.
- Andrade, A. D., Rubira, A. F., Matsushita, M., Souza, N. E., 1995.  $\omega$ 3 fatty acids in freshwater fish from south Brazil. *Journal of the American Oil Chemist's Society* 72, 1207-1210.

- AOAC, 1992. Official Methods of Analysis of AOAC International, 12th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington 1115p.
- Bligh, E. G., Dyer, W. J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology* 37, 911-917.
- Brasil, 2004. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. Estatística da pesca 2002, Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Tamandaré-PE, 2004. Retrieved 2004-11-09:  
<[http://www.ibama.gov.br/rec\\_pesqueiros/download.php?id\\_download=40](http://www.ibama.gov.br/rec_pesqueiros/download.php?id_download=40)>.
- Çelik, M., Diler, A., Küçükgülmez, A., 2005. A comparison of the proximate compositions and fatty acid profiles of zander (*Sander lucioperca*) from two different regions and climatic conditions. *Food Chemistry* 92, 637-641.
- Department Of Health And Social Security, 1984. Diet and cardiovascular disease. Report on health and social subjects, n. 28. London: HMSO.
- Department Of Health And Social Security, 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on health and social subjects, n. 46. London: HMSO, 178p.
- Dietschy, J. M., 1998. Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol concentration. *Journal of Nutrition*, 128, 444S - 448S.
- Gutierrez, L. E., Silva, R. C. M., 1993. Fatty composition of commercially important fish from Brazil. *Scientia Agricola* 50, 478-483.
- Haliloglu, H. I., Bayir, A., Sirkecioglu, A. N., Aras, N. M., Atamanalp, M., 2004. Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. *Food Chemistry* 86, 55-59.

- Henderson, R. J., Tocher, D. R., 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Progress in Lipid Research* 26, 281-347.
- Holland. B. et al., 1994. *Mc Cance and Widdowson's The composition of foods*. Cambridge, UK, p. 8-9.
- Inhamuns, A. J., Franco, M. R. B., 2001. Composition of total, neutral and phospholipids in Mapará (*Hypophthalmus sp.*) from the brazilian amazonian area. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48, 4859-4863.
- Krauss, R.M., Eckel, R.H., Howard, B., Appel, L.J., Daniels, S.R., Deckelbaum, R.J., Erdman, J.W. Jr., Kris-Etherton, P., Goldberg, I.J., Kotchen, T.A., Lichtenstein, A.H., Mitch, W.E., Mullis, R., Robinson, K., Wylie-Rosett, J., St. Jeor, S., Suttie, J., Tribble, D.L., Bazzarre, T.T., 2000. American Heart Association Dietary Guidelines Revision 2000: A Statement for Healthcare Professionals From the Nutrition Committee of the American Heart Association. *Circulation* 102, 2284-2299.
- Kris-Etherton P. M., Harris, W. S., Appel L. J., 2003a. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Arteriosclerosis Thrombosis and Vascular Biology* 23, 20-30.
- Kris-Etherton P. M., Harris, W. S., Appel L. J., 2003b. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: New recommendations from the American Heart Association. *Arteriosclerosis Thrombosis and Vascular Biology* 23, 151-152.
- Maia, E. L., Rodriguez-Amaya, D. B., 1993. Avaliação de um método simples e econômico para a metilação de ácidos graxos com lipídios de diversas espécies de peixes. *Revista do Instituto Adolfo Lutz* 53, 27-35.
- Maia, E. L., Rodriguez-Amaya, D. B., Amaya-Farfan, J., 1983. Proximate, fatty acid and amino acid composition of the brazilian freshwater fish *Prochilodus scrofa*. *Food Chemistry* 12, 275-286.



- Mnari, A., Bouhlel, I., Chraief, I., Hammami, M., Romdhane, M. S., El Cafsi, M., Chaouch, A., 2007. Fatty acids in muscles and liver of Tunisian wild and farmed gilthead sea bream, *Sparus aurata*. *Food Chemistry* 100, 1393-1397.
- Oliveira, E. R. N., Agostinho, A. A., Matsushita, M., 2003. Effect of biological variables and capture period on the proximate composition and fatty acid composition of the dorsal muscle tissue of *Hypophtalmus edentatus* (Spix, 1829). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 46, 105-114.
- Ozogul, Y., Ozogul, F., 2007. Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Seas. *Food Chemistry* 100, 1634-1638.
- Ruxton, C. H. S., Reed, S. C., Simpson, M. J. A., Millington, K. J., 2004. The health benefits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: a review of the evidence. *Journal of Human Nutrition and Dietetics* 17, 449-459.
- Santos-Silva, J., Bessa, R. J. B., Santos-Silva, F., 2002. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. *Livestock Production Science* 77, 187-194.
- Stansby, M. E., 1973. Polyunsaturates and fat in fish flesh. *Journal of the American Dietetic Association* 63, 625-630.
- Testi, S., Bonaldo, A., Gatta, P. P., Badiani, A., 2006. Nutritional traits of dorsal and ventral fillets from three farmed fish species. *Food Chemistry* 98, 104-111.
- Ulbricht, T. L., Southgate, V. A. T., 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet* 338, 985-992.
- Valfré, F., Caprino, F., Turchini, G. M., 2003. The health benefit of seafood. *Veterinary Research Communications* 27, 507-512.
- Williams, C. M., 2000. Dietary fatty acids and human health. *Annales de Zootechnie* 49, 165-180.