

COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS E TEOR DE LIPÍDIOS EM CABEÇAS DE PEIXES: MATRINXÃ (*B. Cephalus*), PIRAPUTANGA (*B. Microlepis*) E PIRACANJUBA (*B. Orbignyanus*), CRIADOS EM DIFERENTES AMBIENTES¹

Altair B. MOREIRA², Nilson E. de SOUZA², Jesuí V. VISENTAINER², Makoto MATSUSHITA^{2,*}

RESUMO

Neste trabalho, foram determinados os lipídios totais e a composição de ácidos graxos da cabeça *in natura* de três espécies de peixes do gênero *Brycon*, matrinxã (*B. cephalus*), piraputanga (*B. microlepis*) e piracanjuba (*B. orbignyanus*), criados em cativeiros (açudes e gaiolas) e, nativos coletados nos rios Cuiabá-Manso (piraputanga) e no rio Paraná (piracanjuba). Os teores de lipídios totais nas cabeças variaram de 14,26 a 22,00%. Com relação aos ácidos graxos, todas as espécies apresentaram como predominantes os ácidos oléico-C18:1 ω 9 (40,21 a 44,41%), seguido dos ácidos palmítico-C16:0 (22,04 a 27,04%), esteárico-C18:0 (7,78 a 12,11%) e linoléico-18:2 ω 6 (5,27 a 14,68%). O percentual dos ácidos α -linolênico (18:3 ω 3), araquidônico (20:4 ω 6), eicosapentaenóico (20:5 ω 3) e docosahexaenóico (22:6 ω 3) foram inferiores a 2,52%. A somatória dos ácidos graxos polinsaturados (AGPI) variou de 10,30 a 19,32%, e dos ácidos graxos saturados (AGS) de 32,42 a 39,41%. A espécie piraputanga nativa apresentou maior proporção de ácidos ω 3 (3,67%) e menor de ácidos ω 6 (6,02%).

Palavras-chave: peixes; lipídios; ácidos graxos; piracanjuba; piraputanga; matrinxã.

SUMMARY

COMPOSITION OF FATTY ACID AND LIPID LEVEL IN HEAD FISH SPECIES: MATRINXÃ (*B. cephalus*), PIRAPUTANGA (*B. microlepis*) AND PIRACANJUBA (*B. orbignyanus*), CULTIVATED IN DIFFERENT ENVIRONMENTS. This study was developed for evaluating the total lipid and fatty acid composition of *in natura* heads of Brazilian fishes. *Brycon cephalus* (matrinxã), *B. microlepis* (piraputanga) and *B. orbignyanus* (piracanjuba) were cultivated in fish farms (ponds and cages) and wild species were collected in Cuiabá-Manso river (*B. microlepis*) and in Paraná river (*B. orbignyanus*). The total lipid content of the head varied widely among the species (14.26 to 22.00%). In relation of fatty acid composition, all species presented the oleic acid, C18:1 ω 9, as the predominant acid (40.21 to 44.41%), followed by the palmitic acid-C16:0 (22.04 to 27.04%), stearic acid-C18:0 (7.78 to 12.11%) and linoleic acid-C18:2 ω 6 (5.27 to 14.68%). The levels of α -linolenic acid (C18:3 ω 3), arachidonic acid (C20:4 ω 6), eicosapentaenoic acid (C20:5 ω 3) and docosahexaenoic acid C22:6 ω 3 were lower than 2.52%. The sum of all polyunsaturated fatty acids (PUFA) varied from 10.30 to 19.32%, and the saturated fatty acids (SFA) from 32.42 to 39.41%. The wild specie *B. microlepis* (piraputanga) showed the highest amount of the ω -3 (3.67%) and the lowest amount of the ω -6 (6.02%) fatty acids.

Keywords: fishes; lipids; fatty acids; piracanjuba; piraputanga; matrinxã.

1 – INTRODUÇÃO

O estudo da relação entre ácidos graxos polinsaturados (AGPI) de cadeia longa e saúde cardiovascular teve início a partir das observações pioneiras de pesquisadores realizadas durante a década dos anos 70 na população dos esquimós da Groelândia [6,10]. Uma análise estatística sobre a mortalidade por enfermidades do miocárdio na Groelândia, desde 1950 a 1974, revelou a existência de apenas três casos da totalidade de uma população de 1350 indivíduos [18].

Na comunidade científica encontra-se bem estabelecido que um aumento na ingestão de AGPI, principalmente ácido eicosapentaenóico (EPA), em uma dieta, reduz o risco de doenças cardíacas [5, 14, 19, 20]. Além disso, estudos realizados por WEAVER & HOLOB [25] e SIMOPOULOS [22] e SIGUEL [21], comprovaram que o consumo de AGPI reduz fatores bioquímicos associados à artrite, psoríase e câncer, atuam diretamente no processo de crescimento e desenvolvimento humano e possuem ações antitrombóticas e antiinflamatórias exercidas através do metabolismo dos eicosanóides [18]. O ácido docosahexaenóico (DHA) é considerado fundamental na

formação de tecidos nervosos e da visão. Seu requerimento associa-se principalmente com as primeiras etapas do desenvolvimento, tanto intra como extrauterino [9]. Os efeitos benéficos dos AGPI, na saúde cardiovascular, exercidos em vários níveis na regulação da homeostase vascular, podem ser obtidos através de uma alimentação equilibrada, que proporcione uma relação adequada de AGPI ω 6 e ω 3, e uma quantidade suficiente de AGPI ω 3 (0,8 a 0,9g/dia para uma dieta de 2000kcal) [23].

Os peixes de água doce têm a composição em ácidos graxos sensível ao tipo de alimentação de que dispõem, apresentando larga variação qualitativa e quantitativa em ácidos graxos. São necessários mais dados para que se tenha um panorama adequado do valor nutricional desses pescados [17].

As análises para avaliar a composição de ácidos graxos das cabeças de peixes são de grande importância, uma vez que estas são subprodutos das indústrias de processamento, onde normalmente são descartadas, sendo muito usadas na produção de ração animal mas raramente na alimentação humana. Desta forma, é importante avaliar a sua composição, tendo em vista que podem ser uma boa fonte de AGPI, visando a utilização destas na indústria farmacêutica, na alimentação humana, e também na suplementação de alimentos industrializados.

As espécies de *Brycon* (matrinxã, piraputanga e piracanjuba), oriundas de cativeiros, vêm conquistando

¹ Recebido para publicação em 06/07/2001. Aceito para publicação em 28/11/2002 (000691).

²Departamento de Química, Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo, 5790 – CEP 87020-900 – Maringá – Paraná

* A quem a correspondência deve ser enviada.

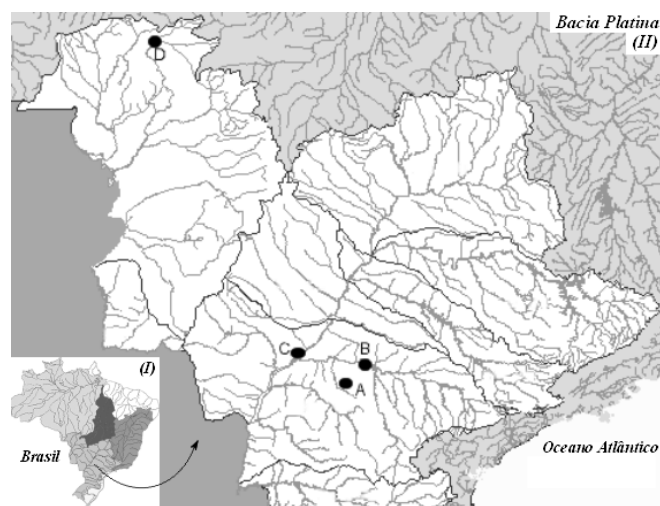
muitos piscicultores em diversas regiões do país, e o aparecimento destas espécies em mercados e feiras-livres tem contribuído para um maior consumo destes peixes pelos brasileiros.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o teor de lipídios totais e a composição de ácidos graxos das cabeças de três espécies de *Brycon*, criadas em cativeiros e nativas, uma vez que, estudos sobre a sua composição são inexistentes no Brasil.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Amostragem

O experimento foi realizado utilizando-se três lotes com três exemplares de cada espécie de peixes do gênero *Brycon*, matrinxã (*B. cephalus*), piraputanga (*B. microlepis*) e piracanjuba (*B. orbignyanus*), criados em cativeiros (açudes e gaiolas) e nativos. Os de cativeiros foram fornecidos pelo pesqueiro do Pacu, criados em açudes (50m x 20m x 2m) e gaiolas (4m³). As gaiolas estão situadas na represa Capivari da CESP (Centrais Elétricas de São Paulo) no rio Paranapanema. As espécies nativas, piraputanga e piracanjuba, foram capturadas nos rios Cuiabá-Manso e Porto Primavera no rio Paraná, respectivamente (Figura 1). Os peixes criados em cativeiro tiveram como alimentação rações comerciais. As coletas das amostras de peixes foram realizadas nos meses de setembro a dezembro de 1999, com pesos de captura variando de 650 a 850g. Após o abate e estabelecido o estado *rigor mortis*, os peixes foram pesados, onde as cabeças foram removidas e acondicionadas (atmosfera de N₂) em embalagens de polietileno, e congeladas a -18°C até o início das análises, quando então, foram descongeladas até a temperatura ambiente e em seguida, trituradas em multi-processador de alimentos e devidamente homogeneizadas em gral de porcelana. Todas as análises foram conduzidas em triplicata.



A: (23°17'S; 51°50'W) Pesqueiro do Pacu (peixes criados em açudes);
B: (22°30'S; 51°20'W) Represa de Capivari da Centrais Elétricas de São Paulo - CESP (peixes criados em gaiolas);
C: (22°25'S; 52°55'W) Represa de Porto Primavera da CESP (captura de *Brycon orbignyanus* nativo);
D: (14°45'S; 56°20'W) Rios Cuiabá e Manso (captura de *Brycon microlepis* nativo).
Fonte: Brasil [8]; ABRH [1].

FIGURA 1. Bacia Hidrográfica Brasileira (I) e Bacia Platina (II).

2.2 - Extração e teor de lipídios totais

Na extração dos lipídios totais foi empregado o método de BLIGH e DYER [7], considerando-se as proporções recomendadas entre os solventes: metanol, clorofórmio e água tissular.

A determinação dos lipídios totais foi realizada gravimetricamente, com modificações do método de MAIA [15], eliminando-se o clorofórmio (fração clorofórmio-lipídios) em evaporador rotatório à vácuo, com banho a 30°C, e o resíduo remanescente de solventes eliminado com fluxo de nitrogênio gasoso.

2.3 - Transesterificação dos lipídios totais

Na realização da transesterificação os lipídios totais foram submetidos ao processo de saponificação e metilação, conforme método 5509 da ISO [13]. A fase superior (n-heptano e ésteres metílicos de ácidos graxos) foi transferida para frascos de 5mL de capacidade, fechados hermeticamente e armazenados em congelador (-18°C), para posterior análise cromatográfica.

2.4 - Análise cromatográfica dos ésteres metílicos de ácidos graxos

Os ésteres de ácidos graxos foram separados em um cromatógrafo gasoso 14-A (Shimadzu, Japão), equipado com coluna capilar de sílica fundida (50m de comprimento, 0,25mm de diâmetro interno e 0,20µm de Carbowax 20M) e detector de ionização de chama. Os fluxos dos gases foram de 1,2mL.min⁻¹ para o gás de arraste H₂, 30mL.min⁻¹ para o gás auxiliar ("make-up") N₂, e 30 e 300mL.min⁻¹ para os gases da chama H₂ e ar sintético, respectivamente. A razão de divisão ("split") da amostra foi de 1:100. A temperatura da coluna foi de 150°C por 5 minutos, sendo então elevada para 240°C a uma taxa de 2°C.min⁻¹. As temperaturas do injetor e detector foram 220°C e 245°C, respectivamente. As injeções foram realizadas em triplicatas e o volume de injeção foi de 1µL. As áreas dos picos foram determinadas pelo método da normalização, utilizando-se um Integrador-Processador CG-300 (Instrumentos Científicos CG), e a identificação dos picos foi feita por comparação dos tempos de retenção de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores encontrados de lipídios totais das cabeças de diferentes espécies de *Brycon* estão apresentados na Tabela 1.

Os resultados das análises do conteúdo de lipídios totais de uma determinada espécie, em relação ao ambiente de criação, não foram significativos para a espécie matrinxã, enquanto que para as espécies piraputanga e piracanjuba houveram diferenças significativas.

Os resultados das análises entre todas as espécies e dos diferentes ambientes de criação mostraram que os menores conteúdos em lipídios totais foram para as espécies piraputanga nativa (14,26%) e piracanjuba de gai-

TABELA 2. Composição de ácidos graxos das cabeças de matrinxã, piraputanga e piracanjuba.

Espécies	Matrinxã		Piraputanga		Piracanjuba		
	Ácidos Graxos	Açude	Gaiola	Açude	Nativo	Açude	Gaiola
C14:0	1,33 ^c ±0,02	1,27 ^{ac} ±0,07	1,20 ^{ad} ±0,03	1,56 ^b ±0,03	1,13 ^{de} ±0,04	1,20 ^{ac} ±0,01	1,19 ^{ac} ±0,00
iC15:0	0,06 ^b ±0,00	0,05 ^{a.d} ±0,00	ND	0,11 ^c ±0,00	ND	0,05 ^a ±0,00	0,06 ^d ±0,00
iC16:0	ND	0,13 ^a ±0,00	0,16 ^b ±0,02	0,26 ^c ±0,00	0,17 ^b ±0,00	0,11 ^d ±0,00	0,13 ^a ±0,00
C16:0	27,04 ^b ±0,41	23,29 ^a ±0,30	23,20 ^a ±0,50	23,90 ^a ±0,21	22,04 ^c ±0,28	24,02 ^a ±0,49	23,57 ^a ±0,04
C16:1 ω 9	0,56 ^b ±0,03	0,64 ^a ±0,01	0,56 ^b ±0,03	0,55 ^b ±0,01	0,63 ^{ac} ±0,02	0,56 ^{bc} ±0,01	0,52 ^b ±0,05
C16:1 ω 7	2,86 ^c ±0,07	2,51 ^a ±0,02	2,81 ^c ±0,04	2,92 ^c ±0,03	3,42 ^d ±0,11	4,17 ^f ±0,07	4,45 ^g ±0,01
iC17:0	ND	0,12 ^a ±0,01	0,17 ^b ±0,02	0,27 ^c ±0,01	0,16 ^b ±0,02	0,09 ^a ±0,00	0,12 ^a ±0,00
aiC17:0	0,11 ^{b,c} ±0,01	0,08 ^a ±0,08	0,11 ^b ±0,02	0,31 ^e ±0,01	0,09 ^{ac} ±0,01	0,05 ^d ±0,00	0,07 ^{a,d} ±0,01
C17:0	ND	0,26 ^{a,e,f} ±0,00	0,30 ^{a,b} ±0,04	0,58 ^c ±0,01	0,35 ^{b,f} ±0,02	0,19 ^d ±0,00	0,24 ^{d,e} ±0,01
C17:1 ω 9	0,14 ^{a,b} ±0,01	0,16 ^{ac} ±0,00	0,23 ^c ±0,02	0,34 ^d ±0,01	0,22 ^c ±0,01	0,12 ^b ±0,01	0,18 ^e ±0,01
C18:0	9,61 ^b ±0,03	10,31 ^a ±0,09	8,59 ^c ±0,22	12,11 ^d ±0,08	7,78 ^e ±0,09	10,14 ^a ±0,07	9,09 ^f ±0,05
C18:1 ω 9	40,21 ^a ±0,31	44,41 ^b ±0,12	43,27 ^c ±0,31	42,87 ^d ±0,19	40,60 ^{ac} ±0,33	41,11 ^e ±0,53	42,24 ^f ±0,04
C18:1 ω 7	1,66 ^{ac} ±0,03	1,57 ^a ±0,02	2,05 ^{b,d} ±0,19	2,43 ^c ±0,01	2,43 ^c ±0,11	1,91 ^{b,e} ±0,08	2,20 ^{d,c} ±0,08
C18:1 ω 5	0,15 ^c ±0,01	0,11 ^b ±0,00	0,19 ^d ±0,01	0,32 ^e ±0,02	0,06 ^a ±0,00	ND	0,05 ^a ±0,00
C18:2 ω 6	11,41 ^{ac} ±0,79	10,67 ^{a,b} ±0,07	11,86 ^e ±0,34	5,27 ^c ±0,27	14,68 ^d ±0,19	9,98 ^b ±0,20	11,13 ^{ac} ±0,03
C18:2 ω 4	ND	ND	0,12 ^a ±0,01	0,09 ^b ±0,01	ND	ND	ND
C18:3 ω 6	0,13 ^a ±0,01	0,16 ^a ±0,01	0,20 ^b ±0,01	0,09 ^e ±0,01	0,21 ^{b,c} ±0,02	0,24 ^c ±0,02	0,29 ^d ±0,00
C19:1 ω 11	ND	ND	ND	0,09 ^a ±0,01	0,09 ^a ±0,00	0,06 ^b ±0,00	ND
C18:3 ω 3	0,81 ^b ±0,02	0,60 ^a ±0,03	0,85 ^b ±0,07	2,52 ^c ±0,10	1,18 ^d ±0,03	0,50 ^a ±0,02	0,61 ^a ±0,00
C18:4 ω 3	0,08 ^b ±0,01	0,10 ^{b,c} ±0,01	0,13 ^a ±0,01	0,25 ^d ±0,02	0,12 ^{a,c} ±0,00	ND	0,14 ^a ±0,01
C20:1 ω 9	0,81 ^a ±0,07	0,73 ^a ±0,06	0,71 ^a ±0,04	0,77 ^a ±0,07	0,81 ^a ±0,02	0,51 ^b ±0,00	0,48 ^b ±0,00
C20:2 ω 9	0,21 ^c ±0,01	0,15 ^{a,b} ±0,00	0,20 ^c ±0,01	0,14 ^a ±0,02	0,17 ^b ±0,01	0,16 ^{a,b} ±0,01	0,15 ^{a,b} ±0,00
C20:3 ω 9	0,67 ^b ±0,02	0,55 ^{af} ±0,00	0,63 ^c ±0,03	0,38 ^d ±0,00	0,75 ^e ±0,00	0,57 ^f ±0,01	0,52 ^a ±0,01
C21:0	0,55 ^a ±0,01	0,52 ^a ±0,00	0,57 ^a ±0,06	0,31 ^b ±0,00	0,70 ^c ±0,01	0,70 ^c ±0,01	0,56 ^a ±0,01
C20:4 ω 6	0,68 ^{b,c} ±0,06	0,58 ^a ±0,00	0,67 ^{a,b} ±0,06	0,61 ^{ac} ±0,01	0,87 ^c ±0,01	1,08 ^d ±0,04	0,74 ^b ±0,00
C20:3 ω 3	0,12 ^a ±0,01	ND	ND	0,24 ^b ±0,01	0,09 ^c ±0,00	ND	ND
C20:4 ω 3	0,06 ^a ±0,00	0,05 ^{a,b} ±0,00	0,08 ^c ±0,01	0,11 ^d ±0,01	0,09 ^c ±0,01	ND	0,05 ^b ±0,00
C20:5 ω 3	0,07 ^a ±0,01	0,10 ^a ±0,01	0,16 ^{b,c} ±0,02	0,17 ^b ±0,01	0,22 ^d ±0,01	0,14 ^{c,e} ±0,00	0,12 ^e ±0,00
C22:4 ω 6	0,08 ^a ±0,01	0,08 ^a ±0,00	ND	ND	0,10 ^b ±0,01	0,14 ^c ±0,00	0,09 ^{a,b} ±0,00
C22:5 ω 6	0,18 ^{a,b} ±0,01	0,17 ^a ±0,00	0,23 ^{b,c} ±0,05	0,05 ^d ±0,00	0,20 ^{ac} ±0,01	0,48 ^e ±0,02	0,19 ^{ac} ±0,01
C22:5 ω 3	ND	0,10 ^a ±0,00	0,20 ^c ±0,01	0,10 ^a ±0,00	0,14 ^b ±0,01	0,16 ^d ±0,01	0,14 ^b ±0,01
C22:6 ω 3	0,41 ^b ±0,03	0,53 ^a ±0,01	0,55 ^a ±0,04	0,28 ^c ±0,02	0,50 ^a ±0,01	1,56 ^e ±0,02	0,67 ^d ±0,00
Σ AGPI	14,91±0,79	13,84±0,08	15,88±0,36	10,30±0,28	19,32±0,19	15,01±0,21	14,83±0,04
Σ AGMI	46,39 ^a ±0,35	50,13 ^b ±0,15	49,82 ^c ±0,36	50,29 ^d ±0,22	48,26 ^{ac} ±0,35	48,44 ^e ±0,52	50,12 ^f ±0,06
Σ AGS	38,70±0,41	36,03±0,32	34,30±0,55	39,41±0,23	32,42±0,30	36,55±0,49	35,03±0,07
$\Sigma\omega$ 6	12,48±0,79	11,66±0,07	12,96±0,34	6,02±0,27	16,06±0,19	11,92±0,20	12,44±0,04
$\Sigma\omega$ 3	1,55±0,04	1,48±0,03	1,97±0,09	3,67±0,10	2,34±0,04	2,36±0,03	1,73±0,01
AGPI/AGS	0,39±0,02	0,38±0,00	0,46±0,01	0,26±0,01	0,60±0,01	0,41±0,01	0,42±0,00
ω 6/ ω 3	8,05±0,06	7,88±0,19	6,59±0,34	1,64±0,09	6,86±0,13	5,05±0,11	7,19±0,05

Médias com respectivos desvios-padrão de análises em triplicata. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade. Σ AGPI = somatória de ácidos graxos polinsaturados; Σ AGMI = somatória de ácidos graxos monoinsaturados; Σ AGS = somatória de ácidos graxos saturados; $\Sigma\omega$ 6 = somatória de ácidos graxos ω 6; $\Sigma\omega$ 3 = somatória de ácidos graxos ω 3; i-iso; ai-ante-iso; ND = não detectado.

ola (15,59%), não apresentando diferença entre si, porém apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) quando comparados com os demais resultados.

TABELA 1. Teores de lipídios totais da cabeça de três espécies de *Brycon* criados em diferentes ambientes.

Espécies	Matrinxã	Piraputanga	Piracanjuba
Açude	22,00 ^a ±0,95	21,21 ^a ±0,81	18,36 ^b ±0,15
Gaiola	20,30 ^a ±0,77	-	15,59 ^c ±0,30
Nativa	-	14,26 ^c ±0,23	20,41 ^a ±0,67

Médias com respectivos desvios padrão de análises em triplicata. Médias seguidas por diferentes letras (linhas e colunas) são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

A Tabela 2 apresenta a composição de ácidos graxos da cabeça das espécies matrinxã, piraputanga e piracanjuba criadas em cativeiros e nativas.

Os ácidos graxos predominantes na fração lipídica das cabeças foram os ácidos palmítico (16:0), esteárico (18:0), oléico (18:1 ω 9) e linoléico (18:2 ω 6), com variações percentuais médias entre as espécies de 22,04 a 27,04%; 7,78 a 12,11%; 40,21 a 44,41% e 5,27 a 14,68%, respectivamente. Estes ácidos foram também predominantes no cérebro de duas espécies de piranhas estudadas por HENDERSON *et al.* [12], a herbívora (*Mylossoma aureum*) e a carnívora (*Serrasalmus nattereri*), com percentuais médios de 28,2% e 23,2%; 9,2% e 10,3%; 30,9% e 24,6% e 13,4% e 6,4%, respectivamente.

Para os ácidos graxos polinsaturados, α -linoléico (LNA, 18:3 ω 3), araquidônico (AA, 20:4 ω 6), eicosapentaenóico (EPA, 20:5 ω 3) e docosahexaenóico (DHA, 22:6 ω 3), foram verificados valores inferiores a 2,52% (Tabela 2). VISENTAINER *et al.* [24] observaram no olho de atum, 26,24% de DHA e 10,56% de EPA; e na espécie bonito, 16,25% de DHA e 9,48% de EPA. No cérebro de piranha carnívora (*Serrasalmus nattereri*) HENDERSON *et al.* [12] observaram 14,90% de DHA.

Em relação ao total de polinsaturados e saturados, os AGPI ficaram entre 10,30% para piraputanga nativa e 19,32% para piracanjuba de açude; e os ácidos graxos saturados (AGS), apresentaram variações entre 32,42% (piraputanga de açude) e 39,41% (piraputanga nativa). HENDERSON *et al.* [12] obtiveram 30,70% de AGPI no cérebro de piranhas carnívoras, enquanto para os AGS, esse valor foi 35,3%.

Quanto à questão nutricional, ENSER *et al.* [11], baseados em informações do Departamento de Saúde da Inglaterra para alimentos integrais, recomendam que a razão ω 6/ ω 3 seja no máximo 4,0, e que a relação AGPI/AGS seja no mínimo de 0,45. Entretanto não há consenso entre os pesquisadores quanto a ingestão de ácidos graxos ω 6 e ω 3. SIMOPOULOS *et al.* [23] coloca intervalo entre 5 e 10 para razão de ω 6/ ω 3.

Neste trabalho, a melhor razão ω 6/ ω 3 foi verificada na espécie piraputanga nativa (1,64). Nas demais espécies, esses valores variaram de 5,05 (piracanjuba de gaiola) a 8,05 (matrinxã de açude). Esses valores estão aci-

ma dos obtidos por outros pesquisadores, em análises realizadas no tecido muscular de diversas espécies de peixes nativos de águas continentais. MAIA *et al.* [16] obtiveram a razão de 2,70 na espécie *Small pacu*. ANDRADE *et al.* [2] observaram as seguintes razões: 0,27 (barbado – *Pinirampus pinirampu*), 0,24 (corvina – *Plagioscion squamosissimus*) e 0,40 (dourado – *Salminus maxilloso*). ZENEBE *et al.* [27] observaram razões de 0,17 (*Oreochromis niloticus*), 0,45 (*Barbus sp*) e 0,62 (*Clarias gariepinus*). As razões ω 6/ ω 3 encontradas em espécies marinhas foram de 0,05 para anchova (*Anchovia chupeoides*) e 0,08 para merluza (*Merluccius hubbsi*) [4]; 0,25 para *Oncorhynchus kisutch* e 0,39 para *Thunnus alalunga* [26]. Estes valores foram menores que os encontrados neste trabalho.

As razões de AGPI/AGS variaram de 0,26 (piraputanga nativo) a 0,60 (piracanjuba açude) sendo esta a melhor razão em termos nutricionais. ANDRADE *et al.* [3] determinaram esta relação no tecido muscular para vários peixes de água doce no Brasil, 0,86 (carpa – *Cyprinus carpio*), 0,61 (dourado – *Salminus maxilloso*), 0,52 (cascudo abacaxi – *Megaloancistrus aculeatus*), 0,27 (mandi – *Pimelodus maculatus*) e 0,18 (pacu – *Colossoma mitrei*).

4 – CONCLUSÕES

Os diferentes sistemas (ambientes) de criação influenciaram significativamente no conteúdo de lipídios totais das espécies piraputanga e piracanjuba.

Apesar das cabeças de *Brycon* não apresentarem altos níveis de ácidos graxos ômega-3, elas consistem em uma boa fonte destes ácidos, além do alto teor de lipídios totais. Desta forma, podem ser utilizadas na alimentação humana como uma excelente fonte calórica e barata. Entretanto, há necessidade de estudos de viabilidade econômica para utilização de cabeças de *Brycon* na produção de concentrados de ômega-3.

5 – REFERÊNCIAS

- [1] ABRH - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS (2000). Adquirido em 12 de dezembro de 2000 de World Wide Web: <http://www.abrh.org.br>
- [2] ANDRADE, A. D.; RUBIRA, A. F.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E. ω 3 fatty acids in freshwater fish from South Brasil. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 72, n. 10, p. 1207-1210, 1995.
- [3] ANDRADE, A. D.; VISENTAINER, J. V.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E. Omega-3 fatty acids in baked freshwater fish from South of Brazil. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.47, n.1, p. 73-76, 1997.
- [4] ANDRADE, A. D.; VISENTAINER, J. V.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E. Omega-3 fatty acids in baked marine fish from South of Brazil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 39, n. 1, p. 187-192, 1996.
- [5] ARCHER, S. L.; GREEN, D. CHAMBERLAIN, M. DYER, A. R.; LIU, K. Association of dietary fish and n-3 fatty acid intake with hemostatic factors in the coronary artery and vascular risk development in young adults (CARDIA) study. **Arteriosclerosis Thrombosis Biology**, v. 18, p. 1119-1123, 1998.

- [6] BANG, H. O.; DYERBERG, J. (1980). Lipid Metabolism and Ischemic Heart Disease in Greenland Eskimos In: Draper, H. (Ed.) *Advances in Nutrition Research*. New York: Plenum, p. 1-22.
- [7] 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.
- [8] BRASIL (2000). Rede Básica Hidrometeorológica. Agência Nacional de Energia Elétrica [www documento]. URL <http://www.aneel.gov.br>.
- [9] CRAWFORD, M. A.; BLOOM, M.; BROADHURST, C. L.; SCHIMIDT, W. F.; CUNNNANE, S. C.; GALLI, C.; GEHBREMESKEL, K.; LINSEISEN, F.; LLOYD-SMITH, J.; PARKINGTON, J. Evidence for the unique function of docosahexaenoic acids during the evolution of the modern hominid brain. *Lipids*, v. 34, S39-S47 (Suppl.), 1999.
- [10] DYERBERG, J.; BANG, H. O. Hemostatic function and platelet poly-unsaturated fatty-acids in Eskimos. *Lancet*, v. 2, n. 8140, p. 433-435, 1979.
- [11] ENSER, M.; HALLETT, K. G.; FURSEY, A. J.; WOOD, J. D.; HARRINGTON, G. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science*, v.49, n. 3, p. 329-341, 1998.
- [12] HENDERSON, R. J.; TILLMANN, M. M.; SARGENT, J. R. The lipid composition of two species of Serrasalmid fish in relation to dietary polyunsaturated fatty acids. *Journal of Fish Biology*, v. 48, p. 522-538, 1996.
- [13] ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Animal and vegetable fats and oils - preparation of methyl esters of fatty acids. Geneva: ISO. Method ISO 5509, p. 01-06, 1978.
- [14] KROMAN, N.; GREN, A. Epidemiological studies in the Upernavik District, Greenland. *Acta of the Medicine Scandinavica*, v. 208, p. 401-406, 1980.
- [15] MAIA, E. L. Otimização de metodologia para caracterização de constituintes lipídicos e determinação da composição em ácidos graxos e aminoácidos de peixes de água doce. Campinas, 1992. Tese de Doutorado. FEA/UNICAMP.
- [16] MAIA, E. L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; HOTTA, L. K. Fatty acid composition of the total, neutral and phospholipids of pond-raised Brazilian *Piractus mesopotamicus*. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 30, p. 591-597, 1995.
- [17] MARTINO, R.; TAKAHASHI, N. S. A impotância da adição de lipídios em rações para a aquicultura. **Óleos e grãos**. n.58, p.32-37, 2001.
- [18] MUELLER, B. A.; TALBERT, R. L. Biological mechanisms and cardiovascular effects of omega-3 fatty acids. **Clinical Pharmacology**, v. 7, n. 11, p. 795-807, 1988.
- [19] NESTEL, P. Fish oil and cardiovascular disease: lipids and arterial function. *American Journal Clinical Nutrition*, v. 71 (Suppl.), p. 228S-231S, 2000.
- [20] SCHACKY, C.V. n-3 Fatty acids and the prevention of coronary atherosclerosis. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 71 (Suppl.), p. 224S-227S, 2000.
- [21] SIGUEL, E. A new relationship between total high density lipoprotein cholesterol and polyunsaturated fatty acids. **Lipids**, v. 31, S51-S56, (Suppl.), 1996.
- [22] SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 54, p. 438-463, 1991.
- [23] SIMOPOULOS, A. P.; LEAF, A.; SALEM, N. Essentiality and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 43, p. 127-130, 1999.
- [24] VISENTAINER, J. V.; CARVALHO, P. O.; IKEGAKI, M.; PARK, Y. K. Concentração de ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA) em peixes marinhos da costa brasileira. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 20, n. 1, p. 90-93, 2000.
- [25] WEAVER, B. J.; HOLOB, B. J. Health effects and metabolism of dietary eicosapentaenoic acid. **Progress in Food and Nutrition Science**, v. 12, p. 111-150, 1998.
- [26] YUSUF, H. K. M.; ALIM, S. R.; RAHMAN, R.; QUAZI, S.; HOSSAIN, A. Fatty acids of 12 marine fish species of the bay of Bengal. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 6, p. 346-353, 1993.
- [27] ZENEBE, T.; AHLGREN, G.; BOBERG, M. Fatty acid content of some freshwater fish of commercial importance from tropical lakes in the Ethiopian Rift Valley. **Journal of Fish Biology**, v. 53, p. 987-1005, 1998.

6 - AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e CAPES pelo aporte financeiro e ao Pesqueiro do Pacu pelo fornecimento de amostras de peixes criados em cativeiros.