

Composição proximal e perfil de ácidos graxos do lambari-do-rabo-vermelho (*Astyanax fasciatus*) de diferentes classes de peso

Proximate composition and fatty acids profile of lambari-do-rabo-vermelho ("Astyanax fasciatus") from different class of weight

FURUYA, Valéria Rossetto Barriviera^{1*}; FURUYA, Wilson Massamitu¹;
MICHELATO, Mariana²; SALARO, Ana Lúcia³; MATSUSHITA, Makoto⁴;
BATISTON, Weliton Pedro⁴

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Departamento de Zootecnia, Paraná, Brasil.

²Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Maringá, Paraná, Brasil.

³Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Animal, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

⁴Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Departamento de Química, Maringá, Paraná, Brasil.

*Endereço para correspondência: vrbfuruya@uepg.br

RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a composição proximal e perfil de ácidos graxos de lambaris-do-rabo-vermelho de acordo com a classe de peso corporal: Classe I (3,24 - 4,46g); Classe II (9,08 - 11,62g); Classe III (15,8 - 18,89g) e Classe IV (32,25 - 54,64g). Não foi observado efeito do peso corporal sobre o conteúdo de cinzas corporal dos peixes. Os peixes de Classe I apresentaram maiores teores de umidade e menores teores de lipídios corporal em relação aos peixes das classes II, III e IV. O maior nível de lipídios foi observado em peixes da Classe IV e não sendo observadas diferenças entre peixes das Classes II, III e IV. O ácido palmítico (16:0) e oléico (18:1 n-9) foram os ácidos graxos saturados e monoinsaturados mais abundantes, respectivamente, independentemente da classe de peso dos peixes. A quantidade total de ácidos graxos saturados foi maior nos peixes da Classe I, que também apresentaram níveis mais elevados dos ácidos palmítico, linoléico e docohexaenóico. Os peixes de Classe II, III e IV apresentaram maior relação de ácidos graxos n-3/n-6 em comparação com os peixes da Classe I, porém os peixes de todas as classes de peso demonstraram valor nutricional satisfatório para consumo humano em termos de proteína bruta, lipídios e relações de ácidos graxos n-3/n-6 e AGP/AGS.

Palavras-chave: n-3/n-6, nutrição, peixes, saúde humana

SUMMARY

This work was carried out to evaluate the proximate composition and fatty acids acid profile of "lambari-do-rabo-vermelho" according to body weight class: I (3.24 - 4.46g); Class II (9.08 - 11.62g); Class III (15.8 - 18.89g) and Class IV (32.25 - 54.64g) with 25 fish each class of to determine the proximate and fatty acids compositions. No significant effects on the fish ash content into fish weight class were observed. Fish from Class I showed highest humidity and lowest whole body lipid levels compared to fish from classes II, III and IV. The highest level of lipid was observed in fish from Class IV and no differences were observed between fish from Classes II, III and IV. Palmitic (16:0) and oleic (18:1 n9) acids were the major saturated and monounsaturated fatty acids, respectively, in the whole body, independently of fish weight class. The total amount of saturated fatty acids was higher ($P < 0.05$) in the fish of Class I, which also showed higher levels of palmitic, linoleic and docohexaenoic acids. Fish from Class II, III and IV showed the highest level of n-3/n-6 ratio compared to fish from Class I, but all class of fish weigh analyzed were shown nutritional value satisfactory for human consumption in terms crude protein, lipids and n-3/n-6 and AGP/AGS ratios.

Keywords: fish, human health, n-3/n-6, nutrition

INTRODUÇÃO

Os peixes se destacam pela composição em ácidos graxos de elevado valor nutricional para humanos, principalmente pela composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3, especialmente ao alfa-linolênico (LNA, 18:3 n-3), eicosapentaenóico (EPA, 20:5 n-3) e docosahexanóico (DHA, 22:6 n-3). A ingestão de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 (AGPI n-3) está associada com a redução dos níveis de triacilgliceróis do sangue (DH, 1994) e menor incidência de doenças coronarianas em humanos (HAGLUND et al., 1998). Em peixes de água doce, os ácidos graxos alfa-linolênico (LNA) e linoléico (LA -18:2 n-6) são precursores de outros ácidos das famílias ômega-3 e 6. Portanto, a composição em ácidos graxos da ração determinará a composição corporal em ácidos graxos dos peixes (VISENTAINER et al., 2003; SANTOS et al., 2011).

Na alimentação humana, das três famílias de ácidos graxos comumente consumidos na dieta, w-9, w-6 e w-3, apenas as duas últimas representam os ácidos graxos essenciais para o organismo. Os lipídios de 18 átomos de carbonos que pertencem a essas famílias, o ácido alfa-linolênico (18:3 n-3), ácido linoléico (18:2 n-6) e ácido oléico (18:1 n-9) usam as mesmas enzimas dessaturases ($\Delta 6$ e $\Delta 5$) e uma elongase para sintetizar seus derivados com 20 átomos de carbonos, o ácido eicosapentaenóico (EPA) (20:5 n-3), ácido araquidônico (AA) (20:4 n-6) e ácido eicosatrienóico (ETA) (20:3 n-9). Preferencialmente, os substratos para essas enzimas são: n-3, n-6 e n-9, respectivamente. Assim, devido à importância do balanço entre os ácidos graxos das famílias 3 e 6 na alimentação humana, buscam-se fontes alimentares

com adequadas proporções entre os mesmos (BRISTRIAN, 2003).

Os peixes do gênero *Astyanax* ocorrem desde o Sul dos Estados Unidos até a Argentina (OYAKAWA et al., 2006). O lambari-do-rabo-vermelho, *Astyanax fasciatus* (CUVIER, 1819) possui potencial para a aquicultura (GODINHO, 2007) devido ao rápido crescimento, elevado valor comercial (FEIDEN et al., 2009) e baixa exigência nutricional (SALARO et al., 2008). Poucas são as informações sobre a composição química e de ácidos graxos do lambari-do-rabo-vermelho. Assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de determinar a composição proximal e de ácidos graxos do lambari-do-rabo-vermelho de diferentes classes de peso.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 300 lambaris-do-rabo-vermelho com peso vivo médio de $16,20 \pm 8,79$ g, capturados no período de outubro de 2010 a fevereiro de 2011. Os peixes foram capturados por meio de redes de espera, em dois tanques de terra, cada um com aproximadamente 300m^2 e profundidade média de 1,2m, na Chácara Água Branca, município de Castro, Paraná. Os peixes foram distribuídos em quatro classes de peso: Classe I (3,24 - 4,46g); Classe II (9,08 - 11,62g); Classe III (15,8 - 18,89g) e Classe IV (32,25 - 54,64g), com 75 peixes por classe de peso. Em cada classe de peso, os peixes foram divididos em três grupos de 25 peixes cada, constituindo a repetição dentro da classe de peso.

Durante as coletas, foram monitorados os parâmetros de oxigênio dissolvido e temperatura da água, por meio de oxímetro digital portátil (YSI 55, Yellow Springs Instruments). A

transparência da água foi medida por meio de disco de Secchi. Os peixes não receberam ração antes ou durante as coletas, e consumiram somente do alimento natural disponível na água dos tanques, previamente adubados com esterco bovino seco na proporção de 50g/m². Após coleta, as amostras foram trituradas em liquidificador e desidratadas em estufa de ventilação forçada (52°C), durante 72 horas, para determinação da matéria parcialmente seca, sendo a matéria seca determinada após secagem em estufa com circulação forçada de ar (105°C) (SILVA & QUEIROZ, 2006). Após, foram moídas em moinho bola durante 10 minutos e armazenadas em congelador (-20°C) para posteriores análises laboratoriais. As análises de umidade, cinzas e proteína bruta foram realizadas conforme Cunniff (1998). Na extração e quantificação dos lipídios totais, foi empregado o método de Bligh & Dyer (1959). Todas as análises foram realizadas em triplicatas. A fração lipídica obtida conforme Bligh & Dyer (1959), foi submetida a metilação, onde os ésteres foram identificados e quantificados segundo Joseph & Ackman (1992). Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados no cromatógrafo à gás CP-3380 (Varian, EUA), equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida Select FAME (CP-7420, Varian), com comprimento de 100m (0,25mm DI e filme de cianopril com 0,25µ). A temperatura da coluna foi programada, sendo a temperatura inicial de 165°C mantida por 18 min, elevada até 180°C a uma razão de 30°C/min e mantida durante 22 min, e finalmente elevada a 240°C a uma razão de 15°C/min sendo esta temperatura mantida por 20 min. As temperaturas do injetor e detector foram mantidas a 240°C. Os fluxos dos gases (White

Martins®), foram de 1,2mL/min para o gás de arraste (H₂) com pressão de 40psi na entrada da coluna; 30mL/min para o gás auxiliar (N₂) e 30mL/min e 300mL/min para o H₂ e para o ar sintético da chama, respectivamente. A razão de divisão da amostra (split) foi de 1/100. A identificação dos ácidos graxos foi efetuada com padrões da Sigma, a quantificação absoluta utilizando padrão interno tricosenoato de metila (23:0) e os cálculos com software star 5.5 (Varian).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos (classes de peso) e três repetições de 25 peixes em cada tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, em caso de diferenças, foram comparados por meio do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, por meio do pacote estatístico SAS (2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios obtidos de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e transparência da água dos tanques foram de 26 ± 4°C; 5,5 ± 1,6mg/L; 7,37 ± 0,57 e 45 ± 6cm, respectivamente. A transparência da água permaneceu entre 45 ± 15cm, durante as coletas. Os dados obtidos dos parâmetros da água se encontram dentro da faixa recomendada por Boyd & Queiroz (2004) para peixes tropicais de água doce.

Foi observada variação (P < 0,05) na composição corporal em umidade, proteína bruta, lipídios e cinzas corporal dos peixes em função da classe de peso (Tabela 1). Por outro lado, não ocorreu alteração (P > 0,05) nos teores de cinza corporal com o aumento de peso dos peixes, fato também observado por Zhu et al. (2005) em estudo realizado para

avaliar o padrão temporal de deposição de nutrientes no “catfish” (*Leiocassis Longirostris*).

O maior ($P < 0,05$) teor de umidade corporal foi observado em peixes da menor classe de peso. Inversamente, o menor ($P < 0,05$) teor de lipídios corporal foi observado em peixes da menor classe de peso. Isso ocorreu em função da maior deposição de gordura corporal com o aumento da idade, fato

que também foi observado por Zhu et al. (2005) em estudo sobre a composição corporal do “catfish” em função do crescimento. As informações sobre a composição corporal são importantes para o desenvolvimento de modelos bioenergéticos, exigências nutricionais de peixes, bem como para estabelecer parâmetros de qualidade do pescado para consumo humano.

Tabela 1. Composição corporal do lambari-do-rabo-vermelho em função da classe de peso (base em matéria natural)

Item	Classe de peso (g)			
	3,24 e 4,46	9,08-11,62	15,88-18,89	32,25-54,64
Umidade	76,26 ± 0,01 ^a	71,69 ± 0,15 ^b	72,19 ± 0,07 ^b	69,78 ± 0,01 ^c
Proteína bruta	15,72 ± 0,42 ^b	16,11 ± 0,35 ^a	16,97 ± 0,07 ^a	16,39 ± 0,42 ^a
Lipídios totais	4,11 ± 0,01 ^c	5,76 ± 0,46 ^b	5,79 ± 0,23 ^b	7,98 ± 0,01 ^a
Matéria mineral	3,52 ± 0,45 ^a	3,67 ± 0,13 ^a	3,97 ± 0,08 ^a	3,74 ± 0,45 ^a

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância.

O aumento na deposição de lipídios com o aumento da idade e peso dos peixes também foi observado por Gunther et al. (2005) em trabalho realizado para comparar a relação entre idade e composição corporal da truta-do-lago (*Salvelinus namaycush*), truta (*Fontinalis salvelinus*) e seus híbridos, durante 16 semanas após a primeira alimentação. De acordo com Contreras-Guzmán (1994) os peixes jovens geralmente apresentam menores teores de gordura que os adultos, pelo fato dos peixes adultos depositarem maiores proporções de gordura de reserva em relação aos animais jovens. A redução no teor de umidade com o aumento do peso corporal também foi observado por Dumas et al. (2007) em pesquisa realizada para descrever quantitativamente a taxa de deposição

corporal de nutrientes da truta arco-íris (*Onchorhynchus mykiss*).

Diversos fatores influenciam a composição do pescado, como a idade ou peso corporal (ZHU et al., 2005), a genética (GUNTHER et al., 2005; NGUYEN et al., 2010), o manejo alimentar (WANG et al., 2009), época do ano de coleta dos peixes e a composição da dieta (AHMAD & ABDED-TAWAAB, 2011), particularmente as variações nos níveis de proteína (ABDEL-TAWWAB et al., 2010; RUEDA-LÓPEZ et al., 2011), lipídios (LÓPEZ et al., 2009; CHATZIFOTIS et al., 2010) e carboidratos (HIGGS et al., 2009).

De acordo com a classificação dos peixes quanto ao teor de gordura descrita por Silva & Chamul (2000): peixe gordo (>10 % de gordura), moderadamente gordo (5-10 %) e magro (<5%),

independentemente da classe de peso, o lambari-do-rabo vermelho enquadra-se entre os peixes magros. Da mesma forma, para peixes de todas as classes de peso, considerando os valores lipídios e proteínas das amostras, essa espécie é classificada na categoria “A” de Stansby (1954), em que os peixes apresentam baixos teores de gordura (<5%) e elevados teores de proteína (15 – 20%). A classificação do peixe pelo teor de gordura é importante, pois pode influenciar na aceitação pelo mercado consumidor.

De forma geral, o melhor perfil de ácidos graxos foi obtido em peixes com peso variando de 9,08-11,62g e 15,88-18,89g, em que foram observadas melhores relações entre ácidos graxos polinsaturados/ácido graxos saturados e somatória de ácidos graxos n6/n3. No presente trabalho, a maior ($P<0,05$) relação AGPI/AGS foi obtida em peixes da classe III. Os peixes da classe II e IV apresentaram maior ($P<0,05$) relação AGPI/AGS que a dos peixes da classe I, mas não diferiram entre si (Tabela 2).

O baixo nível de C20: 4n-6 em amostras de lambari-do-rabo-vermelho provavelmente está correlacionado com o padrão de aminoácidos da fonte alimentar dos mesmos. Valores mais elevados desse ácido graxo são encontrados em peixes marinhos como o atum de origem selvagem, alcançando 1,05%, obtidos de fonte alimentar ou por meio de vias de biossíntese ativos para a conversão de C18: 2n-6 para C20: 4n-6 (POPOVIC et al., 2012). Como peixes de água salgada são em grande parte incapazes de sintetizar DHA, o mesmo é considerado como um ácido graxo essencial, e deve ser fornecido via dieta para essas espécies. Dentre os ácidos graxos, destaca-se o ácido eicopentaenóico (C20: 5n3), ainda que não tenha sido observada diferenças ($P>0,05$) entre os níveis do referido

ácido graxo corporal entre peixes das diferentes classes, os valores são elevados ($0,97 \pm 0,05\%$) em relação aos obtidos em peixes tropicais cultivados Nguyen et al. (2010) com a tilápia do Nilo da linhagem GIFT ($0,44 \pm 0,07\%$), Santos et al. (2011) com a tilápia do Nilo da linhagem Supreme ($0,19 \pm 0,04\%$ dos lipídios), Santos et al. (2009) com o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), como observado por Ramos Filho et al. (2008) com cachara (*Pseudoplatystoma fasciatus*) ($0,61 \pm 0,13\%$ dos lipídios), pacu ($0,09 \pm 0,01\%$ dos lipídios) e dourado (*Salminus maxillosus*) ($0,87 \pm 0,06\%$ dos lipídios), ou mesmo para o ou mesmo o camarão de água doce, de $13,9 \pm 0,1\%$ dos lipídios (FURUYA et al., 2006). Entretanto, esses valores são inferiores aos valores obtidos com peixes marinhos cultivados como sea bass (*Centropristis striata*) ($1,76 \pm 0,07\%$ dos lipídios) (LOPEZ et al., 2009).

No presente trabalho, o nível de ácido docohexaenóico (DHA) foi maior ($P<0,5$) nos peixes da classe de menor peso (Classe I), seguido dos peixes das Classes II e III, que não diferiram entre si, mas foram maiores que a dos peixes da Classe IV, como pode ser observado na Tabela 2 e Figura 1. A composição de ácidos graxos dos peixes de água doce é caracterizada por altas proporções de n-6 PUFA, principalmente ácido linoléico e ácido araquidônico. Dessa forma, a razão total n-3 para n-6 de ácidos graxos é inferior para peixes de água doce que para peixes marinhos (STEFFENS, 1997). Isto ocorre pelo fato de se alimentarem de fitoplâncton de água doce, crustáceos e larvas de insetos, que são ricos em LA n-6, ALN n-3 e EPA n-3, (STEFFENS, 1997). De forma geral, as algas de água doce apresentam grandes quantidades de ALN e AL. Por outro lado, as espécies *Oscillatoria* (Cyanophyta) e *Cladophora* (Chlorophyta) apresentam

altos níveis de n-3 HUFA, como EPA e DHA (NAPOLITANO, 1998). Os peixes de água doce demonstram maior capacidade de alongar e dessaturar ácidos graxos PUFAs de cadeia curta.

Com isso, convertem alimento de menor valor nutricional em alimento com maior valor nutricional (MOREIRA et al., 2003).

Tabela 2. Composição de ácido graxos corporal do lambari-do-rabo-vermelho em função da classe de peso (% dos lipídios)

Item	Classe de peso (g)			
	3,24-4,46	9,08-11,62	15,88-18,89	32,25-54,64
12:0	0,26 ± 0,04 ^b	0,13 ± 0,00 ^c	0,14 ± 0,02 ^c	0,71 ± 0,00 ^a
14:0	1,02 ± 0,00 ^b	1,04 ± 0,02 ^b	1,01 ± 0,04 ^b	1,16 ± 0,02 ^a
16:0	19,11 ± 0,43 ^a	17,26 ± 0,14 ^b	14,66 ± 0,12 ^d	16,09 ± 0,13 ^c
16:1 n-9	0,43 ± 0,01 ^a	0,40 ± 0,01 ^a	0,37 ± 0,03 ^a	0,43 ± 0,02 ^a
16:1 n-7	4,56 ± 0,07 ^d	5,35 ± 0,03 ^b	4,77 ± 0,03 ^c	5,75 ± 0,02 ^a
16:1 n-5	0,37 ± 0,03 ^a	0,21 ± 0,06 ^{ab}	0,19 ± 0,02 ^b	0,20 ± 0,05 ^{ab}
18:0	6,61 ± 0,10 ^a	5,50 ± 0,14 ^b	4,83 ± 0,01 ^c	4,93 ± 0,01 ^c
18:1 n9	30,36 ± 1,10 ^b	30,06 ± 0,12 ^b	26,92 ± 0,05 ^c	34,47 ± 0,24 ^a
18:1 n7	2,44 ± 0,07 ^a	2,26 ± 0,02 ^b	2,01 ± 0,01 ^c	2,20 ± 0,02 ^b
18:1 n5	0,17 ± 0,01 ^a	0,13 ± 0,03 ^a	0,14 ± 0,03 ^a	0,13 ± 0,02 ^a
18:2 n6	19,01 ± 0,31 ^a	15,20 ± 0,02 ^b	15,03 ± 0,08 ^b	11,29 ± 0,00 ^c
18:3 n3	5,17 ± 1,03 ^c	14,86 ± 0,77 ^b	21,58 ± 0,11 ^a	16,35 ± 0,14 ^b
20:0	0,37 ± 0,02 ^a	0,30 ± 0,04 ^{ab}	0,24 ± 0,04 ^{ab}	0,20 ± 0,03 ^b
20:2 n6	0,39 ± 0,03 ^a	0,39 ± 0,02 ^a	0,42 ± 0,02 ^a	0,38 ± 0,02 ^a
20:3 n3	0,55 ± 0,04 ^a	0,45 ± 0,01 ^b	0,43 ± 0,00 ^b	0,40 ± 0,00 ^b
22:1 n9	3,34 ± 0,07 ^a	2,28 ± 0,11 ^{bc}	2,50 ± 0,05 ^b	1,95 ± 0,09 ^c
20:4 n6	0,23 ± 0,04 ^b	0,35 ± 0,01 ^a	0,42 ± 0,01 ^a	0,34 ± 0,02 ^a
20:5 n3	1,01 ± 0,06 ^a	0,93 ± 0,04 ^a	1,04 ± 0,01 ^a	0,91 ± 0,00 ^a
24:0	0,17 ± 0,03 ^a	0,16 ± 0,02 ^a	0,20 ± 0,03 ^a	0,17 ± 0,03 ^a
24:1 n9	0,53 ± 0,07 ^a	0,29 ± 0,04 ^b	0,27 ± 0,01 ^b	0,15 ± 0,04 ^b
22:5 n3	0,52 ± 0,04 ^a	0,44 ± 0,00 ^a	0,50 ± 0,02 ^a	0,33 ± 0,00 ^b
22:6 n3	3,38 ± 0,08 ^a	2,02 ± 0,11 ^b	2,34 ± 0,05 ^b	1,48 ± 0,08 ^c
∑AGS	27,53 ± 0,48 ^a	24,39 ± 0,26 ^b	21,08 ± 0,05 ^b	23,26 ± 0,16 ^b
∑AGMI	42,20 ± 1,15 ^b	40,98 ± 0,31 ^b	37,16 ± 0,06 ^b	45,27 ± 0,09 ^a
∑AGPI	30,26 ± 1,63 ^c	34,64 ± 0,57 ^b	41,76 ± 0,02 ^a	31,47 ± 0,25 ^{bc}
AGI/AGS	2,63 ± 0,06 ^d	3,10 ± 0,04 ^c	3,74 ± 0,01 ^a	3,30 ± 0,03 ^b
AGMI/AGS	1,53 ± 0,02 ^d	1,68 ± 0,0 ^c	1,76 ± 0,01 ^b	1,95 ± 0,01 ^a
AGPI/AGS	1,10 ± 0,08 ^c	1,42 ± 0,04 ^b	1,98 ± 0,0 ^a	1,35 ± 0,02 ^b
∑n6	19,63 ± 0,38 ^a	15,93 ± 0,05 ^b	15,87 ± 0,10 ^b	12,01 ± 0,03 ^c
∑n3	10,64 ± 1,25 ^c	18,71 ± 0,62 ^b	25,89 ± 0,12 ^a	19,46 ± 0,22 ^b
n6/n3	1,86 ± 0,18 ^a	0,85 ± 0,03 ^b	0,61 ± 0,01 ^b	0,62 ± 0,01 ^b

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância.

∑AGS = somatória de ácidos graxos saturados; ∑AGMI = somatória de ácidos graxos monoinsaturados; ∑AGPI = somatória de ácidos graxos polinsaturados; ∑n6 = somatória de ácidos graxos ômega-6; ∑n6 = somatória de ácidos graxos ômega-3.

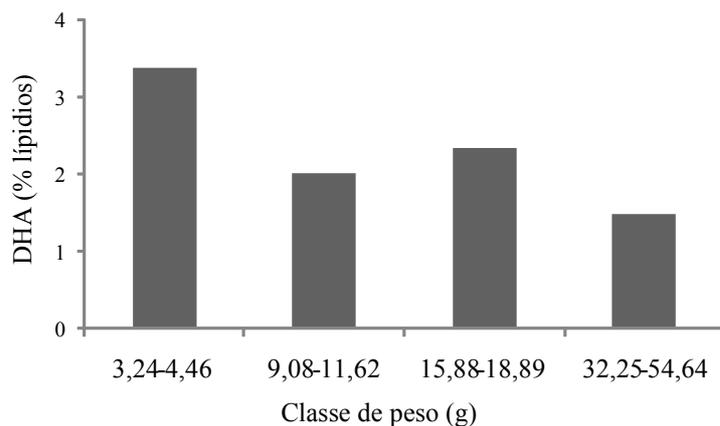


Figura 1. Ácido graxo docohexaenóico (DHA) corporal do lambari-do-rabo-vermelho em função da classe de peso corporal (% dos lipídios)

De forma geral, os peixes cultivados de água doce contêm menor quantidade de ácidos graxos da série n-3 e maior quantidade de n-6 (TONIAL et al., 2009). Assim, pesquisas sobre fontes lipídicas na nutrição de peixes de água doce, são muito importantes para a produção de alimentos de maior valor nutritivo com adequadas proporções das relações das séries n-3/n-6.

Segundo DHSS (1984), dietas que apresentam razão AGPI/AGS superior a 0,45 (DHSS, 1984) e razão n-6/n-3 inferior a 4 (DH, 1994) são consideradas

saudáveis sob o ponto de vista nutricional para humanos. Nesse contexto, os peixes capturados nos rios apresentaram uma relação mais adequada para consumo humano (Figura 2). Por outro lado, há possibilidade de incorporação de ácidos graxos via dieta para melhorar o perfil de ácidos graxos na composição corporal dos peixes destinados ao consumo humano, como pode ser observado nos trabalhos de Santos et al. (2007), Tonial et al. (2009), Santos et al. (2011) e Navarro et al. (2012) objetivando a saúde do homem.

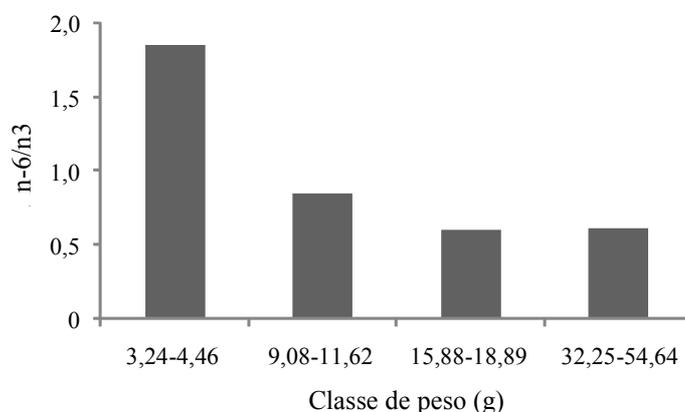


Figura 2. Relação ácidos graxos n-6/n-3 corporal do lambari-do-rabo-vermelho em função da classe de peso corporal (% dos lipídios)

No presente trabalho, concluiu-se que independentemente da classe de peso, o lambari-do-rabo-vermelho apresenta relações satisfatórias de ácidos graxos n-3/n-6 e AGP/AGS, e níveis de proteína e lipídios para consumo humano. O lambari-do-rabo-vermelho com peso corporal abaixo de 9,08g apresenta maior conteúdo de ácido graxo docohexaenóico, porém pior relação de ácidos graxos insaturados/ácidos graxos saturados.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-TAWWAB, M.; AHMAD, M.H.; KHATTAB, Y.A.E.; YASSIR A.E. SHALABY, A.M.E. Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.298, p.267–274, 2010.
- AHMAD, M.H.; ABDEL-TAWWAB, M. The use of caraway seed meal as a feed additive in fish diets: Growth performance, feed utilization, and whole-body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings, **Aquaculture**, v.314, p.110–114, 2011.
- BISTRIAN, B.R. Clinical aspects of essential fatty acid metabolism: Jonathan Rhoads lecture. **Journal Parenteral and Enteral Nutrition**, v.27, p.168-175, 2003.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemical**, v.37, p.911-917, 1959.
- BOYD, C.E.; QUEIROZ, J.F. Manejo e condições de sedimento do fundo e da qualidade de água e dos efluentes de viveiros. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSI, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Eds.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Tecart, 2004. p.25-44.
- CHATZIFOTIS, S.; PANAGIOTIDOU, M.; PAPAIOANNOU, N.; PAVLIDIS, M.; NENGAS, I.; MYLONAS, C.C. Effect of dietary lipid levels on growth, feed utilization, body composition and serum metabolites of meagre (*Argyrosomus regius*) juveniles. **Aquaculture**, v.307, p.65-70, 2010.
- CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescado e derivados**. Jaboticabal: Funep, 1994. 409p.
- CUNNIF, P.A. **Official methods of analysis of AOAC international**. 6th ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 1998.
- DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY - DHSS. **Report on Health and Social Subjects n° 28. Diet and Cardiovascular Disease**. London: HMSO, 1984.
- DEPARTMENT OF HEALTH. **Report on Health and Social Subjects n° 46. Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease**. London: HMSO, 1994. 178p.
- DUMAS, A.; DE LANGE, C.F.M.; FRANCE, J.; BUREAU, D. Quantitative description of body composition and rates of nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.273, p.165-181, 2007.
- FEIDEN, A.; MASSAGO, T.; BOSCOLO, W.R.; SIGNOR, A.A.; ZORZO, A.L.; WEIRIC, C.E. Rendimento e análise bromatológica do lambari do rabo vermelho *Astyanax sp F*

(Pisces: characidae) submetido ao processo de Defumação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, p.859-866, 2009.

FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; SILVA, A.B.M.; SANTOS JUNIOR, O.O.; SOUZA, N.E.; MATSHUSHITA, M.; VISENTAINER, J.V. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos do camarão-d'água-doce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1577-1580, 2006.

GODINHO, H.P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, p.351-360, 2007.

GUNTHER, S.J.; MOCCIA, R.D.; BUREAU, D. Growth and whole body composition of lake trout (*Salvelinus namaycush*), brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and their hybrid, F1 splake (*Salvelinus namaycush* x *Salvelinus fontinalis*), from first-feeding to 16 weeks post first-feeding. **Aquaculture**, v.249, p.195-204, 2005.

HAGLUND, O. WALLIN, R.; WRETLING, S.; HULTBERG, B.; SALDEEN, T. Effects of fish oil alone and combined with long chain (n-6) fatty acids on some coronary risk factors in male subjects. **Journal of Nutrition and Biochemistry**, v.9, p.629-635, 1998.

HIGGS, D.A.; SUTTON, J.N.; KIM H.; OAKES, J.D.; SMITH, J.; BIAGI, C.; ROWSHANDELI, M.; DEVLIN, R.H. Influence of dietary concentrations of protein, lipid and carbohydrate on growth, protein and energy utilization, body composition, and plasma titres of growth hormone and insulin-like growth

factor-1 in non-transgenic and growth hormone transgenic coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum). **Aquaculture**, v.286, p.127-137, 2009.

JOSEPH, J.D.; ACKMAN, R.G. Capillary column gas chromatography method for analysis of encapsulated fish oil and fish oil ethyl esters: collaborative study. **Journal of Association of Official Analytical Chemists International**, v.75, p.488-506, 1992.

LOPEZ, L.M.; DURAZO, E.; VIANA, M.T.; DRAWBRIDGE, M.; BUREAU, D.P. Effect of dietary lipid levels on performance, body composition and fatty acid profile of juvenile white seabass, *Atractoscion nobilis*. **Aquaculture**, v.289, p.101-105, 2009.

MOREIRA, A.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V.; MATSUSHITA, M. 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 ambientes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p.179-183, 2003.

NAPOLITANO, G. E. Fatty acids as trophic and chemical markers In: ARTS, M. T., WAINMAN, B. C. **Lipids in freshwater ecosystems**. New York: Springer-Verlag, 1998. p.21-44.

NAVARRO, R.D.; NAVARRO, F.K.S.P. ; RIBEIRO FILHO, O.P.; FERREIRA, W.M.; PEREIRA, M.M.; SEIXAS FILHO, J.T. Quality of polyunsaturated fatty acids in Nile tilapias (*Oreochromis niloticus*) fed with vitamin E supplementation. **Food Chemistry**, v.134, p.215-218, 2012.

NGUYEN, N.H.; PONZONI, R.W.;
YEE, H.Y.; ABU-BAKAR, K.R.;
HAMZAH, A.; KHAW, H.L.
Quantitative genetic basis of fatty acid
composition in the GIFT strain of Nile
tilapia (*Oreochromis niloticus*) selected
for high growth. **Aquaculture**, v.309,
p.66-74, 2010.

OYAKAWA, O. T. **Peixes de riachos da
Mata Atlântica nas Unidades de
Conservação do Vale do Rio Ribeira de
Iguape no Estado de São Paulo**. São
Paulo: Editora Neotrópica, 2006. 201p.

POPOVIC, N.T.; KOZACINSKI, L.;
STRUNJAK-PEROVIC, I.; COZ-
RAKOVAC, R.; JADAN, M.;
CVRTILA-FLECK, Z.; BARISIC, J.
Fatty acid and proximate composition of
bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) muscle
with regard to plasma lipids.
Aquaculture Research, v.43, p.722-729,
2012.

RAMOS FILHO, M.; RAMOS, M.I.L.;
HIANE, P.A.; SOUZA, E.M.T. Perfil
lipídico de quatro espécies de peixes da
região pantaneira de Mato Grosso do Sul.
Ciência e Tecnologia de Alimentos,
v.28, p.361-365, 2008.

RUEDA-LÓPEZ, S.; LAZO, J.P.;
REYES, G.C. VIANA, M.T. Effect of
dietary protein and energy levels on
growth, survival and body composition of
juvenile *Totoaba macdonaldi*.
Aquaculture, v.319, p.385-390, 2011.

SALARO, A.L.; SARAIVA, A.;
ZUANON, J.A.S.; BALBINO, E.M.;
MORAES, S.S.S.; KASAI, R.Y.D.
Níveis Proteicos e Energéticos em Dietas
para Lambaris-do-rabo-vermelho,
Astyanax fasciatus. **Tópicos Especiais
em Biologia Aquática e Aquicultura II**.
Jaboticabal: Sociedade Brasileira de
aquicultura e Biologia Aquática, 2008.
v.2, p.1-376.

SANTOS, L.D.; FURUYA, W. M.,
SILVA, L.C.R.; MATSUSHITA, M.,
SILVA, T.S.C. Dietary conjugated
linoleic acid (CLA) for finishing Nile
tilapia. **Aquaculture Nutrition**, v.17,
p.70-81, 2011.

SANTOS, L.D.; FURUYA, W.M.
SILVA, T.S.C.; MICHELATO, M.;
MATSUSHITA, M. Ácido linoléico
conjugado em dietas para pacu: tempo
de deposição, desempenho e perfil de
ácidos graxos. **Revista Brasileira de
Zootecnia**, v.38, p.980-988, 2009.

SANTOS, L.D.; FURUYA, W.M.;
MATSUSHITA, M.; SILVA, L.C.R.;
SILVA, T.S.C.; BOTARO, D.; SALES,
P.P. Deposição de ácido linoléico
conjugado (CLA) em tilápias-do-nilo.
Revista Brasileira de Zootecnia, v.36,
p.1225-1230, 2007.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise
de alimentos: métodos químicos e
biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV,
2006. 235p.

SILVA, J.J. AND R.S. CHAMUL.
Composition of marine and freshwater
finfish and shellfish species and their
products. In: MARTIN, R.E.; PAINE,
E.; FLICK, E.J.; DAVIS, L.M. (Eds.).
**Marine and freshwater products
handbook**. USA: Technomic
Publishing Company, Inc., 2000. p.31-
46.

STANSBY, M.E. Proximate
composition of fish. In: HEEN, E.;
KREUZER, R. (Eds.). **Fish in
Nutrition**. London: Fishing News,
1954. p.55-60.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM
- SAS. **SAS users guide: statistics**.
Cary: SAS Institute, 2004.

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.

TONIAL, I.B. STEVANATO, F.B., MATSUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; FURUYA, W. M., VISENTARINER, J.V. Optimization of flaxseed oil feeding time length in adult Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) as a function of muscle omega-3 fatty acids composition. **Aquaculture Nutrition**, v.5, p.564-568, 2009.

VISENTAINER, J.V.; GOME, S.T.M.; HAYASHI, C.; SANTOS-JUNIOR, O.O.; SILVA, A.B.M.; JUSTI, K.C.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. Efeito do tempo de fornecimento de ração suplementada com óleo de linhaça sobre a composição físico-química e de ácidos graxos em cabeças de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p.478-484, 2003.

WANG, N.; XU, X.; KESTEMONT, P. Effect of temperature and feeding frequency on growth performances, feed efficiency and body composition of pikeperch juveniles (*Sander lucioperca*). **Aquaculture**, v.289, p.70-73, 2009.

ZHU, X.; XIE, S.; LEI, W.; CUI, Y.; YANG, Y.; WOOTTON, R.J. Compensatory growth in the Chinese longsnout catfish, *Leiocassis longirostris* following feed deprivation: Temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition **Aquaculture**, v.248, p.307-314, 2005.

Data de recebimento: 16/17/2013

Data de aprovação: 30/12/2013