



**ENRIQUECIMENTO DE TILÁPIAS ALIMENTADAS COM FONTES DE  
ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS DA SÉRIE N-3**

BORGHESI, Ricardo<sup>1</sup>; SUCASAS, Lia Ferraz de Arruda<sup>2</sup>, DAIRIKI, Jony Koji<sup>3</sup>, CABRAL, Ingridy Ribeiro<sup>2</sup>, SHIRAHIGUE, Ligianne Din<sup>2</sup>, MACIEL, Erika da Silva<sup>2</sup>, CYRINO, José Eurico Possebon<sup>4</sup>, OETTERER, Marília<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pesquisador, Embrapa Pantanal, Rua 21 de Setembro, Nossa Senhora de Fátima, Caixa Postal 109, CEP: 79320-900, Corumbá/MS, e-mail: borghesi@cpap.embrapa.br

<sup>2</sup> Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição ESALQ/USP, Piracicaba-SP

<sup>3</sup> Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM;

<sup>4</sup> Departamento de Zootecnia ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho, a composição química e a composição em ácidos graxos de tilápias vermelhas (*Oreochromis* sp.) alimentadas com dietas enriquecidas com fontes de ácidos graxos poliinsaturados. Seis dietas isoprotéicas (28% de PD) e isocalóricas (3200 kcal de ED/kg) com diferentes fontes lipídicas (óleo de girassol, óleo de salmão, óleo de linhaça, óleo de canola, óleo de linhaça + óleo de canola, óleo de salmão + óleo de linhaça) constituíram os tratamentos. Juvenis de tilápia (16,81 ± 0,22 g), distribuídos aleatoriamente em 24 tanques (300 L; 15 peixes/tanque; 4 repetições), foram alimentados com as rações-teste diariamente até saciedade aparente por um período de 85 dias. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos para os parâmetros de desempenho. Porém, houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos para todos os ácidos graxos analisados, refletindo a influência da dieta na composição em ácidos graxos. O óleo de linhaça, de salmão, a mistura de salmão + linhaça e de linhaça + canola, mostraram-se eficientes na melhoria da qualidade nutricional da carne da tilápia, em relação à composição de ácidos graxos, sem afetar o desempenho das mesmas. É viável enriquecer a carne da tilápia durante o cultivo quanto aos ácidos graxos n-3, EPA e DHA.

**Palavras-chave:** *Oreochromis* sp., ômega-3, ômega-6, EPA, DHA.

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the performance, chemical composition and fatty acid composition of red tilapia (*Oreochromis* sp.) fed diets enriched with polyunsaturated fatty acid sources. Six isonitrogenous diets (28% DP) and isocaloric (3,200 kcal DE/kg) with different lipid sources (sunflower oil, salmon oil, flaxseed oil, canola oil, flaxseed oil + canola oil, salmon oil + flaxseed oil) were the treatments. Juveniles of tilapia (16.81 ± 0.22 g), randomly



assigned to 24 tanks (300 L, 15 fish / tank, 4 replicates) were fed the test diets to apparent satiation daily for a period of 85 days. There was no difference ( $P > 0.05$ ) between treatments for the parameters of performance. However, there were differences ( $P < 0.05$ ) between treatments for all fatty acids analyzed, reflecting the influence of the diet on fatty acid composition. The flaxseed oil, salmon oil, the salmon mixture of salmon oil + flaxseed oil and flaxseed oil + rapeseed oil, proved to be effective in improving the nutritional quality of the flesh of tilapia in relation to fatty acid composition, without affecting the performance of the same. It is feasible to enrich the meat of the tilapia farm and during the n-3 fatty acids, EPA and DHA.

**Keywords:** *Oreochromis* sp., ômega-3, ômega-6, EPA, DHA.

**INTRODUÇÃO:** A tilápia (*Oreochromis* sp.) é o segundo pescado mais produzido no mundo, com produção estimada em 2,8 milhões de toneladas (FAO, 2010). Apresentou produção de 132,9 mil t em 2009, com crescimento de 105% quando comparada à produção de 2003 (64,8 mil t), representando 39% do total de pescado proveniente da piscicultura continental (337,5 mil t), sendo assim a espécie de pescado de água doce mais cultivada no Brasil (Ministério da Pesca e Aquicultura, 2010). A carne da tilápia possui características organolépticas adequadas à gastronomia, sem “espinhas”, ou seja, não articulados, carne branca, e suculenta, além de sabor apreciável.

Reconhecida como uma fonte de proteína de alta qualidade, a carne de pescado, tem sido, recentemente, muito valorizada por sua composição em ácidos graxos, os quais estão diretamente associados à saúde humana pelo seu efeito protetor, principalmente contra doenças cardiovasculares e neurológicas. A composição em ácidos graxos apresentada pelo pescado pode ser influenciada por uma série de fatores, entre eles a alimentação, a temperatura e a salinidade. O principal fator que influencia o perfil de ácidos graxos é a alimentação, sendo que a composição em ácidos graxos do tecido muscular reflete a composição de ácidos graxos da dieta. Portanto, o enriquecimento das rações destinadas aos organismos aquáticos representa a



possibilidade de se agregar valor à piscicultura, através da produção de uma carne de qualidade nutricional superior para o consumo humano.

Este trabalho teve como objetivos buscar agregar valor à tilápia tornando-a um alimento enriquecido com ácidos graxos n-3, EPA e DHA, via alimentação diferenciada. Como objetivos específicos avaliou-se o desempenho, a composição química e a composição em ácidos graxos de tilápias vermelhas (*Oreochromis* sp.) alimentadas com dietas enriquecidas com ingredientes fontes de ácidos graxos poliinsaturados.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** Juvenis de tilápias vermelhas ( $16,81 \pm 0,22$  g) foram alimentados com dietas enriquecidas com fontes de ácidos graxos poliinsaturados. Seis dietas isoprotéicas (28% de PD) e isocalóricas (3.200 kcal de ED/kg) com diferentes fontes lipídicas (óleo de girassol, óleo de salmão, óleo de linhaça, óleo de canola, óleo de linhaça + óleo de canola, óleo de salmão + óleo de linhaça) constituíram os tratamentos. Os peixes foram distribuídos aleatoriamente em 24 tanques (300 L; 15 peixes/tanque; 4 repetições), foram alimentados com as rações–teste diariamente até saciedade aparente por um período de 85 dias. Os resultados foram submetidos à análise exploratória das hipóteses de homogeneidade de variâncias e “outliers” e ao teste de comparação de médias de Tukey ajustado ao nível descritivo de  $\alpha=0,05$ , usando-se o sistema computacional estatístico SAS (SAS, 2002).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para os parâmetros de desempenho avaliados (Tabela 1). O National Research Council (1993) recomenda de 0,5 a 1,0% de ômega-6 para o máximo desempenho de tilápias, não reportando exigência em ácidos graxos da série ômega-3. Os percentuais exigidos de ômega-6 foram satisfeitos pelas dietas experimentais, explicando a ausência de diferença entre os tratamentos.

Tabela 1. Desempenho de tilápias alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de lipídeos.

Dietas	Parâmetros					
	PI (g)	GP (g)	CAD (% peso vivo)	CAA	TCE (% / dia)	TEP
GIR	$16,8 \pm 0,3^a$	$66,6 \pm 7,2^a$	$2,0 \pm 0,1^a$	$1,3 \pm 0,1^a$	$1,8 \pm 0,1^a$	$2,6 \pm 0,2^a$
SAL	$16,9 \pm 0,3^a$	$66,7 \pm 4,1^a$	$2,0 \pm 0,1^a$	$1,3 \pm 0,0^a$	$1,8 \pm 0,1^a$	$2,6 \pm 0,1^a$
LIN	$16,6 \pm 0,1^a$	$67,9 \pm 8,8^a$	$2,0 \pm 0,1^a$	$1,3 \pm 0,1^a$	$1,9 \pm 0,1^a$	$2,5 \pm 0,2^a$
CAN	$16,8 \pm 0,2^a$	$71,8 \pm 8,1^a$	$2,1 \pm 0,1^a$	$1,3 \pm 0,1^a$	$1,9 \pm 0,1^a$	$2,5 \pm 0,2^a$
LIN/CAN	$16,7 \pm 0,1^a$	$73,2 \pm 7,2^a$	$2,0 \pm 0,1^a$	$1,2 \pm 0,1^a$	$1,9 \pm 0,1^a$	$2,7 \pm 0,2^a$
SAL/LIN	$16,9 \pm 0,2^a$	$69,3 \pm 8,4^a$	$2,0 \pm 0,1^a$	$1,3 \pm 0,1^a$	$1,9 \pm 0,1^a$	$2,6 \pm 0,2^a$



ANOVA (Pr>F) 0,3614 0,7507 0,4080 0,7873 0,7429 0,7917

GIR= Girassol; SAL= Salmão; LIN= Linhaça; CAN= Canola; LIN/CAN= Linhaça/Canola; SAL/LIN= Salmão/Linhaça; PI = peso inicial; GP = ganho de peso; CAD = consumo alimentar diário; CAA = conversão alimentar aparente; TCE = taxa de crescimento específico; TEP = taxa de eficiência protéica.

<sup>1</sup> Média de quatro repetições  $\pm$  desvio padrão; médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

A composição em ácidos graxos das tilápias submetidas aos diferentes tratamentos está apresentada na tabela 2. Houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos para todos os ácidos graxos analisados, refletindo a influência da dieta na composição em ácidos graxos. Independente da fonte de lipídeo dietético, entre os ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados, as maiores porcentagens encontradas foram para o 16:0, 18:1 e 18:2n-6, respectivamente. Este fato também foi relatado para a tilápia do Nilo (EL-HUSSEINY et al., 2010) e para o surubim (MARTINO et al., 2002).

Tabela 2. Ácidos graxos (% do total de ácidos graxos) em tilápias alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas

AG	Dietas					
	GIR	SAL	LIN	CAN	LIN/CAN	SAL/LIN
C14:0	2,5 $\pm$ 0,1 <sup>bc1</sup>	3,5 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>	2,1 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	2,3 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	2,2 $\pm$ 0,2 <sup>c</sup>	2,7 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>
C16:0	23,4 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>	24,1 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	20,2 $\pm$ 0,5 <sup>c</sup>	21,7 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	20,4 $\pm$ 0,5 <sup>c</sup>	22,4 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>
C18:0	6,0 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	5,8 $\pm$ 0,2 <sup>ab</sup>	5,3 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	5,2 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	5,5 $\pm$ 0,4 <sup>ab</sup>	5,3 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>
C16:1	6,6 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>	7,9 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>	5,4 $\pm$ 0,3 <sup>d</sup>	5,9 $\pm$ 0,2 <sup>cd</sup>	6,3 $\pm$ 0,2 <sup>bc</sup>	6,3 $\pm$ 0,1 <sup>bc</sup>
C18:1	38,2 $\pm$ 0,5 <sup>b</sup>	36,0 $\pm$ 0,6 <sup>c</sup>	34,7 $\pm$ 0,4 <sup>cd</sup>	44,9 $\pm$ 0,8 <sup>a</sup>	37,6 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>	34,2 $\pm$ 0,2 <sup>d</sup>
C18:2n-6	21,2 $\pm$ 0,8 <sup>a</sup>	15,6 $\pm$ 0,2 <sup>bc</sup>	15,6 $\pm$ 0,5 <sup>bc</sup>	15,0 $\pm$ 0,5 <sup>c</sup>	15,7 $\pm$ 0,8 <sup>bc</sup>	16,4 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>
C18:3n-3	0,7 $\pm$ 0,1 <sup>e</sup>	1,6 $\pm$ 0,2 <sup>d</sup>	11,3 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>	2,4 $\pm$ 0,2 <sup>c</sup>	7,8 $\pm$ 0,5 <sup>b</sup>	7,6 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>
C20:4n-6	1,3 $\pm$ 0,2 <sup>bc</sup>	1,0 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	1,5 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	1,4 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	1,9 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	1,4 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>
C20:5n3	nd <sup>2</sup>	0,6 $\pm$ 0,0 <sup>a</sup>	0,45 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	nd	0,2 $\pm$ 0,0 <sup>c</sup>	0,5 $\pm$ 0,0 <sup>b</sup>
C22:6n-3	nd	4,6 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	3,1 $\pm$ 0,3 <sup>c</sup>	1,0 $\pm$ 0,2 <sup>e</sup>	2,3 $\pm$ 0,2 <sup>d</sup>	3,8 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>
n-3	0,7 $\pm$ 0,1 <sup>f</sup>	6,8 $\pm$ 0,3 <sup>d</sup>	14,8 $\pm$ 0,5 <sup>a</sup>	3,4 $\pm$ 0,1 <sup>e</sup>	10,3 $\pm$ 0,6 <sup>c</sup>	11,9 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>
n-6	22,5 $\pm$ 1,0 <sup>a</sup>	16,6 $\pm$ 0,2 <sup>bc</sup>	17,1 $\pm$ 0,5 <sup>bc</sup>	16,4 $\pm$ 0,5 <sup>c</sup>	17,6 $\pm$ 0,8 <sup>bc</sup>	17,9 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>
n-6/n-3	29,8 $\pm$ 2,0 <sup>a</sup>	2,4 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	1,1 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	4,8 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	1,7 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	1,5 $\pm$ 0,0 <sup>c</sup>
EPA/DHA	0,0 <sup>c</sup>	0,13 $\pm$ 0,0 <sup>a</sup>	0,14 $\pm$ 0,0 <sup>a</sup>	0,0	0,1 $\pm$ 0,0 <sup>b</sup>	0,12 $\pm$ 0,0 <sup>a</sup>
Pufas/AGS	0,7 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	0,7 $\pm$ 0,0 <sup>c</sup>	1,2 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	0,7 $\pm$ 0,0 <sup>c</sup>	1,0 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	1,0 $\pm$ 0,0 <sup>b</sup>

AG= ácidos graxos; GIR= Girassol; SAL= Salmão; LIN= Linhaça; CAN= Canola; LIN/CAN= Linhaça/Canola; SAL/LIN= Salmão/Linhaça;

<sup>1</sup> Média de quatro repetições  $\pm$  desvio padrão. Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

<sup>2</sup> nd = não detectado

A somatória dos ácidos graxos da série n-6 foi maior ( $P < 0,05$ ) nos peixes alimentados com a dieta contendo óleo de girassol (22,5%). Para a somatória dos ácidos graxos da série n-3, os maiores valores ( $P < 0,05$ ) foram encontrados



na carcaça dos animais que receberam a dieta que continha o óleo de linhaça (14,8%). A razão n-6/n-3 nas dietas ocidentais tem variado de 15 a 16,7:1, valores muito acima dos considerados ideais de 1 a 2:1 (SIMOPOULOS, 2008). Se considerarmos a razão citada por este autor somente as tilápias alimentadas com as dietas que continham os óleos de linhaça, linhaça/canola e salmão/linhaça podem ser consideradas potencialmente saudáveis. O óleo de linhaça, de salmão, a mistura de salmão + linhaça e de linhaça + canola, mostraram-se eficientes na melhoria da qualidade nutricional da carne da tilápia vermelha (*Oreochromis* sp.), em relação ao perfil de ácidos graxos, sem afetar o desempenho das mesmas. Como o custo dessas fontes lipídicas é, geralmente, maior que as utilizadas nas rações comerciais, sugere-se o uso de rações contendo as fontes lipídicas supracitadas na fase final da produção (no mínimo 45 dias antes da despesca).

**CONCLUSÃO:** É viável enriquecer a carne da tilápia durante o cultivo quanto aos ácidos graxos n-3, EPA e DHA.

**AGRADECIMENTOS:** À CAPES pelo financiamento e pela concessão de bolsa (projeto PNP0096083).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EL-HUSSEINY, O.M.; ABDUL-AZIZ, G.M.; GODA, A.M.A.-S.; SULOMA, A. Effect of altering linoleic acid and linolenic acid dietary levels and ratios on the performance and tissue fatty acid profiles of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fry. *Aquaculture International*, v.18, p.1105-1119, 2010.
- FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics: 2008/FAO. Rome, FAO, 2010. 72p.
- MARTINO, R.C.; CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L.; TRUGO, L.C. Performance and fatty acid composition of surubim, *Pseudoplatystoma coruscans* fed diets with animal and plant lipids. *Aquaculture*, v.209, p.233-246, 2002.
- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. Produção pesqueira e aquícola: estatística 2008 e 2009. Brasília, 2010. 30p.



NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Animal Nutrition. Nutrient requirements of fish. Washington, DC: National Academic Press, 1993. 115p.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT: user's guide, statistics version 9.1. SAS Inst., Cary, 2002.

SIMOPOULOS, A.P. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic disease. *Experimental Biology and Medicine*, v.233, n.6, p.674-688, 2008.