

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ**  
**CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E**  
**ENGENHARIA DE PESCA**

**LETICIA HAYASHI HIGUCHI**

**Óleos vegetais obtidos por extração mecânica em rações para tilápia do**  
**Nilo: desempenho e quantificação de ácidos graxos**

**Toledo**  
**2010**

**LETICIA HAYASHI HIGUCHI**

**Óleos vegetais obtidos por extração mecânica em rações para tilápia do  
Nilo: desempenho e quantificação de ácidos graxos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Aldi Feiden

Co-orientador: Prof. Dr. Makoto Matsushita

Toledo

2010

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária  
UNIOESTE/Campus de Toledo.  
Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB - 9/924

H638o Higuchi, Leticia Hayashi  
Óleos vegetais obtidos por extração mecânica em rações  
pratiária do Nilo: desempenho e quantificação de ácidos  
graxos / Leticia Hayashi Higuchi. -- Toledo, PR : [s. n.], 2010.  
56 f.

Orientador: Drº Aldi Feiden

Co-orientador: Drº Makoto Matsushita

Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e  
Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do  
Paraná. Campus de Toledo. Centro de Engenharias e Ciências  
Exatas.

1. Tilápia do Nilo (Peixe) – Alimentação e rações 2. Óleos  
vegetais como ração 3. Peixes – Alimentação com óleos  
vegetais 4. Ácidos graxos na ração de peixes 5. Nutrição  
animal I. Feiden, Aldi, Or. II. Matsushita, Makoto, Or. III. T

CDD 20. ed. 639.3738

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**LETICIA HAYASHI HIGUCHI**

**Óleos vegetais obtidos por extração mecânica em rações para tilápia do  
Nilo: desempenho e quantificação de ácidos graxos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

### COMISSÃO JULGADORA

---

Prof. Dr. Aldi Feiden  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

---

Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

---

Prof. Dr. Adilson Reidel  
Instituto Federal do Paraná

Aprovada em: 09 de Julho de 2010.  
Local de defesa: Sala de Treinamento do GEMAg.

## DEDICATÓRIA(S)

Dedico aos meus pais Dionísio e Miwako que sempre deram apoio e incentivo aos meus estudos e ajudaram no decorrer desta caminhada, com meu mais sincero e profundo amor.

## AGRADECIMENTO(S)

Aos meus pais Dionísio Eiji Higuchi e Miwako Hayashi Higuchi pelo amor, carinho e exemplo de vida.

As minhas irmãs Dionéia Hayashi Higuchi Andrade e Renata Hayashi Higuchi por estarem sempre ao meu lado me incentivando e auxiliando nas horas difíceis.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Aldi Feiden, por ter aceitado desafio de me orientar nesse trabalho, pela confiança e amizade.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Makoto Matsushita, por ter aceitado a co-orientação do trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Ao Laboratório de Química da Universidade Estadual de Maringá-UEM.

Ao Grupo de Estudo de Manejo na Aquicultura-GEMaQ que disponibilizaram a estrutura do grupo para realização do experimento.

Agradeço em especial aos professores Wilson Rogério Boscolo e Márcia Luzia Ferrarezi Maluf pelas orientações e incentivo em ir além.

Aos meus colegas Sidney Klein, Junior Dasoler Luchesi e Volnei Schwertner pela extrema importância na realização de toda parte experimental.

Aos técnicos do GEMaQ: Altevir Signor, Dacley Hertes Neu, Fábio Bittencourt, Odair Diemer pelo incentivo e auxílio na dissertação.

Agradeço a Mayara Santarosa e Ana Beatriz Zanqui pela realização das análises do experimento.

Aos meus colegas: Atieli, Karol, Jacke, Ju Veit, Ju Lösch, Taty, Ronan, pelos momentos de descontração.

E a todos que não foram mencionados, mas contribuíram de alguma forma em minha formação profissional.

## ÓLEOS VEGETAIS OBTIDOS POR EXTRAÇÃO MECÂNICA EM RAÇÕES PARA TILÁPIA DO NILO: DESEMPENHO E QUANTIFICAÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS

### RESUMO

O objetivo desse experimento foi avaliar a inclusão de diferentes óleos vegetais obtidos por extração mecânica na alimentação de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). O primeiro estudo objetivou avaliar o desempenho e a composição centesimal de tilápias do Nilo. Realizou-se o experimento no Laboratório de Cultivo de Organismos Aquáticos do Grupo de Pesquisa GEMaQ/Unioeste com 320 tilápias do Nilo com peso inicial e comprimento total inicial médio de  $2,55 \pm 0,57$  g e  $5,59 \pm 0,43$  cm, respectivamente. Os tratamentos contaram com a inclusão dos óleos de (girassol, canola, gergelim, linhaça, amendoim, castanha do Pará, soja e macadâmia) com uma inclusão de 4%, com rações contendo 32% de proteína bruta e 3500 kcal/kg de energia digestível. Foram avaliadas as médias de ganho de peso (GP), comprimento total (CT), conversão alimentar aparente (CAA), consumo de ração (CR) e sobrevivência (SO). Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre as variáveis de desempenho. No entanto, pode-se observar distinções ( $P < 0,05$ ) nos teores de umidade, proteína bruta e lipídeos totais para a composição centesimal após os 30 e 60 dias de experimento. No segundo estudo, o objetivo foi avaliar a quantificação dos ácidos graxos nos lipídios totais de alevinos de tilápias. Os ácidos graxos majoritários (mg/g de lipídeos totais (LT)) foram oléico, palmítico, linolênico e linoléico. As somatórias dos ácidos graxos poliinsaturados aos 60 dias de cultivo apresentaram aumento em todos os tratamentos em comparação aos 30 dias de experimento. Isto se deve a adição dos óleos com altos conteúdos de ácidos graxos n-6 e n-3 nas rações. Como conclusão recomenda-se o uso do óleo de linhaça na alimentação de alevinos de tilápias, devido à grande melhoria na relação entre n-6/n-3.

**Palavras chaves:** desempenho, fonte de lipídio, incorporação, linoléico, linolênico, palmítico

## VEGETABLE OILS OBTAINED BY MECHANICAL EXTRACTION IN DIETS FOR NILE TILAPIA: PERFORMANCE AND QUANTIFICATION OF FATTY ACIDS

### ABSTRACT

The aim of this study was evaluate the inclusion of different vegetable oils obtained by mechanical extraction in the feeding of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). The first study evaluate the performance and hundredth composition of Nile tilapia were aimed. We conducted the experiment at the Laboratory Cultivation of Aquatic Organisms from Research Group GEMAg/Unioeste with 320 Nile tilapia with initial weight and initial medium total length of  $2.55 \pm 0.57$  g and  $5.59 \pm 0.43$  cm, respectively. The treatments included oils of (sunflower, canola, sesame, linseed, peanut, nut of Pará, soy and macadamia nuts) with an addition of 4%, with diets containing 32% crude protein and 3500 kcal/kg energy digestible. Was valued the weight gain (GP), total length (CT), feed conversion apparent (CAA), diet consumption (CR) and survival (SO). There was no significant difference ( $P > 0.05$ ) between the performance variables. However, distinctions can be observed ( $P < 0.05$ ) on water content, crude protein and total lipid to the hundredth composition after 30 and 60 days of experiment. In the second study, the objective was to evaluate the quantification on fatty acids in lipids of tilapia fingerlings. The major fatty acids (mg/g total lipids (LT)) were oleic, palmitic, linoleic and linolenic. The sum of fatty acids polyunsaturated after 60 days of culture showed an increase in all treatments compared with 30 days of experiment. This is due to the addition of oils with high contents of fatty acids n-6 and n-3 in the diet. In conclusion it is recommended to use linseed oil as feed for tilapia fingerlings, due to the great improvement in the ratio of n-6/n-3.

**Key words:** performance, lipid source, incorporation, linoleic, linolenic, palmitic



Dissertação elaborada e formatada conforme as normas para publicação científica na Revista Brasileira de Zootecnia. Disponível em: <  
<http://www.rbz.ufv.br/rbz/arquivos/Normas%202010.pdf>>\*

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xii
1. INTRODUÇÃO .....	13
2. OBJETIVOS: .....	14
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
3.1 A espécie estudada.....	15
3.2 Composição do pescado .....	15
3.3 Lipídeos como fonte de energia metabólica .....	16
3.4 Ácidos graxos .....	16
3.5 Fontes lipídicas de origem vegetal.....	17
4. REFERÊNCIAS .....	20
CAPITULO 1: DESEMPENHO E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE ALEVINOS DE TILÁPIA DO NILO ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) ALIMENTADOS COM DIFERENTES FONTES DE ÓLEOS VEGETAIS .....	22
RESUMO.....	22
INTRODUÇÃO .....	24
MATERIAL E MÉTODOS .....	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
CONCLUSÃO .....	34
REFERÊNCIAS .....	35
CAPITULO 2: QUANTIFICAÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DE ALEVINOS DE TILÁPIA DO NILO ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) ALIMENTADOS COM DIFERENTES FONTES DE ÓLEOS VEGETAIS .....	38
RESUMO.....	38
INTRODUÇÃO .....	40
MATERIAL E MÉTODOS .....	41
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	47
CONCLUSÃO .....	54
REFERÊNCIAS .....	55

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1: DESEMPENHO E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE ALEVINOS DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) ALIMENTADOS COM DIFERENTES FONTES DE ÓLEOS VEGETAIS.

Tabela 1: Composição centesimal das rações experimentais a base de óleos obtidos por extração mecânica utilizada na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	27
Tabela 2: Valores dos parâmetros abióticos, coletados <i>in situ</i> .....	29
Tabela 3: Valores dos parâmetros abióticos, analisados em laboratório. ....	30
Tabela 4: Valores de desempenho e sobrevivência de alevinos de tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) alimentados com diferentes óleos. ....	31
Tabela 5: Composição centesimal dos alevinos de tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) com inclusão de diferentes óleos após 30 dias de experimento. ....	32
Tabela 6: Composição centesimal dos alevinos de tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) com inclusão de diferentes óleos após 60 dias de experimento. ....	33

**LISTA DE TABELAS****CAPITULO 2: QUANTIFICAÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) ALIMENTADOS COM DIFERENTES FONTES DE ÓLEOS VEGETAIS.**

Tabela 1: Composição centesimal das rações experimentais a base de óleos obtidos por extração mecânica utilizada na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	43
Tabela 2: Quantificação de ácidos graxos (mg/g de LT) das rações experimentais utilizados na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) com inclusão de diferentes óleos. ....	44
Tabela 3: Quantificação de ácidos graxos, somatórias e razões de grupos de ácidos graxos em alevinos de tilápias ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) aos 30 dias de experimento com inclusão de diferentes óleos (mg/g de LT). ....	48
Tabela 4: Composição percentual de ácidos graxos, somatórias e razões de grupos de ácidos graxos em alevinos de tilápias ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) aos 60 dias de experimento com inclusão de diferentes óleos (mg/g de LT). ....	51

## 1. INTRODUÇÃO

A aquicultura mundial hoje é um dos segmentos que se encontra num potencial de crescimento que pode colocar o país entre os maiores produtores de pescado do mundo, superior as atividades tradicionais agrícolas, superior a avicultura, suinocultura e produção de bovinos (Borghetti et al. 2003).

Dados fornecidos pela (FAO, 1996) em 1994, contribuiu com a aquicultura com mais de 35 milhões de toneladas de pescado. Essa produção gerou uma renda superior a US\$ 47 bilhões para os países produtores e continua crescendo a uma taxa média anual superior a 20%, nos dois anos subsequentes. Todavia, em 2001 a produção brasileira correspondeu a 38.530 toneladas equivalendo a 3% da produção mundial, e em primeiro lugar encontra-se a China (624.182t) com cerca de 50% do total mundial (FAO, 2003).

A produção aquícola brasileira tem crescido acima da média mundial desde 1995. Mesmo como o crescimento negativo de -1,4% entre os anos de 2003 e 2004, a aquicultura brasileira cresceu em média 21,1%/ano enquanto a mundial 9,5%/ano, no período de 1991 a 2004 (Ostrensky,2008).

A tilápia (*Oreochromis niloticus*) é o peixe mais cultivado no Brasil e sua expansão deve-se ao ótimo desempenho, alta rusticidade, facilidade de obtenção de alevinos, adaptabilidade aos mais diversos sistemas de criação, grande aceitação no mercado de lazer (pesque-pague) e alimentício (frigoríficos), pelas qualidades nutritivas e organolépticas do seu filé (Meurer et al., 2003).

Alimentos e rações são fontes de nutrientes e energia essenciais para o crescimento, reprodução e saúde do peixe. Deficiências destas substâncias podem reduzir a taxa de crescimento ou resultar em doenças, e, em alguns casos, o excesso pode causar uma redução na taxa de crescimento. Os requerimentos nutricionais podem ser estabelecidos para a energia, proteína, lipídios, minerais e vitaminas (NRC, 1993).

Os lipídios são importantes componentes da dieta e fornecem de maneira eficiente energia e ácidos graxos essenciais, no entanto, dietas com altos teores de lipídio podem influenciar o metabolismo animal e a composição da carcaça, com acúmulo indesejável de gordura (Ribeiro et al., 2008). Os óleos vegetais, como os de oliva, milho e soja, representam fontes ricas em ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados ômega-6 (PUFAs ômega-6) e os de linhaça e de peixe constituem fontes de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 (PUFAs ômega-3) (Ribeiro, et al.,2008).

## **2. OBJETIVOS:**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo desse experimento é avaliar a inclusão de diferentes óleos vegetais obtidos por extração mecânica na alimentação de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

### **2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar o desempenho de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com diferentes óleos vegetais;
- Determinar a composição centesimal (umidade, proteína bruta, lipídeos totais e cinzas) dos peixes;
- Avaliar a incorporação de ômega-6 e ômega-3 nos peixes através do fornecimento de dietas contendo óleos ricos nestes ácidos graxos;
- Comparar o efeito dos diferentes dietas sobre a quantificação de ácidos graxos durante o tempo de fornecimento.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 A espécie estudada**

São identificadas e catalogadas mais de 70 espécies de tilápias, porém apenas quatro conquistaram destaque na aquicultura mundial: a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), a tilápia de Moçambique (*Oreochromis mossambicus*), a tilápia azul ou áurea (*Oreochromis aureus*) e a tilápia de Zanzibar (*Oreochromis urolepis hormorum*) (Kubitza, 2000).

A tilápia do Nilo, proveniente da Costa do Marfim, foi introduzida no Brasil em 1971, no estado do Ceará com o objetivo principal de aumentar a produção pesqueira dos reservatórios da região (Lovshin e Cyrino, 1998).

A excelente combinação desta espécie quanto aos aspectos fisiológicos, biológico, reprodutivo, rusticidade, plasticidade genética, desenvolvimento de linhagens domésticas e suas comercialização, colocou a frente na aquicultura (Fitzsimmons, 2000). A tilápia do Nilo é uma espécie apropriada para a indústria de filetagem, tornando-a uma espécie de grande interesse para a piscicultura, apresenta excelente sabor da sua carne, com ausência de espinhos intramusculares em “Y” e rendimento de filé em torno de 35 a 40% em exemplares de peso comercial de 450 g (Boscolo et al., 2002).

#### **3.2 Composição do pescado**

O pescado contém 60 a 85% de umidade, aproximadamente 20% de proteína bruta, 1 a 2% de cinzas e 0,6 a 36% de lipídios, é ótima fonte de lipossolúveis e tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, ácido pantotênico, ácido fólico e vitamina C. Em relação aos minerais, sódio, potássio, cálcio, magnésio, fósforo, cloro, enxofre, ferro, iodo, cobre, zinco,

selênio, cromo e níquel, entre outros são encontrados no músculo dos peixes (Ogawa & Maia, 1999).

A quantidade de lipídios apresenta variação em função do tipo de músculo corporal, da espécie, sexo, idade, época do ano, *habitat* e dieta. Os lipídios são importantes como fontes de energia, constituintes de membranas celulares, nutrientes essenciais, substâncias controladoras de metabolismo, substâncias isolantes de temperatura e protetores contra danos mecânicos externos (Ogawa & Maia, 1999).

### **3.3 Lipídeos como fonte de energia metabólica**

Os lipídios são importantes componentes da dieta e fornecem de maneira eficiente energia e ácidos graxos essenciais (EFA, do inglês “essential fatty acids”), no entanto, dietas com altos teores de lipídios podem influenciar o metabolismo animal e a composição da carcaça, com acúmulo indesejável de gordura (Ribeiro et al. 2008).

A utilização da gordura como fonte de energia varia conforme a espécie de peixe, dependendo de seu hábito alimentar, sendo que geralmente rações para peixes carnívoros podem ter níveis mais elevados de gordura que aquelas para onívoros e herbívoros (Wilson, 1998). Por outro lado, a incorporação de lipídio é variável de peixe para peixe e depende da idade do mesmo, e das taxas de incorporação na dieta, que quando inadequadas produzem efeito negativo no crescimento ocorrendo deposição e gordura nas vísceras e cavidade abdominal (Kaushik, 1990).

### **3.4 Ácidos graxos**



A maioria dos ácidos graxos existentes no pescado contém de 14 a 22 átomos de carbono em suas estruturas, sendo os mais comuns entre os ácidos graxos insaturados, o oléico (18:1n-9), o linoléico (18:2n-6), o alfa-linolênico (18:3n-3), o araquidônico (20:4n-6), o eicosapentaenóico (20:5n-3) e o docosahexaenóico (22:6n-3) (Ogawa & Maia, 1999)

Existem duas séries de ácidos graxos essenciais que não podem ser sintetizados pelos animais e humanos e devem ser supridos pela dieta. A série n-6 é derivada do ácido linoléico (LA) e a série n-3, do ácido alfa-linolênico (ALN) (Souza et al. 2007).

As exigências em ácidos graxos essenciais (AGEs) na dieta para os peixes estão relacionadas com vários fatores, tais como a qualidade da fonte de lipídio, a relação de ácidos graxos n-3/n-6 na dieta, o estágio de desenvolvimento do animal e o metabolismo de ácidos graxos *in vivo*. Sendo assim, a exata quantidade de AGEs que uma espécie necessita é de difícil determinação (Bezard et al., 1994).

### **3.5 Fontes lipídicas de origem vegetal**

Os óleos vegetais vêm sendo estudados como substitutos parciais ou totais de óleos de peixes em dietas para peixes. Dentre os óleos vegetais disponíveis no Brasil destacam-se os óleos de soja, girassol, canola, gergelim, castanha do Pará, macadâmia, linhaça, amendoim entre outros.

A soja (*Glycina max*) é a principal leguminosa cultivada no país. A produção nacional de cereais, leguminosas e oleaginosas em 2006 foi de aproximadamente de 126,63 milhões de toneladas (IBGE, 2010). O óleo extraído dessa semente apresenta muitas vantagens, tais como: alto conteúdo de ácidos graxos essenciais, formação de cristais grandes, que são facilmente filtráveis quando o óleo é hidrogenado e fracionado; alto índice de iodo, que permite a sua

hidrogenação produzindo grande variedade de gorduras plásticas, e refino com baixas perdas (Pouzet,1996).

O girassol é uma fonte de lipídios de origem vegetal constituída principalmente por ácidos graxos insaturados da série n-6, como ácido linoléico, porém, não contém na sua composição AGI da série n-3. O óleo de canola possui o menor teor de gorduras saturadas, apenas 7 %, contra 12 % no de girassol, e ainda apresenta o teor mais elevado (11 %) de ácido alfa-linolênico (um ácido graxo Ômega-3) (Tomm, 2000). O óleo de canola é fonte de lipídios de origem vegetal utilizada com muita freqüência na alimentação de peixes, estando constituída principalmente por ácido linolênico e ácido linoléico (NRC, 1993).

O principal produto do gergelim (*Sesamum indicum* L. - Pedaliaceae) são suas sementes, que apresentam tamanho reduzido, forma achatada e coloração variando do branco ao preto. A razão econômica de seu cultivo (nona oleaginosa mais cultivada no mundo) é dada ao óleo extraído de suas sementes, que tem teores e qualidades de óleo e torta superiores aos de outras oleaginosas, como soja e girassol (Beltrão, 1994). O teor de óleo e de proteína pode variar amplamente, de 41% a 63% e de 17% a 32%, respectivamente, dependendo da variedade e da origem da semente (Lyon, 1972 citado por Antoniassi & Souza, 2001).

O óleo de linhaça, extraído da semente de linho (*Linum usitatissimum*), constitui uma das maiores fontes do ácido alfa-linolênico (44,6 a 51,5%) (Ceotto, 2000). Atualmente existem vários estudos demonstrando que sua utilização na alimentação de peixes pode melhorar sensivelmente seu perfil os ácidos graxos (Visentainer, 2003).

A castanheira-do-Pará é uma árvore que atinge a altura de 48 metros e um diâmetro de mais de 2 metros. O Óleo de Castanha do Pará é obtido por prensagem das sementes da *Bertholletia excelsa* Humb. da família das *Legithidaceas*. Este óleo é produzido pela prensagem a frio das sementes e é constituído de 67% de ácidos graxos insaturados, além de sais minerais, proteína (excelsina), vitaminas A, B, C e E (Mapric, 2010).

A noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia*), árvore da família Proteaceae, é originária da Austrália foi introduzida no Haváí em 1878. No Brasil foi introduzida em 1931, mas sua expansão ocorreu a partir da década de 80 nos Estados de São Paulo, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (Sacramento e Pereira, 2003). O nome macadâmia foi dado em homenagem John MacAdam, que caracterizou diversas espécies de plantas no continente australiano (Pimentel, 2007). A noz da macadâmia é considerada a mais saborosa entre as nozes comercializadas no mundo. A amêndoa é rica em óleos mono insaturados, que são disputados pela indústria de cosméticos para composição de hidratantes e por laboratórios farmacêuticos como redutor dos níveis de colesterol (Kaijser et al., 2000).

O amendoim é uma leguminosa de origem sul-americana. Rico em óleo, proteínas e vitaminas, era uma importante fonte de energia e aminoácidos utilizada intensamente na alimentação dos indígenas antes da colonização.

#### 4. REFERÊNCIAS

- ANTONIASSI, R.; SOUZA, D. F. S. de. 2001. Composição, processamento e atividade antioxidante. **In:** BELTRÃO, N.E. de M.; VIEIRA, D.J. *O agronegócio do gergelim*.
- BELTRÃO, N. E. de M.; FREIRE, E. C. & LIMA, E. F. 1994. *Gergelim cultura no trópico semi-árido nordestino*. Campina Grande: Embrapa Algodão. 52p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 18).
- BEZARD, J. et al. The metabolism and availability of essential fatty acids in animal and human tissues. **Reproduction and Nutrition**. V. 34, 539-568, 1994.
- BORGHETTI, N. R.B., OSTRENSKY, A., BORGHETTI, J.R. Aquicultura: Uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo. Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais, Curitiba: 2003.
- BOSCOLO, W. R. *et al.* Farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta*) na alimentação de Alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira Zootecnia.**, Viçosa, v.13, n.2, p.545-551, 2002.
- CEOTTO, B. O que é que a linhaça tem. Dentro das sementes da planta que dá origem ao linho há componentes que equilibram os hormônios femininos e reforçam as defesas do corpo. **Revista Saúde**, p. 37-40, 2000.
- FAO (food and Agriculture Organization of United Nations) **Global Fishery production in 1994**. Rome Data and Statistic Unit ( FIDI), 1996. 3p.
- FAO, AQUACULT – PC : Fishery information, Data and Statistic ( FIDI), Time series of production from aquaculture (quantities and values) and capture fisheries (quantities) – Programa computacional. 2003.
- FITZSIMMONS, K. Tilápia: **THE MOST IMPORTANT AQUACULTURE SPECIES OF THE 21<sup>ST</sup> CENTURY**. In: Tilápia Aquaculture in the 21<sup>st</sup> Century, 1, 2000. Rio de Janeiro. Proceedings. Rio de Janeiro: **Panorama da Aquicultura**, 2000, p.3-8.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=472&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=472&id_pagina=1)> Acesso: 12 de abril de 2010.
- KAIJSER, A.; DUTTA, P.; SAVAGE, G. Oxidative stability and lipid composition of macadamia nuts grown in New Zealand. **Food Chemistry**, 71, 67-70, 2000.
- KAUSHIK, S. J. Importance des lipides dans l'alimentation des poissons. **Aquatic Revue**, n. 29, p. 9-16, 1990.
- KUZITZA, F. Tilápia – **Tecnologia e Planejamento na Produção Comercial**. Jundiaí. SP. 2000.

- LOVSCHI, L. L.; CYRINO, J.E.P. Status of commercial fresh water fish culture in Brazil. In: **Simpósio sobre manejo e nutrição de peixes**, 2, 1998. Piracicaba. *Anais...*Piracicaba:CBNA, 1998. P.1-20.
- MAPRIC. Qualidade total e satisfação ao cliente. Ipiranga- São Paulo. Disponível em: <[http://www.mapric.com.br/anexos/boletim194\\_14112007\\_082538.pdf](http://www.mapric.com.br/anexos/boletim194_14112007_082538.pdf)>. Acesso: 12 de abril de 2010.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira Zootecnia**, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003 (Supl. 2).
- NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). **Nutrient Requirements of Fish**. Washington: National Academic Press, 1993. 114 p.
- OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, 1999, v.1, 430p.
- OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. Aquicultura no Brasil: O desafio é crescer. 279 p, Brasília, 2008.
- PIMENTEL, LEONARDO DUARTE. **A cultura da Macadâmia**. *Revista Brasileira Fruticultura*. [online]. 2007, vol.29, n.3. ISSN 0100-2945.
- POUZET, A. Presentation of some results of the Concerted Action on the management of oilseed crops in the European Union. *OCL - Oleagineux Corps Gras Lipides*, v.6, n.1, p.6-21, 1996.
- RIBEIRO, P. A. P.; LOGATO, P. V. R.; PAULA, D. A. J. ; COSTA, A. C.; MURGAS, L. D. S.; FREITAS, R. T. F. Efeito do uso de óleo na dieta sobre a lipogênese e o perfil lipídico de tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1331-1337, 2008.
- SACRAMENTO, C.K.; PEREIRA, F.M. Fenologia da floração da noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) nas condições climáticas de Jaboticabal, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.25, n.1, p.19-22, 2003.
- SOUZA, S. M.G., ANIDO, R.J.V., TOGNON, F.C. Ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 na nutrição de peixes – fontes e relações. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.6, n.1, p.63-71, 2007.
- TOMM, G. O. **Situação atual e perspectivas da canola no Brasil**. 2000, (Embrapa Trigo – Comunicado Técnico on-line. n. 58).
- VISENTAINER, J. V.; GOMES, S. T.M.; SILVA, A.B.M.; SANTOS-JÚNIOR, O.O; JUSTI, K.C.; SOUZA, N.E.; HAYASHI, C. MATSUSHITA, M. Composição físico-química e perfil de ácidos graxos em fígados de tilápias (*Oreochromis niloticus*) submetidas ao fornecimento de rações diferenciadas à base de óleos de girassol e linhaça. **Anais Assoc. Brasileira Química**, 52(1), 17-21, 2003.
- WILSON, R. P. 1998. State of art of warm water fish nutrition. In: AQUICULTURA BRASIL'98, 1, 1998, Recife. *Anais...* Recife: SIMBRAQ, 1998, p. 375-380.

## CAPITULO 1: DESEMPENHO E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE ALEVINOS DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) ALIMENTADOS COM DIFERENTES FONTES DE ÓLEOS VEGETAIS

**RESUMO:** Objetivando avaliar o desempenho e a composição centesimal de alevinos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com rações contendo incorporação de oito diferentes óleos (girassol, canola, gergelim, linhaça, castanha do Pará, soja e macadâmia) com uma inclusão de 4% em rações com 32% de proteína bruta e 3500 kcal/kg de energia digestível, realizou-se um experimento no Laboratório de Cultivo de Organismos Aquáticos do Grupo de Pesquisa GEMaQ/Unioeste com 320 tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso inicial médio e comprimento total inicial médio de  $2,55 \pm 0,57$  g e  $5,59 \pm 0,43$  cm, respectivamente. As tilápias foram distribuídas em dois blocos inteiramente casualizados com oito tratamentos e quatro repetições. A unidade experimental considerada foi constituída por um tanque-rede com 10 peixes. Foram avaliadas as médias de ganho de peso (GP), comprimento total (CT), conversão alimentar aparente (CAA), consumo de ração (CR) e sobrevivência (SO). Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre as variáveis de desempenho. No entanto, pode-se observar distinções ( $P < 0,05$ ) nos teores de umidade, proteína bruta e lipídeos totais para a composição centesimal após os 30 e 60 dias de experimento. Somente o teor de cinzas não diferiu entre os tratamentos para a composição química aos 30 dias de experimento, após os 60 dias ocorreu diferença significativa. Conclui-se, com base nos resultados obtidos, que todas as fontes de lipídios utilizados são eficientes na dieta oferecida para tilápias do Nilo, não influenciando no desempenho. No entanto, a fonte de óleo influencia na composição química das tilápias.

**Palavras chaves:** composição do filé, desempenho, lipídeos, nutrição

**CHAPTER 1: PERFORMANCE AND COMPOSITION HUNDREDT OF NILE TILAPIA  
FINGERLINGS (*Oreochromis niloticus*) FED WITH DIFFERENT SOURCES OF  
VEGETABLE OILS**

**ABSTRACT:** To assess the performance and composition of fingerlings Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed with diets contains incorporating of eight different oils (sunflower, canola, sesame, linseed, nut of Pará, soy and macadamia) with an addition of 4 % in ration with 32% of crude protein and 3500 kcal/kg of the digestible energy, we carried an experiment in the Laboratory Cultivation of Aquatic Organisms from Research Group GEMAQ/Unioeste with 320 Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with medium initial weight and medium average initial length of  $2.55 \pm 0.57$  g and  $5.59 \pm 0.43$  cm, respectively. The tilapias were divided in two randomized blocks with eight treatments and four replications. The experimental unit considered was composed of a net-tank with 10 fish. Were averages the main of weight gain (GP), total length (CT), feed conversion apparent (CAA), diets consumption (CR) and survival (SO). There was no significant difference ( $P > 0.05$ ) between the performance variables. However, distinctions can be observed ( $P < 0.05$ ) on water content, crude protein and total lipid to the composition hundredth after 30 and 60 days of experiment. Only the ash content did not differ between treatments for the hundredth composition after 30 days of experiment, after 60 days, there was a significant difference. Based on the results obtained, all sources of lipids used are efficient in the diet for Nile tilapia, don't influence on performance. However, the source of oil influence on the chemical composition of tilapia.

**Key words:** file composition, performance, lipids, nutrition.

## INTRODUÇÃO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foi introduzida no Brasil em 1971 pelo Departamento Nacional de Obras Contra Secas – DENOCS em açudes e lagos do nordeste difundiu-se para todo o país (Proença & Bittencourt, 1994). Originária dos países africanos, apresenta versatilidade para a piscicultura, além de ser apreciada pela indústria de filetagem apresentando qualidades organolépticas apreciadas pelos consumidores e a inexistência de espinhas em “Y” com rendimento de 35 a 40% de filé em exemplares de peso comercial de 450 g (Boscolo et al., 2002).

Na alimentação de peixes o balanço nutricional deve ser adequado a fim de atender todas as exigências da espécie. Proteínas, carboidratos e gorduras são os principais componentes de uma dieta e também a fonte de energia para os peixes (Graeff & Tomazelli, 2007).

A utilização da gordura como precursor energético varia conforme a espécie de peixe e hábito alimentar, sendo que geralmente rações para organismos carnívoros podem apresentar níveis mais elevados de lipídios que aquelas para onívoros e herbívoros (Wilson, 1998). Por outro lado, a incorporação dessa matéria prima é variável de animal para animal e depende da idade do mesmo, e das taxas de inclusão na dieta, que quando inadequadas produzem efeito negativo no crescimento ocorrendo deposição de gordura nas vísceras e cavidade abdominal (Kaushik, 1990).

Segundo Hayashi et al. (2000), os óleos de origem vegetal são boas fontes de gordura para peixes de clima tropical, sendo que os óleos de soja, canola, girassol, linhaça, arroz e milho proporcionam desempenho produtivo equivalente para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

São três os métodos de extração de óleo, podendo sofrer algumas modificações ou mesmo serem utilizados combinados entre si: prensa hidráulica, prensa mecânica contínua (tipo *expeller*)



e extração por solventes. As prensas mecânicas são eficientes na extração do óleo, com funcionamento simples e baixo custo de aquisição e manutenção, sendo recomendadas para pequenas cooperativas (Weiss, 1983).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo e a composição centesimal de alevinos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com diferentes fontes de óleo vegetais provenientes de extração mecânica (girassol (*Helianthus annuus*), canola (*Brassica napus L.*), gergelim (*Sesamum indicum L.*), linhaça (*Linum usitatissim*), amendoim (*Arachis hypogaea L.*), castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*), soja (*Glycine max L.*) e macadâmia (*Macadamia integrifolia*).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Cultivo de Organismos Aquáticos do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura - GEMAQ da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, *Campus* –Toledo, por um período de 60 dias.

Foram utilizadas 320 tilápias com peso inicial médio e comprimento total inicial médio  $2,55 \pm 0,57$  g e  $5,59 \pm 0,43$  cm, respectivamente. Os animais foram alojados em dois blocos inteiramente casualizados com oito tratamentos e quatro repetições, compostos de 16 tanques-redes onde cada tanque rede apresentou as seguintes dimensões 40 cm X 40 cm X 70 cm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente, instalados em um tanque circular de concreto com recirculação, com capacidade de 25.000 litros de água. A unidade experimental considerada foi constituída por um tanque-rede com 10 peixes.

A ração formulada continha 32% proteína bruta (PB) constituída de ingredientes orgânicos como trigo, farelo de soja, milho e farinha de peixe de acordo com as exigências nutricionais da espécie (NRC, 1993) (Tabela 1). Os óleos obtidos por extração mecânica avaliados foram: 1) girassol (*Helianthus annuus*); 2) canola (*Brassica napus L.*); 3) gergelim (*Sesamum indicum L.*);

4) linhaça (*Linum usitatissim*); 5) amendoim (*Arachis hypogaea* L.); 6) castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*); 7) soja (*Glycine max* L.) 8) macadâmnia (*Macadamia integrifolia*); adicionados em 4% da ração.

**Tabela 1:** Composição centesimal das rações experimentais a base de óleos obtidos por extração mecânica utilizada na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Ingredientes (%)	Fonte de óleos							
	Girassol	Canola	Gergelim	Linhaça	Amendoim	Castanha do Pará	Soja	Macadâmia
Farelo de trigo	16,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34
Farelo soja	26,09	26,09	26,09	26,09	26,09	26,09	26,09	26,09
Farinha de peixe	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Milho	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
Fonte de Óleo	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Suplemente mineral vitamínico	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Sal comum	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Total	100,00	100,0	100,0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutrientes (%)								
Amido	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Cálcio	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,278	1,27
ED Tilápia (kcal/kg)	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
Fósforo total	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Gordura	8,52	8,52	8,52	8,52	8,52	8,52	8,52	8,52
Lisina Total	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98
Metionina Total	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Proteína Bruta	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00

Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A - 500.000 UI; vit. D3 - 250.000 UI; vit. E - 5.000 mg; vit. K3 - 500 mg; vit. B1 - 1.500 mg; vit. B2 - 1.500 mg; vit. B6 - 1.500 mg; vit. B12 - 4.000 mg; ác. fólico - 500 mg; pantotenato Ca - 4.000 mg; vit. C - 10.000 mg; biotina - 10 mg; Inositol - 1.000; nicotinamida - 7.000; colina - 10.000 mg; Co - 10 mg; Cu - 1.000 mg; Fe - 5.000 mg; I - 200 mg; Mn - 1500 mg; Se - 30 mg; Zn - 9.000 mg.

Para a elaboração das rações os ingredientes foram triturados em um moinho tipo martelo com peneira 0,8 mm, e misturados de maneira a apresentar-se uma mistura homogênea. A peletização das rações foi efetuada com o umedecimento das mesmas com água a uma temperatura de cerca de 60°C e posteriormente secas em estufa de ventilação forçada por 12 horas.

O arraçoamento dos peixes foi realizado manualmente, quatro vezes ao dia, às 08h00min, 11h00min, 14h00min e 17h00min até a saciedade aparente.

Os parâmetros físico-químicos da água como condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), oxigênio dissolvido ( $\text{mg}/\text{L}$ ) e pH foram medidos "*in situ*", semanalmente através de potenciômetros digitais portáteis, e a temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) foi aferida duas vezes ao dia, sendo pela manhã (08h00min) e a tarde (17h00min).

As amostras para as análises de qualidade de água foram coletadas semanalmente em garrafas de polietileno e conservadas resfriadas para posterior processamento. No Laboratório de Controle de Qualidade do GEMAQ/UNIOESTE-Campus de Toledo-PR, determinaram-se os parâmetros de DQO (Demanda química de oxigênio), amônia ( $\text{mg}/\text{L}$ ), fósforo ( $\text{mg}/\text{L}$ ), ortofosfato ( $\text{mg}/\text{L}$ ), nitrato ( $\text{mg}/\text{L}$ ) e nitrito ( $\text{mg}/\text{L}$ ), conforme APHA (1998).

Três exemplares de tilápias foram coletados de cada tanque aos 30 dias. Posteriormente, aos 60 dias, o restante foi coletado. Para a análise dos índices zootécnicos, os peixes de cada unidade experimental permaneceram em jejum por 12 horas e, posteriormente, foram anestesiados com benzocaína 75mg/L (Gomes et al., 2001). Avaliaram-se as médias de ganho de peso (GP) (g), comprimento total (CT) (cm), conversão alimentar aparente (CAA), consumo de ração (CR) e sobrevivência (SO) (%). Em seguida foram colocados em caixas isotérmicas contendo água e gelo (1:1) para abate por choque térmico.

As amostras de peixes inteiros foram trituradas em liquidificador, embaladas em filme plástico e armazenados em freezer ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) no Laboratório de Controle de Qualidade do GEMAQ/Unioeste-Campus-Toledo para posteriores análises centesimais.

As análises de umidade, cinzas e proteína total foram preconizadas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), e os lipídeos totais conforme método de Bligh-Dyer (1959).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com 5% de significância, e em caso de diferença foi aplicado o teste de Tukey através do programa Software Estatístico SAS - *Statistical Analysis System* (2004).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios obtidos para os parâmetros físicos e químicos da água dos tanques como pH, condutividade elétrica (mg/L), oxigênio dissolvido ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2:** Valores dos parâmetros abióticos, coletados *in situ*.

Parâmetros	Valores
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,25±0,42
pH	7,34±0,09
Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	159,33±4,89
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	24,47±0,18

Os parâmetros físicos e químicos da água permaneceram dentro da faixa considerada adequada para espécie (Boyd, 1990; Popma & Phelps 1998).

O oxigênio dissolvido na água apresentou resultados médios de  $5,25 \pm 0,42$  mg/L. Segundo Ono & Kubitza (2003) os níveis de oxigênio dissolvido abaixo de 5,0 mg/L podem levar a redução do consumo alimentar e do crescimento dos peixes, de toda forma, não foram observados durante o período experimental nenhuma dessas duas características, logo, os peixes estavam em ambiente confortável ao seu desenvolvimento.

O pH da água manteve-se dentro dos níveis adequados, sendo registrados valores médios de  $7,34 \pm 0,09$ . Geralmente valores de pH entre 6,5 e 8,0 são considerados ótimos, sendo que valores acima ou abaixo podem prejudicar o desenvolvimento dos animais (França, 2003).

Os resultados da qualidade de água do experimento estão apresentados na Tabela 3. Os resultados encontram-se acima do estabelecido pela Resolução CONAMA (2005), no entanto o sistema de cultivo utilizado era fechado e, portanto sem descarte de efluentes para o meio ambiente.

**Tabela 3:** Valores dos parâmetros abióticos, analisados em laboratório.

Parâmetros	Valores
DQO (mg/L)	$8,00 \pm 0,70$
Amônia (mg/L)	$0,06 \pm 0,007$
Fósforo (mg/L)	$0,36 \pm 0,38$
Ortofosfato (mg/L)	$0,35 \pm 0,38$
Nitrato (mg/L)	$1,23 \pm 0,30$
Nitrito (mg/L)	$0,07 \pm 0,03$

Os valores médios das características de desempenho obtidos ao final do experimento para o peso final (PF) (g), comprimento final (CF) (cm), ganho de peso (GP) (g), conversão alimentar aparente (CAA) e sobrevivência (SO) (%) estão apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4:** Valores de desempenho e sobrevivência de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com diferentes óleos.

Parâmetros*	GIR	CAN	GER	LIN	AME	CPA	SOJ	MAC	CV (%)
Peso inicial (g)	2,71	2,63	2,64	2,62	2,59	2,57	2,63	2,65	2,44
Peso final (g)	34,83	36,88	35,97	34,21	37,19	35,25	35,13	32,03	19,48
Ganho de peso (g)	31,12	34,25	33,32	31,59	34,59	32,68	32,52	29,38	21,0
CAA	1,12	1,08	1,18	1,31	1,20	1,19	1,28	1,31	20,83
Sobrevivência (%)	97,5	95,0	95,0	90,0	92,5	95,0	90,0	92,5	10,07

\*( $P>0,05$ ) GIR: girassol; CAN: canola; GER: gergelim; LIN: linhaça; AME: amendoim; CPA: castanha do Pará; SOJ: soja; MAC: macadâmia; CT: comprimento total; CAA: Conversão alimentar aparente.

Não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) no desempenho produtivo dos peixes alimentados com as diferentes fontes de óleos. Resultados semelhantes ao deste estudo, para a variável PF, CF e SO foram observados por Boscolo et al. (2008), que avaliaram a substituição parcial e total do óleo de soja pelo óleo de tilápia em rações para larvas de tilápia do Nilo (*O. niloticus*), também mantendo constante o nível de inclusão total de óleo e energia das rações.

Alguns estudos demonstram redução linear ( $P<0,05$ ) nos valores de ganho de peso quando são utilizados altos níveis de inclusão de lipídeos em rações para tilápias, conforme demonstrado por Meurer et al. (2002) avaliando níveis de lipídeos de 3 a 12% em rações para alevinos de tilápia do Nilo (*O. niloticus* L.).

Os valores de GP (g) ao final situaram-se numa faixa de 29,38 a 34,59 g, não havendo diferença entre os tratamentos. Resultados contrários foram encontrados por Graeff e Tomazelli (2007), quando observaram alta variação e uma tendência de que o incremento de nível de óleo na ração corresponde a um decréscimo no peso da carpa comum (*Cyprinus carpio* L.).

Os valores de conversão alimentar (1,08-1,31) dos alevinos de tilápia são semelhantes aos obtidos com alevinos revertidos de tilápia do Nilo alimentados com diferentes níveis de lipídios (Meurer et al., 2002), o que comprova que a tilápia (*O. niloticus*) aproveita eficientemente a

energia disponível na dieta (Boscolo et al., 2006). Resultados semelhantes, foram encontrados por Melo et al. (1999) com alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com rações à base de banha suína, óleo de soja e canola. Para essa espécie a inclusão de 5 e 10 %, não promoveu diferenças significativas para crescimento, conversão alimentar aparente e ganho de peso.

Boscolo et al. (2004), relatam que pode ser utilizado 5,9% de gordura na ração para tilápias do Nilo (*O. niloticus* L.) na fase de crescimento, sem causar prejuízo no desempenho e obtendo-se aumento no rendimento de carcaça e filé.

Os resultados da composição química dos peixes após 30 e 60 dias de alimentação com as diferentes rações estão demonstrados nas Tabelas 5 e 6.

**Tabela 5:** Composição centesimal dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com inclusão de diferentes óleos após 30 dias de experimento.

Parâmetros	Umidade (%)	Cinzas (%)	Lipídeos Totais (%)	Proteína Bruta (%)
GIR	76,71 <sup>ab</sup> ±0,24	3,13±0,02	3,93 <sup>d</sup> ±0,04	12,94 <sup>bc</sup> ±1,03
CAN	74,89 <sup>bc</sup> ±1,22	3,35±0,38	5,59 <sup>b</sup> ±0,04	14,63 <sup>ab</sup> ±0,45
GER	75,58 <sup>abc</sup> ±0,95	3,37±0,24	6,93 <sup>a</sup> ±0,25	14,07 <sup>ab</sup> ±1,07
LIN	74,31 <sup>c</sup> ±0,52	3,62±0,22	5,61 <sup>b</sup> ±0,06	15,16 <sup>a</sup> ±0,56
AME	77,80 <sup>a</sup> ±1,41	3,06±0,28	5,22 <sup>bc</sup> ±0,44	13,25 <sup>abc</sup> ±0,65
CPA	76,44 <sup>abc</sup> ±0,49	3,06±0,39	5,33 <sup>b</sup> ±0,03	12,01 <sup>c</sup> ±0,46
SOJ	77,53 <sup>a</sup> ±0,33	3,10±0,23	4,40 <sup>d</sup> ±0,35	11,81 <sup>c</sup> ±0,14
MAC	75,58 <sup>abc</sup> ±0,30	3,11±0,36	4,56 <sup>cd</sup> ±0,35	13,37 <sup>abc</sup> ±0,75

GIR: girassol; CAN: canola; GER: gergelim; LIN: linhaça; AME: amendoim; CPA: castanha do Pará; SOJ: soja; MAC: macadâmia



**Tabela 6:** Composição centesimal dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com inclusão de diferentes óleos após 60 dias de experimento.

Parâmetros	Umidade (%)	Cinzas (%)	Lipídeos Totais (%)	Proteína Bruta (%)
GIR	69,49 <sup>ab</sup> ±0,38	3,69 <sup>ab</sup> ±0,23	9,43 <sup>a</sup> ±0,18	14,72 <sup>def</sup> ±0,59
CAN	68,20 <sup>bc</sup> ±0,43	3,90 <sup>ab</sup> ±0,04	8,18 <sup>bc</sup> ±0,03	16,26 <sup>bcd</sup> ±0,12
GER	67,11 <sup>bc</sup> ±1,78	4,22 <sup>a</sup> ±0,33	9,44 <sup>a</sup> ±0,19	16,66 <sup>bc</sup> ±0,01
LIN	71,25 <sup>a</sup> ±0,79	3,71 <sup>ab</sup> ±0,41	8,38 <sup>bc</sup> ±0,59	13,93 <sup>ef</sup> ±0,43
AME	69,72 <sup>ab</sup> ±0,59	3,11 <sup>b</sup> ±0,53	7,87 <sup>c</sup> ±0,36	13,75 <sup>f</sup> ±0,19
CPA	65,47 <sup>c</sup> ±1,69	3,83 <sup>ab</sup> ±0,17	9,32 <sup>a</sup> ±0,28	18,84 <sup>a</sup> ±1,22
SOJ	68,50 <sup>ab</sup> ±0,52	3,59 <sup>ab</sup> ±0,31	8,97 <sup>ab</sup> ±0,23	15,43 <sup>cde</sup> ±0,21
MAC	69,60 <sup>ab</sup> ±0,80	4,24 <sup>a</sup> ±0,48	7,55 <sup>c</sup> ±0,14	17,77 <sup>ab</sup> ±0,66

GIR: girassol; CAN: canola; GER: gergelim; LIN: linhaça; AME: amendoim; CPA: castanha do Pará; SOJ: soja; MAC: macadâmia

Os animais alimentados com dietas isoprotéicas, isoenergéticas e sem variações nos teores lipídicos normalmente não apresentam diferenças na composição química básica (Menoyo et al., 2003). No entanto, neste trabalho pode-se observar distinções ( $P < 0,05$ ) nos teores de umidade, proteína bruta e lipídeos totais para a composição físico-química após os 30 e 60 dias de experimento. Somente o teor de cinzas não diferiu entre os tratamentos para a composição química dos 30 dias de experimento, após os 60 dias ocorreu diferença significativa.

Segundo Ribeiro et al. (2008) os teores de umidade (75,40 a 78,29%) e cinza (5,29 a 5,73%) não diferiram com a suplementação de óleos (oliva, milho, soja, linhaça e peixe). No entanto, quanto aos teores de lipídeos (8,30 a 15,68%) e proteína bruta (47,20 a 64,31%) houve alterações significativas ( $P < 0,05$ ). Segundo os autores, animais alimentados com dietas contendo óleo de oliva, milho e soja apresentaram maior deposição lipídica muscular, acompanhada de menores teores protéicos. Óleos com maior nível de ácidos graxos poliinsaturados como óleo de peixe e linhaça proporcionaram os menores teores de gordura corporal.

Os resultados deste experimento foram próximos aos encontrados por Simões et al. (2007) para tilápia tailandesa (*O. niloticus*) que apresentou 77,13% de umidade, 2,60% de lipídeos, 13,36% de proteína e 1,09% de cinzas. Resultados semelhantes também foram observados por Sales & Sales (1990) que encontraram valores de 75% umidade, 18,5% de proteína, 3,60% de lipídios e 2,4% de cinzas para a tilápia.

O teor de gordura pode ser influenciado pelo perfil de ácidos graxos dos óleos utilizados nas rações, pois estes podem influenciar a capacidade lipogênica nos tecidos conforme observado por Ribeiro et al. (2008) estudando a atividade enzimática no tecido hepático da tilápia do Nilo alimentadas com diferentes óleos. Os autores do referido experimento observaram que óleos ricos em ácidos poliinsaturados diminuem a atividade da enzima málica e glicose-6-P-desidrogenase que estão envolvidas na lipogênese.

Os valores de composição centesimal, aos 60 dias de experimento, apresentados na tabela 6 demonstram diferenças entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ). Ocorrendo uma maior deposição de lipídeos e uma diminuição do percentual de umidade, aos 60 dias de experimento. Esses resultados podem ser explicados, pois em peixes maiores há maior deposição de gordura (Ogawa & Maia, 1999), pois o fato dos alevinos se encontrarem na fase de maior crescimento diminuem a deposição de gordura para reserva (Contreras-Guzmán, 1994).

## CONCLUSÃO

Conclui-se, que as fontes de lipídeos testadas nas dietas são bem aproveitadas pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e que podem ser adicionadas à dieta sem prejuízos aos desempenho produtivo. No entanto, a fonte de óleo influencia na composição química das tilápias. Sendo que, os maiores teores de gordura corporal foram observados para os óleos de girassol, gergelim e castanha do Pará. Os menores teores de gordura foram proporcionados pelos óleos de macadâmia e amendoim e teores intermediários pelos óleos de canola, linhaça e soja.

## REFERÊNCIAS

- APHA. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 1998. American Public Health Association 20th Ed. Washington. 824 p.
- BOSCOLO, W. R. *et al.* Farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta*) na alimentação de Alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira Zootecnia.**, Viçosa, v.13, n.2, p.545-551, 2002.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. *et al.* Desempenho e características de carcaça de tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus* L.) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de gordura. **Acta Scientiarum**, Animal Sciences, v. 26, n. 4, p. 443- 447, 2004.
- BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A. *et al.* Energia digestível para alevinos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira Zootecnia.** vol. 35, n.3 Viçosa.May/June 2006.
- BOSCOLO, W.R.; SIGNOR, A.A.; SIGNOR, A. *et al.* Substituição parcial e total do óleo de soja pelo óleo de tilápia em rações para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n.3, p. 709-714, jul./set. 2008.
- BOYD, C. Water quality in ponds for aquaculture. London: Birmingham Publishig Co, 1990. 482p.
- BLIGH, EG; DYER, WJ. **A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification**. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37:911-917, 1959.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 357 de 17 de março de 2005. Estabelece a classificação de águas doces, salobras e salinas do Brasil. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2005.
- CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de Pescados e Derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409 p.
- FRANÇA, J. M.B. **Crescimento de três linhagens de tilápias *Oreochromis spp* cultivadas em tanque-rede no açude Poço da Cruz, Ibimirim-PR**. Dissertação ao Programa de Pós Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. Agosto, 2003.
- GOMES, L.C.; CHIPARI-GOMES, A.R.; LOPES, N.P. *et al.* Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. **Journal of the World Aquaculture Society**. v. 32, n. 4, p. 426-431, 2001.
- GRAEFF, A.; TOMAZELLI, A. Fontes e níveis de óleos na alimentação de carpa comum (*Cyprinus carpio* L.) **Ciência Agrotecnologia.**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1545-1551, set./out., 2007.
- HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; MEURE, F. Uso de diferentes óleos vegetais em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.), na fase inicial. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...**Viçosa, SBZ, 2000.

- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. Edição IV. 1ª Edição digital. Coodernadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea . São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 2008. p. 1020.
- KAUSHIK, S.J. Importance des lipides dans l'alimentation des poissons. **Aquatic Revue**, n. 29, p. 9-16, 1990.
- MELO, J.F.B.; RADÜNZ NETO, J.; SILVA, J.H.S. et al. Influência de fontes de lipídios na dieta sobre o desempenho e deposição de nutrientes em juvenis de jundiá *Rhamdia quelen*. In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 14, 1999, Santa Maria. Jornada Acadêmica Integrada da UFSM. Santa Maria: UFSM, 1999.
- MENOYO, D.; LOPEZ-BOTE, C.J.; BAUTISTA, J.M. et al. Growth, digestibility and fatty acid utilization in large Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed varying levels of n-3 and saturated fatty acids. **Aquaculture**, v.225, p.295-307, 2003.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. et al. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L). **Revista Brasileira Zootecnia**. V.31, n.2, p.566-573, 2002.
- NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). **Nutrient Requirements of Fish**. Washington: National Academic Press, 1993. 114 p.
- OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, 1999, v.1, 430p.
- ONO, E. A.; KUBITZA, F. **Cultivo de Peixes em Tanques-rede**, Jundiaí, F. Kubitza, 2003. 112 p.
- POPMA, T.J.; PHELPS, R.P. Status Report to Commercial Tilápia Producers on Monosex Fingerling Production Techniques. In: AQUICULTURA BRASIL'98, 1., 1998, Recife. **Anais...** Recife: Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 1998. p.127-145.
- PROENÇA, E.C.M.; BITTENCOURT, P.R.L. **Manual de piscicultura tropical**. Brasília: IBAMA, 1994.
- RIBEIRO, P.A.P.; LOGATO, P.V.R.; PAULA, D.A.J. et al. Efeito do uso de óleo na dieta sobre a lipogênese e o perfil lipídico de tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1331-1337, 2008.
- SAS Institute Inc. **SAS User's guide statistics**. 9ª ed, Cary, North Caroline: SAS Institute Inc., 9.1.3. 2004.
- SALES, R.O., SALES, A.M.; Estudo da composição química e rendimento de dez espécies de água doce de interesse comercial nos açudes do nordeste brasileiro. **Ciências Agronômicas**. n. 21, p. 27-30, 1990.
- SIMOES, M. R.; RIBEIRO, C.F.A., RIBEIRO, S.C.A. et al. Composição físico-química, microbiológico e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 27(3): 787-792, jul.-set. 2007.

WEISS, E. A. **Oilseed crops**. 1a ed. London: Longman, 1983. cap. 11 – Oilseed processing and products, p. 528 – 596.

WILSON, R. P. 1998. State of art of warmwater fish nutrition. In: AQUICULTURA BRASIL'98, 1, 1998, Recife. **Anais...** Recife: SIMBRAQ, 1998, p. 375-380.

**CAPITULO 2: QUANTIFICAÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DE ALEVINOS  
DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) ALIMENTADOS COM  
DIFERENTES FONTES DE ÓLEOS VEGETAIS**

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo quantificar os ácidos graxos nos lipídios totais (LT) de alevinos de tilápias (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com diferentes fontes de óleos vegetais extraídos mecanicamente. Foram utilizadas 320 tilápias (*Oreochromis niloticus*) com peso inicial e comprimento total inicial médio de  $2,55 \pm 0,57$  g e  $5,59 \pm 0,43$  cm, respectivamente, alimentados por um período de 60 dias com rações elaboradas com 32% proteína bruta (PB) e 3.500 kcal de energia digestível (ED) por kg de ração, variando a incorporação de diferentes óleos: girassol, canola, gergelim, linhaça, amendoim, castanha do Pará, soja e macadâmia adicionados em 4% da mistura. Dentre os ácidos graxos majoritários o oléico, palmítico, linolênico e linoléico foram os obtidos em maior concentração (mg/g de LT) nos peixes em todos os tratamentos. As somatórias dos ácidos graxos poliinsaturados aos 60 dias de cultivo apresentaram aumento em todos os tratamentos em comparação aos 30 dias de experimento. Isto se deve a adição dos óleos com altos conteúdos de ácidos graxos n-6 e n-3 nas rações. Os ácidos graxos na carcaça são o reflexo da fonte energética de óleo utilizada. Como conclusão recomenda-se o uso do óleo de linhaça na alimentação de alevinos de tilápias, devido à grande melhoria na relação entre n-6/n-3.

**Palavras chaves:** ácidos graxos, fonte lipídica, incorporação

**CHAPTER 2: QUANTIFICATION OF FATTY ACID OF NILE TILAPIA  
FINGERLINGS (*Oreochromis niloticus*) FED WITH DIFFERENT SOURCES OF  
VEGETABLE OILS**

**ABSTRACT:** This study aimed to quantify the fatty acids in total lipid (LT) of fingerlings of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed with different sources of vegetable oil extracted mechanically. We used 320 tilapia (*Oreochromis niloticus*) with initial weight and initial mean total length of  $2.55 \pm 0.57$  g and  $5.59 \pm 0.43$  cm, respectively, fed for a period of 60 days with ration prepared with 32% of gross protein (PB) and 3,500 kcal of digestible energy (ED) by kg feed, varying the incorporation of different oils: sunflower, canola, sesame, linseed, peanut, nut of Pará, soy and macadamia added at 4% of the mixture. Among the major fatty acids oleic, palmitic, linoleic and linolenic were obtained in higher concentration (mg/k of LT) in the fish on all treatments. The sum of polyunsaturated fatty acids on 60 days of culture showed an increase in all treatments compared with 30 days of experiment. This is due to the addition of oils with high contents of fatty acids n-6 and n-3 in the ration. The fatty acids in the carcass are a reflection of the energy source of oil used. In conclusion it is recommended to use linseed oil on feed for tilapia fingerlings, due to the great improvement in relation of n-6/n-3.

**Key words:** fatty acids, lipid source, incorporation

## INTRODUÇÃO

A espécie *Oreochromis niloticus* (tilápia do Nilo) é originária da África e foi introduzida no Brasil desde 1971 (Lovshin, 2000). A expansão do cultivo da tilápia do Nilo deve-se ao ótimo desempenho, alta rusticidade, facilidade de obtenção de alevinos, adaptabilidade aos mais diversos sistemas de criação, grande aceitação no mercado de lazer e alimentício além das qualidades nutritivas e organolépticas do seu filé (Meurer et al., 2003).

Ao se formular uma dieta, deve-se buscar um balanço nutricional dos nutrientes para suprir o crescimento, manutenção e sanidade dos animais (NRC, 1993). Os custos com a alimentação em piscicultura representam 40 a 70% dos custos de produção, representando o principal item de custo na piscicultura intensiva de tilápias (Kubitza, 1999). Assim sendo, é importante conhecer as exigências nutricionais das espécies com potencial zootécnico e valor biológico dos alimentos para formulação de rações.

A tilápia do Nilo apresenta exigência de ácidos graxos (AG) da série  $\omega$ -6, mais precisamente de 0,5 a 1% de ácido linoléico (Maia, 1992), os quais devem ser fornecidos na dieta. Dietas com altos teores de lipídios podem influenciar o metabolismo animal e a composição da carcaça, com acúmulo indesejável de gordura (Ribeiro et al. 2008).

Os lipídios são importantes componentes da dieta e fornecem de maneira eficiente energia e ácidos graxos essenciais. Os óleos vegetais, como os de oliva, milho e soja, representam fontes ricas em ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados ômega-6 e os de linhaça e de peixe constituem fontes de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 (Ribeiro et al., 2008).



Os lipídeos têm funções energéticas, estruturais, hormonais, bioquímicas, entre outras (Champe & Harvey, 2002), e são precursores de eicosanóides e importantes componentes para a saúde, sobrevivência e sucesso das populações de peixes por fornecerem energia de maneira eficiente (Ribeiro et al.,2008).

A incorporação de gordura é variável de peixe para peixe e depende da idade do mesmo, e das taxas de inclusão na dieta, que quando inadequadas produzem efeito negativo no crescimento ocorrendo deposição e gordura nas vísceras e cavidade abdominal (Kaushik,1990). Wilson (1998) indica de 5 a 10% de inclusão de lipídeos para peixes.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar e quantificar os ácidos graxos nos lipídios totais dos alevinos de tilápias (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com diferentes fontes de óleos vegetais extraídos mecanicamente.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Desenvolvimento do experimento**

O trabalho foi realizado no Laboratório de Cultivo de Organismos Aquáticos do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura GEMaQ da Universidade Estadual do Oeste do Paraná -Unioeste, *Campus* –Toledo. Foram utilizadas 320 tilápias (*Oreochromis niloticus*) com peso inicial e comprimento total inicial médios  $2,55 \pm 0,57$  g e  $5,59 \pm 0,43$  cm, respectivamente.

A estrutura física utilizada foi de dois tanques circulares de concreto com capacidade de 25.000 litros de água. Os animais foram alojados em dois blocos inteiramente casualizados com oito tratamentos e quatro repetições, cada bloco composto de 16 tanques-redes com dimensões de 40 cm X 40 cm X 70 cm de

comprimento, largura e profundidade, respectivamente. A unidade experimental considerada foi constituída por um tanque-rede com 10 peixes.

Os tratamentos consistiam no fornecimento de dietas (Tabela 1) com incorporação de oito tipos de óleos obtidos por extração mecânica. O arraçoamento foi realizado quatro vezes ao dia (08h00min, 11h00min, 14h00min e 17h00min).

As rações foram formuladas com 32% proteína bruta (PB) e 3.500 kcal de energia digestível (ED) por kg de ração, confeccionadas à base de ingredientes orgânicos como trigo, farelo de soja, milho e farinha de peixe. A quantificação de ácidos graxos na ração está sumarizada na Tabela 2. Os tratamentos avaliados foram: 1) óleo de girassol (*Helianthus annuus*); 2) óleo de canola (*Brassica napus L.*); 3) óleo de gergelim (*Sesamum indicum L.*); 4) óleo de linhaça (*Linum usitatissi*); 5) óleo de amendoim (*Arachis hypogaea L.*); 6) óleo de castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*); 7) óleo de soja (*Glycine max L.*) e 8) óleo de macadâmia (*Macadamia integrifolia*) adicionados em 4% da rações.

**Tabela 1:** Composição centesimal das rações experimentais a base de óleos obtidos por extração mecânica utilizada na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Ingredientes (%)	Fonte de óleos							
	Girassol	Canola	Gergelim	Linhaça	Amendoim	Castanha do Pará	Soja	Macadâmia
Farelo de trigo	16,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34
Farelo soja	26,09	26,09	26,09	26,09	26,09	26,09	26,09	26,09
Farinha de peixe	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Milho	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
Fonte de Óleo	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Suplemente mineral vitamínico	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Sal comum	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Nutrientes (%)								
Amido	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Cálcio	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,278	1,27
ED Tilápia (kcal/kg)	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
Fósforo total	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Gordura	8,52	8,52	8,52	8,52	8,52	8,52	8,52	8,52
Lisina Total	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98
Metionina Total	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Proteína Bruta	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00

Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A - 500.000 UI; vit. D3 - 250.000 UI; vit. E - 5.000 mg; vit. K3 - 500 mg; vit. B1 - 1.500 mg; vit. B2 - 1.500 mg; vit. B6 - 1.500 mg; vit. B12 - 4.000 mg; ác. fólico - 500 mg; pantotenato Ca - 4.000 mg; vit. C - 10.000 mg; biotina - 10 mg; Inositol - 1.000; nicotinamida - 7.000; colina - 10.000 mg; Co - 10 mg; Cu - 1.000 mg; Fe - 5.000 mg; I - 200 mg; Mn - 1500 mg; Se - 30 mg; Zn - 9.000 mg.

**Tabela 2:** Quantificação de ácidos graxos (mg/g de LT) das rações experimentais utilizados na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com inclusão de diferentes óleos.

Ácidos Graxos	Óleos							
	Girassol	Canola	Gergelim	Linhaça	Amendoim	Castanha do Pará	Soja	Macadâmia
14:00	11,62 <sup>bcd</sup> ±0,10	13,56 <sup>b</sup> ±0,24	13,24 <sup>bc</sup> ±0,40	16,01 <sup>a</sup> ±1,35	12,65 <sup>bc</sup> ±0,61	9,99 <sup>d</sup> ±0,73	11,26 <sup>cd</sup> ±1,03	17,28 <sup>a</sup> ±0,11
16:00	139,58 <sup>bc</sup> ±1,86	125,74 <sup>d</sup> ±1,90	146,31 <sup>b</sup> ±1,02	131,30 <sup>cd</sup> ±1,94	150,11 <sup>ab</sup> ±7,10	159,04 <sup>a</sup> ±7,20	146,57 <sup>b</sup> ±1,06	138,87 <sup>bc</sup> ±4,48
16:1n-9	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	1,47 <sup>a</sup> ±0,03	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>
16:1n-7	17,36 <sup>b</sup> ±0,23	17,16 <sup>b</sup> ±0,54	16,95 <sup>b</sup> ±0,17	17,58 <sup>b</sup> ±0,85	16,31 <sup>b</sup> ±0,82	15,90 <sup>b</sup> ±0,71	16,53 <sup>b</sup> ±0,30	85,27 <sup>a</sup> ±1,51
18:00	40,90 <sup>b</sup> ±0,74	28,04 <sup>d</sup> ±0,27	40,05 <sup>b</sup> ±0,21	33,04 <sup>c</sup> ±0,946	32,39 <sup>c</sup> ±0,87	69,12 <sup>a</sup> ±0,41	32,66 <sup>c</sup> ±1,10	85,27 <sup>c</sup> ±1,59
18:1n-9	175,85 <sup>e</sup> ±1,22	338,98 <sup>a</sup> ±1,81	277,53 <sup>c</sup> ±3,37	193,00 <sup>e</sup> ±9,07	312,07 <sup>b</sup> ±3,86	243,74 <sup>d</sup> ±1,31	192,61 <sup>e</sup> ±4,57	352,99 <sup>a</sup> ±4,38
18:1n-7	12,32 <sup>de</sup> ±0,08	19,59 <sup>b</sup> ±0,15	12,43 <sup>de</sup> ±0,14	11,78 <sup>e</sup> ±0,64	11,64 <sup>e</sup> ±0,31	13,16 <sup>d</sup> ±0,14	15,19 <sup>c</sup> ±0,43	22,71 <sup>a</sup> ±0,52
18:2n-6	490,79 <sup>a</sup> ±3,44	278,05 <sup>cd</sup> ±0,652	365,24 <sup>abc</sup> ±4,25	279,60 <sup>cd</sup> ±5,73	327,56 <sup>abc</sup> ±4,14	385,73 <sup>abc</sup> ±0,90	450,49 <sup>ab</sup> ±1,25	243,78 <sup>d</sup> ±4,00
18:3n-3	27,31 <sup>b</sup> ±0,10	60,78 <sup>b</sup> ±0,607	23,44 <sup>b</sup> ±0,36	225,35 <sup>a</sup> ±6,10	50,75 <sup>b</sup> ±0,79	22,13 <sup>b</sup> ±0,37	51,95 <sup>b</sup> ±0,67	26,26 <sup>b</sup> ±1,48
20:1n-9	2,53 <sup>b</sup> ±0,04	5,14 <sup>ab</sup> ±0,17	3,44 <sup>b</sup> ±0,23	2,23 <sup>b</sup> ±0,19	5,57 <sup>ab</sup> ±0,14	2,53 <sup>b</sup> ±0,32	0,00 <sup>b</sup>	8,93 <sup>a</sup> ±0,36
22:00	7,68 <sup>bc</sup> ±0,44	5,40 <sup>c</sup> ±0,15	7,78 <sup>bc</sup> ±0,60	8,09 <sup>bc</sup> ±0,50	10,35 <sup>ab</sup> ±0,45	9,05 <sup>bc</sup> ±0,25	7,54 <sup>bc</sup> ±0,10	15,38 <sup>a</sup> ±1,08
20:4n-6	14,83 <sup>abcd</sup> ±0,34	13,31 <sup>d</sup> ±0,27	13,12 <sup>d</sup> ±0,15	13,75 <sup>cd</sup> ±0,54	15,23 <sup>abc</sup> ±0,77	15,92 <sup>ab</sup> ±0,92	16,31 <sup>a</sup> ±0,84	14,43 <sup>bcd</sup> ±0,88
∑AGS	199,80	172,75	207,40	188,46	205,52	247,23	198,04	256,82
∑AGMI	208,08	380,88	311,84	224,60	345,60	275,34	224,34	469,92
∑AGPI	532,94	352,16	401,80	518,71	393,56	423,79	518,76	284,48
∑n-6	505,63	291,14	378,36	293,35	342,80	401,66	466,80	258,22
∑n-3	27,315	60,78	23,44	225,35	50,75	22,13	51,95	26,26
∑n6/∑n3	18,51	4,79	16,14	1,30	6,75	18,15	8,98	9,83

Os resultados são médias com estimativas dos desvios-padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Os valores são médias de análises em triplicata. ); ∑AGS (somatório dos ácidos graxos saturados); ∑AGMI (somatório dos ácidos graxos monoinsaturados); ∑AGPI (somatório dos ácidos graxos poliinsaturados); ∑n-6 (somatório dos ácidos graxos da série n-6); ∑n-3 (somatório dos ácidos graxos da série n-3) e ∑n-6/n-3 (razão entre somatório dos ácidos da série n-6 e n-3).

Três exemplares de tilápias pesando  $22,20 \pm 0,93$  g foram coletados de cada tanque aos 30 dias. Posteriormente, aos 60 dias, o restante dos animais com peso médio  $35,18 \pm 1,62$  g foram armazenados para análises subsequentes. Os peixes de cada coleta foram anestesiados com benzocaína 75mg/L (Gomes et al., 2001), identificados, pesados, medidos e sacrificados. Em seguida, foram triturados inteiros em liquidificador, adicionados por tratamento em embalagens de polietileno e armazenados em freezer (-18 °C) no Laboratório de Controle de Qualidade do GEMAQ para as análises posteriores.

### **Composição química**

#### **Análises de ácidos graxos**

As análises de ácidos graxos foram realizadas no Laboratório de Química da Universidade Estadual de Maringá-UEM, *Campus* de Maringá-PR.

Na extração dos lipídeos totais empregou-se o método de Bligh & Dyer (1959), considerando as seguintes proporções dos solventes: clorofórmio, metanol e água de 2:2:1,8 (v/v/v).

A determinação quantitativa dos lipídios totais (LT) foi realizada gravimetricamente, com o método de Maia (1992), eliminando-se o clorofórmio em evaporador rotativo a vácuo, com banho Maria a 30°C, extinguindo os resíduos de solventes.

Na realização da transesterificação dos triacilgliceróis, os lipídeos totais foram submetidos à saponificação e metilação, conforme método 5509 da ISO (1978), em solução de n-heptano e KOH/metanol. A fase superior (n-heptano e ésteres metílicos de

ácidos graxos) foi transferida para frascos de 5 mL, fechados hermeticamente e armazenados em congelador (-18°C) para posterior análise cromatográfica (Visentainer et al., 2003a).

Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram separados em cromatógrafo a gás 14-A Shimadzu (Japão), equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (Varian) CP - 7420 Select FAME. As temperaturas do injetor e detector foram de 260°C, enquanto que a temperatura inicial da coluna foi de 165°C durante 18 minutos, elevada a 180°C com taxa de 30°C/min, mantida por 22 minutos, e finalmente aquecida até 240°C a uma taxa de 15°C/min, sendo mantida a esta temperatura por 20 minutos. Os fluxos dos gases foram de 1,2 mL/min para o gás de arraste H<sub>2</sub>; 30 mL/min para o gás auxiliar (make-up) N<sub>2</sub> e 30 mL/min e 300 mL/min para os gases da chama H<sub>2</sub> e ar sintético, respectivamente. As injeções foram realizadas em triplicatas e o volume de injeção foi dois micro litros, sendo a razão de divisão da amostra (*split*) de 1/50.

A identificação dos ácidos graxos foi efetuada através da comparação dos tempos de retenção com padrões Sigma (EUA), e o cálculo das áreas dos picos determinadas através do software Clarity Lite versão 2.4.1.91.

A quantificação destes em mg/g de lipídios totais foi efetuada em relação ao padrão interno, tricosanoato de metila (Sigma). Os cálculos foram realizados conforme Joseph & Ackman (1992) e Visentainer & Franco (2006) utilizando-se a equação:

$$M_x \text{ (mg/g)} = \frac{A_x \times M_p \times F_{CT}}{A_p \times M_A \times F_{CEA}}$$

Em que:  $M_x$  = Massa do ácido graxo X em mg/g de lipídios totais;  $A_x$  = Área do ácido graxo X;  $M_p$  = Massa do padrão interno em miligramas;  $F_{CT}$  = Fator de correção teórico;

$A_P$  = Área do padrão interno;  $M_A$  = Massa da amostra em gramas;  $F_{CEA}$  = fator de conversão éster metílico para ácido graxo.

As concentrações dos ácidos graxos (Tabelas 2, 4 e 5) identificadas com 0,000 apresentam sinal abaixo do limite de detecção e quantificação estimados em 0,15 e 0,50 mg/g de óleo, respectivamente.

### **Análise estatística**

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com 5% de significância, e em caso de diferença foi aplicado o teste de Tukey através do programa Software Estatístico SAS - *Statistical Analysis System* (2004).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os ácidos graxos majoritários encontrados nas tilápias alimentados com diferentes fontes lipídicas no início do experimento foram ácido palmítico (16:0) 213,47; oléico (18:1n-9) 320,41; linoléico (18:2n-6) 174,50 e linolênico (18:3n-3) 20,31, em mg/g de lipídeos totais (Tabela 3).

**Tabela 3:** Quantificação de ácidos graxos, somatórias e razões de grupos de ácidos graxos em alevinos de tilápias (*Oreochromis niloticus*) aos 30 dias de experimento com inclusão de diferentes óleos (mg/g de LT).

Ácidos Graxos	Fonte de Óleos 30 dias								
	Inicial	Girassol	Canola	Gergelim	Linhaça	Amendoim	Castanha do Para	Soja	Macadamia
14:00	23,21±0,25	19,61 <sup>c</sup> ±0,49	21,22 <sup>bc</sup> ±0,90	23,30 <sup>b</sup> ±1,25	19,07 <sup>c</sup> ±1,15	24,11 <sup>ab</sup> ±1,74	27,15 <sup>a</sup> ±1,90	20,81 <sup>bc</sup> ±1,53	26,41 <sup>b</sup> ±0,69
16:00	213,47±1,57	183,57 <sup>cde</sup> ±1,40	180,64 <sup>de</sup> ±5,65	189,83 <sup>bcd</sup> ±3,87	174,43 <sup>e</sup> ±4,37	194,65 <sup>bc</sup> ±2,35	210,54 <sup>a</sup> ±6,83	200,25 <sup>ab</sup> ±7,62	191,03 <sup>bcd</sup> ±2,82
16:1n-9	7,70±0,35	4,28 <sup>ef</sup> ±0,067	4,93 <sup>cd</sup> ±0,09	5,09 <sup>bc</sup> ±0,21	3,96 <sup>f</sup> ±0,173	5,49 <sup>ab</sup> ±0,10	5,81 <sup>a</sup> ±0,22	4,46 <sup>de</sup> ±0,16	4,32 <sup>a</sup> ±0,22
16:1n-7	65,51±0,99	29,79 <sup>d</sup> ±0,08	32,42 <sup>cd</sup> ±0,88	32,47 <sup>cd</sup> ±1,04	33,19 <sup>cd</sup> ±0,95	39,00 <sup>b</sup> ±1,91	39,89 <sup>b</sup> ±1,16	33,34 <sup>c</sup> ±1,77	29,75 <sup>a</sup> ±0,96
18:00	54,75±0,36	62,26 <sup>a</sup> ±0,22	55,02 <sup>cd</sup> ±0,33	54,80 <sup>de</sup> ±0,13	52,65 <sup>e</sup> ±0,58	48,61 <sup>f</sup> ±1,74	59,95 <sup>b</sup> ±0,08	57,08 <sup>c</sup> ±0,70	66,09 <sup>e</sup> ±0,84
18:1n-9	320,41±1,95	263,55 <sup>g</sup> ±2,31	383,24 <sup>a</sup> ±3,59	335,38 <sup>c</sup> ±0,87	303,43 <sup>e</sup> ±2,36	351,60 <sup>b</sup> ±1,91	315,46 <sup>d</sup> ±1,15	277,74 <sup>f</sup> ±3,90	256,00 <sup>a</sup> ±1,41
18:1n-7	22,23±0,05	20,17 <sup>d</sup> ±0,06	25,22 <sup>b</sup> ±0,24	20,41 <sup>d</sup> ±0,01	20,45 <sup>d</sup> ±0,29	20,23 <sup>d</sup> ±0,25	22,06 <sup>c</sup> ±0,04	22,68 <sup>c</sup> ±0,25	19,69 <sup>a</sup> ±0,46
18:2n-6	174,50±1,08	299,72 <sup>a</sup> ±1,53	173,89 <sup>e</sup> ±4,75	235,84 <sup>c</sup> ±1,81	185,22 <sup>d</sup> ±0,95	193,88 <sup>d</sup> ±6,61	241,02 <sup>c</sup> ±1,84	274,64 <sup>b</sup> ±1,03	295,25 <sup>f</sup> ±0,94
18:3n-3	20,31±0,84	14,66 <sup>e</sup> ±0,26	30,63 <sup>b</sup> ±0,43	13,51 <sup>e</sup> ±0,15	118,18 <sup>a</sup> ±1,06	27,78 <sup>c</sup> ±2,20	13,23 <sup>c</sup> ±0,14	24,92 <sup>d</sup> ±0,67	15,18 <sup>e</sup> ±0,32
20:1n-9	0,00	0,00 <sup>d</sup>	0,00 <sup>d</sup>	2,48 <sup>b</sup> ±0,11	1,97 <sup>c</sup> ±0,12	0,00 <sup>d</sup>	0,00 <sup>d</sup>	1,88 <sup>c</sup> ±0,09	1,98 <sup>a</sup> ±0,22
22:00	11,07±0,19	16,18 <sup>c</sup> ±0,20	17,67 <sup>b</sup> ±0,26	16,04 <sup>c</sup> ±0,22	13,92 <sup>d</sup> ±0,26	16,48 <sup>bc</sup> ±0,51	14,8 <sup>d</sup> ±0,20	14,06 <sup>d</sup> ±0,81	14,86 <sup>a</sup> ±0,53
20:4n-6	19,66±0,14	10,36 <sup>b</sup> ±0,03	8,11 <sup>de</sup> ±0,19	8,39 <sup>de</sup> ±0,15	13,30 <sup>a</sup> ±0,17	8,89 <sup>cd</sup> ±0,50	9,61 <sup>bc</sup> ±0,18	8,44 <sup>de</sup> ±0,57	6,78 <sup>e</sup> ±0,25
∑AGS	302,50	281,63	274,56	283,98	260,08	283,86	312,45	292,21	298,40
∑AGMI	415,85	317,80	445,82	395,84	363,03	416,33	383,24	340,12	311,77
∑AGPI	214,47	324,74	212,64	257,75	316,70	230,56	263,86	308,01	317,22
∑AGPI/AGS	0,70	1,15	0,77	0,90	1,21	1,23	1,18	1,05	1,06
∑n6	194,16	310,08	182,00	244,24	198,52	202,77	250,63	283,08	302,04
∑n3	20,31	14,66	30,63	13,51	118,18	27,78	13,23	24,92	15,18
∑n6/∑n3	9,55	21,15	5,94	18,07	1,67	7,29	18,94	11,35	19,89

Os resultados são médias com estimativas dos desvios-padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Os valores são médias de análises em triplicata; ∑AGS (somatório dos ácidos graxos saturados); ∑AGMI (somatório dos ácidos graxos monoinsaturados); ∑AGPI (somatório dos ácidos graxos poliinsaturados); ∑n-6 (somatório dos ácidos graxos da série n-6); ∑n-3 (somatório dos ácidos graxos da série n-3) e ∑n-6/n-3 (razão entre somatório dos ácidos da série n-6 e n-3).



A composição corporal dos doze ácidos graxos majoritários encontrados nos alevinos de tilápia alimentados com diferentes fontes de óleos vegetais após 30 dias de experimento está descrita na Tabela 3. Todos os tratamentos avaliados proporcionam desigualdades na quantidade corporal de unidades lipídicas e, possivelmente, podem ser determinantes na caracterização final pela incorporação de ácidos graxos nos tecidos dos animais justamente por suas particularidades conformativas.

Para os ácidos graxos saturados (AGS) houve predominância do palmítico (16:00) em todos os tratamentos. Este elemento também foi encontrado em maior quantidade em filés de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) por Auira & Carvalho (2004) e em tilápia por Justi et al. (2003).

Observou-se que houve um aumento de ácido linoléico (LA) para as tilápias alimentadas durante o mesmo período com ração suplementada com óleo de girassol (299,72 mg/g). Esse comportamento pode ser justificado pelo fato do óleo em questão apresentar um teor elevado do 18:2n-6 eficazmente depositado no músculo. Esse ingrediente, que é extraído da semente do girassol (*Helianthus annuus*), é muito rico em ácidos graxos insaturados, principalmente o linoléico (68,2%) (Mateos et al., 1996).

As dietas elaboradas com óleo de girassol, castanha do Pará e soja influenciam o acréscimo de n-6 e a razão n-6/n-3 das tilápias aos 30 dias de cultivo, provavelmente pelo alto teor de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) constituintes desses ingredientes.

Os peixes alimentados com dietas contendo óleo de linhaça (Tabela 3) apresentam maior concentração (118,18 mg/g) ( $P < 0,05$ ) de ácido linolênico (18:3n-3) quando comparados aos demais. Em contrapartida, aqueles que ingerem ração composta por óleos de castanha do Pará (13,23 mg/g), girassol (14,66 mg/g), gergelim (13,51 mg/g) e macadâmia (15,18 mg/g) incorporam quantidades reduzidas desse nutriente não distintas entre si ( $P > 0,05$ ). Estas diferenças são devido à composição da matéria prima,

ou seja, a linhaça apresenta alíquota de 44,6 a 51,5% de 18:3n-3 (Ceotto, 2000), superando os outros óleos e, como consequência, as alterações na razão n-6/n-3 foram inevitáveis resultando em menor índice em comparação as outras dietas.

Os ácidos graxos majoritários encontrados no presente experimento foram os mesmos encontrados por Barilli (2009) em filés de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), em que o autor utilizou ração suplementada com ácido linoléico conjugado (CLA LUTA-CLA® 60, BASF) e ácido  $\alpha$ -linolênico (LNA) proveniente do óleo de linhaça.

Os lipídeos totais das tilápias analisadas ao final do experimento apresentam constituição semelhante em ácidos graxos quando comparados aos animais avaliados aos 30 dias (Tabela 4). Os resultados esclarecem que os ácidos majoritários de maiores concentrações foram o oléico (18:1n-9) com 382,55 mg/g para o tratamento com óleo de macadâmia não diferindo ( $P>0,05$ ) da canola (380,21), seguido do palmítico (16:0) com 195,04 mg/g para o óleo de castanha do Pará indiferente ( $P>0,05$ ) do tratamento com girassol, amendoim e soja. Além disso, pode-se observar que as carcaças dos alevinos alimentados com a dieta enriquecida com óleo de linhaça apresentam um percentual predominante de 18:3n-3 (106,86 mg/g) em relação aqueles que consumiram as outras dietas.

**Tabela 47:** Composição percentual de ácidos graxos, somatórias e razões de grupos de ácidos graxos em alevinos de tilápias (*Oreochromis niloticus*) aos 60 dias de experimento com inclusão de diferentes óleos (mg/g de LT).

Ácidos Graxos	Fonte de Óleos 60 dias								
	Inicial	Girassol	Canola	Gergelim	Linhaça	Amendoim	Castanha do Para	Soja	Macadamia
14:00	23,21±0,25	26,41 <sup>a</sup> ±0,33	23,79 <sup>bc</sup> ±0,78	22,79 <sup>cde</sup> ±0,16	23,17 <sup>bcd</sup> ±0,67	21,64 <sup>e</sup> ±0,21	24,15 <sup>b</sup> ±0,23	22,09 <sup>de</sup> ±0,43	22,22 <sup>de</sup> ±0,47
16:00	213,47±1,57	191,03 <sup>a</sup> ±1,23	177,91 <sup>b</sup> ±0,61	191,38 <sup>a</sup> ±1,07	178,89 <sup>b</sup> ±5,45	192,12 <sup>a</sup> ±1,05	195,04 <sup>a</sup> ±6,93	190,24 <sup>a</sup> ±1,24	179,47 <sup>b</sup> ±2,04
16:1n-9	7,70±0,35	4,32 <sup>d</sup> ±0,12	5,06 <sup>ab</sup> ±0,13	5,19 <sup>a</sup> ±0,11	4,13 <sup>d</sup> ±0,09	5,01 <sup>ab</sup> ±0,13	4,63 <sup>c</sup> ±0,06	3,75 <sup>e</sup> ±0,06	4,82 <sup>bc</sup> ±0,08
16:1n-7	65,51±0,99	29,75 <sup>e</sup> ±0,29	36,72 <sup>b</sup> ±0,72	35,43 <sup>bc</sup> ±0,86	32,61 <sup>d</sup> ±0,94	36,78 <sup>b</sup> ±0,17	33,69 <sup>cd</sup> ±0,62	33,22 <sup>cd</sup> ±0,66	74,82 <sup>a</sup> ±1,80
18:00	54,75±0,36	66,09 <sup>a</sup> ±1,01	45,26 <sup>d</sup> ±0,38	54,16 <sup>c</sup> ±0,49	54,60 <sup>c</sup> ±0,19	48,02 <sup>d</sup> ±0,68	62,62 <sup>b</sup> ±2,87	54,68 <sup>c</sup> ±0,50	46,72 <sup>d</sup> ±0,29
18:1n-9	320,41±1,95	256,00 <sup>a</sup> ±3,625	380,21 <sup>a</sup> ±2,10	346,49 <sup>c</sup> ±1,59	296,59 <sup>e</sup> ±1,52	363,74 <sup>b</sup> ±4,58	311,15 <sup>d</sup> ±6,12	279,13 <sup>f</sup> ±0,75	382,55 <sup>a</sup> ±3,15
18:1n-7	22,23±0,05	19,69 <sup>e</sup> ±0,32	25,80 <sup>b</sup> ±0,15	21,45 <sup>cd</sup> ±0,44	19,84 <sup>c</sup> ±0,31	21,06 <sup>cd</sup> ±0,22	20,48 <sup>de</sup> ±0,20	21,67 <sup>c</sup> ±0,18	32,93 <sup>a</sup> ±0,73
18:2n-6	174,50±1,08	295,25 <sup>a</sup> ±4,49	178,13 <sup>f</sup> ±0,80	225,71 <sup>d±</sup> 2,01	179,09 <sup>f</sup> ±0,64	196,63 <sup>e</sup> ±1,88	244,75 <sup>c</sup> ±1,53	271,30 <sup>b</sup> ±1,96	143,61 <sup>a</sup> ±1,30
18:3n-3	20,31±0,84	15,18 <sup>d</sup> ±0,26	33,61 <sup>b</sup> ±0,27	15,14 <sup>d</sup> ±0,27	106,86 <sup>a</sup> ±0,77	24,58 <sup>c</sup> ±0,27	12,29 <sup>e</sup> ±0,71	24,35 <sup>c</sup> ±0,35	13,05 <sup>e</sup> ±0,32
20:1n-9	0,00	1,98 <sup>c</sup> ±0,18	1,93 <sup>c</sup> ±0,12	2,35 <sup>c</sup> ±0,27	2,11 <sup>c</sup> ±0,41	3,22 <sup>a</sup> ±0,09	2,13 <sup>c</sup> ±0,35	1,98 <sup>c</sup> ±0,07	5,61 <sup>a</sup> ±0,34
22:00	11,07±0,19	14,86 <sup>de</sup> ±0,38	17,56 <sup>c</sup> ±0,21	18,68 <sup>bc</sup> ±0,26	14,02 <sup>e</sup> ±0,35	19,13 <sup>b</sup> ±0,47	15,96 <sup>d</sup> ±0,52	14,75 <sup>e</sup> ±0,65	22,63 <sup>a</sup> ±0,16
20:4n-6	19,66±0,14	6,78 <sup>bc</sup> ±0,09	6,17 <sup>e</sup> ±0,09	7,26 <sup>b</sup> ±0,01	11,24 <sup>a</sup> ±0,40	6,81 <sup>bc</sup> ±0,11	6,75 <sup>bcd</sup> ±0,16	6,56 <sup>cde</sup> ±0,14	6,23 <sup>de</sup> ±0,20
∑AGS	302,50	298,40	264,53	287,03	270,69	280,91	297,79	281,77	271,06
∑AGMI	415,85	311,77	449,74	410,93	355,30	429,83	372,10	339,77	500,76
∑AGPI	214,47	317,22	217,91	248,11	297,20	228,03	263,81	302,22	162,90
∑AGPI/AGS	0,70	1,06	0,82	0,86	1,09	0,81	0,88	1,07	0,60
∑n6	194,16	302,04	184,30	232,97	190,33	203,44	251,51	277,86	149,85
∑n-3	20,31	15,18	33,61	15,14	106,86	24,58	12,29	24,35	13,05
∑n6/∑n3	9,55	19,89	5,48	15,38	1,78	8,27	20,46	11,41	11,48

Os resultados são médias com estimativas dos desvios-padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Os valores são médias de análises em triplicata.; ∑AGS (somatório dos ácidos graxos saturados); ∑AGMI (somatório dos ácidos graxos monoinsaturados); ∑AGPI (somatório dos ácidos graxos poliinsaturados); ∑n-6 (somatório dos ácidos graxos da série n-6); ∑n-3 (somatório dos ácidos graxos da série n-3) e ∑n-6/n-3 (razão entre somatório dos ácidos da série n-6 e n-3).

Este resultado vem mostrar, que provavelmente, pode-se direcionar o perfil em ácidos graxos do produto final de acordo com a fonte de lipídeo empregada, devido às diferenças nas quantidades deste nas composições dos diferentes óleos, inclusive no que se refere ao teor de ácidos graxos da família n-3 no qual a linhaça é a oleaginosa mais rica (Visentainer et al.,2003a).

Ao final do período experimental, as concentrações do principal ácido graxo saturado, o palmítico (16:00), foram superiores ( $P < 0,05$ ) nos animais alimentados com as dietas contendo óleo de girassol, gergelim, amendoim, castanha do Pará e soja, quando comparados aos demais. Aiura & Carvalho (2004), pesquisando a influência do tanino na composição lipídica e no rendimento de filé de tilápias, encontraram resultados semelhantes demonstrando que os ácidos graxos saturados foram superiores aos outros avaliados.

Os óleos de macadâmia e canola apresentam maior ( $P < 0,05$ ) incorporação do ácido graxo oléico (18:1n-9) aos organismos após 60 dias de fornecimento, distinguindo dos demais. Ng et al. (2000) em estudo com o bagre (*Mystus nemurus*), encontraram valores altos (21,2 – 44,4 % do ácidos graxos 18:1 n-9) no músculo de peixes alimentados com dietas semi-purificadas por 10 semanas.

A composição percentual em ácido graxo linoléico (18:2n-6) ao final do período experimental foi superior ( $P < 0,05$ ) somente nas tilápias que consumiram a ração contendo óleo de girassol, repetindo o verificado aos trinta dias. Da mesma maneira, nos dois períodos avaliados, os peixes alimentados com óleo de canola apresentam, em sua musculatura, menores valores dessa molécula. Os resultados encontrados no presente estudo, portanto, corroboram os encontrados por Aiura & Carvalho (2004) para filé de tilápia.

As concentrações de ácido graxo linolênico (18:3n-3) variam em até 10 vezes dependendo da fonte nutricional utilizada. Essa constatação é confirmada quando comparam-

se os indivíduos que receberam óleo de linhaça (118,18 mg/g) com aqueles que ingeriram macadâmia (13,05).

Os ácidos graxos na carcaça são o reflexo da fonte energética de óleo utilizada. A somatória de unidades lipídicas saturadas para tilápias com 60 dias de experimento varia de 264,53 a 298,40 mg/g de LT entre os diferentes tratamentos. Esses valores são superiores aos encontrados por Visentainer et al. (2003) utilizando óleo de linhaça na composição físico-química e de ácidos graxos de cabeças de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), cuja somatória variou de 23,85 a 24,60 unidade.

A razão AGPI/AGS pode ser usada como parâmetro a fim de indicar se um determinado alimento é saudável. O departamento de Saúde da Inglaterra (HMSO, 1994) recomenda que os valores para esta razão sejam superiores a 0,45. Considerando a razão AGPI/AGS dos peixes aos 30 e 60 dias de experimento observamos valores entre 0,60 a 1,21 e podemos concluir que com a relação a este parâmetro todos os tratamentos proporcionaram ótimo perfil de ácidos graxos e podemos considerar esse alimento como saudável.

Visentainer et al. (2003) avaliando o perfil de ácidos graxos em fígados de tilápias do Nilo. Observaram para a razão AGPI/AGS 0,78 (0 dias); 0,77 (10 dias); 0,80 (20 dias) e 0,64 (30 dias).

No presente estudo aos 30 dias e ao final de 60 dias de experimento foram observados valores semelhantes na relação entre a somatória dos ácidos graxos n-6 e n-3. Baseados em informações de Saúde da Inglaterra (Enser et al., 1998) recomendam valores da razão n-6/n-3 seja no máximo de 4,0. Entretanto, não há um consenso entre a quantidade de ingestão de ácidos graxos n-6 e n-3. WHO/FAO (1995) recomendam um intervalo de 5:1 e 10:1. De acordo com o presente estudo as dietas com canola e amendoim estão dentro dessa relação com relação de 5,48 e 8,27 respectivamente. As dietas com óleo de soja e macadâmia apresentaram relação levemente superior ao limite proposto pela FAO de 11,41 e 11,48

respectivamente. Barilli (2009) comparando o fornecimento de rações enriquecidas com óleo de linhaça para tilápias do Nilo também demonstrou melhora na razão n-6/n-3 nos filés de pacu (*Piaracutus mesopotamicus*).

Neste trabalho podemos observar a importância da inclusão de óleos em dietas de tilápias, pois melhora significativamente, a composição nutricional da carne em teores de AG.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho comprovou que é possível melhorar a qualidade nutricional de tilápias, a partir da incorporação de óleos ricos em ácidos graxos em suas rações. A utilização de fonte lipídica de origem vegetal por 30 dias é o suficiente para incorporação dos ácidos graxos. Recomenda-se a inclusão óleo de linhaça na alimentação de alevinos de tilápias, devido a grande melhoria na relação entre n-6/n-3. A relação observada no final do presente estudo nas tilápias alimentado com rações contendo óleo de linhaça na quantidade de 4% de inclusão proporcionou uma relação de 1,78, portanto poderíamos inclusive trabalhar com o menor teor de inclusão desse óleo ou associação de óleo de linhaça com outros óleos na formulação de rações para essa espécie, devido ao potencial na relação n-6 e n-3

## REFERÊNCIAS

- AIURA, F.S.; CARVALHO, M.R.B. Composição em ácidos graxos e rendimento de filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentada com dietas contendo tanino. **Revista Portuguesa de Ciência Veterinárias**. 2004. 99(550) 93-98.
- BARILLI D. J. Incorporação de Ácido Linoléico Conjugado (CLA) e Ácido  $\alpha$ -Linolênico (LNA) em filés de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). 2009. **Dissertação** de Mestrado. Departamento de Química Universidade Estadual de Maringá. Maringá-PR.
- BLIGH, EG; DYER, WJ. **A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification**. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37:911-917, 1959.
- CEOTTO, B. O que é que a linhaça tem. Dentro das sementes da planta que dá origem ao linho há componentes que equilibram os hormônios femininos e reforçam as defesas do corpo. **Revista Saúde**, p. 37-40, 2000.
- CHAMPE C. P. HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrada** trad. Ane Rose Bolner. 2.ed. ARTMED Editora, p.446. 2002.
- ENSER, M.; HALLETT, K. G.; FURSEY, A.J.; WOOD, J. D.; Harrington G. Meat Scien., V.49, n.329,1998.
- GOMES, L. C.; CHIPARI-GOMES, A. R.; LOPES, N. P.; ROUBACH, R.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M. Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. **Journal of the World Aquaculture Society**. v. 32, n. 4, p. 426-431, 2001.
- HSMO. Reporto n Health and Social Subjects. Department of Health. Nutritional aspects of cardiovascular disease. England, London, v. 46, p. 37-46, 1994.
- JOSEPH, J.D.; ACKMAN, R.G. Capillary column gas-chromatographic method for analysis of encapsulated fish oils and fish oil ethyl-esters - collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.75, p.488-506, 1992.
- JUSTI, K.C., HAYASHI, J.V., VISENTAINER, N.E., SOUZA, N.E., MATSUSHITA, M. (2003). The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids. **Food Chemistry**, 80, 489-493.
- KAUSHIK, S. J. Importance des lipides dans l'alimentation des poissons. **Aquatic Revue**, n. 29, p. 9-16, 1990.
- KUBITZA, F. Nutrição e Alimentação de Tilápias – Parte 1. **Panorama da Aquicultura**, março/abril, 1999.
- LOVSHIN, L.L. Tilapia Aquaculture in Brazil. In: COSTA-PIERCE, B.A.; RAKOCY, J.E. (Ed.). Tilapia aquaculture in the Americas 2. Baton Rouge: The **World Aquaculture Society**, 2000. P. 133-140.

- 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. 1992. **Tese de Doutorado**. FEA/Unicamp, Campinas, SP.
- MATEOS, G.G. et al. Utilization de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: grasas puras y mezclas. In: XII Curso de especialización. 1996, Madrid **Cursos...** Madrid: FEDNA, p. 3-21, 1996.
- MEURER, F. ; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira Zootecnia**, v.32, n.6,p.1801-1809, 2003 (Supl. 2).
- NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL –*Nutrient requirements of fishes*. Washington: National Academy Press, 1993.
- RIBEIRO, P. A. P.; LOGATO, P. V. R.; PAULA, D. A. J. ; COSTA, A. C.; MURGAS, L. D. S.; FREITAS, R. T. F. Efeito do uso de óleo na dieta sobre a lipogênese e o perfil lipídico de tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1331-1337, 2008.
- SAS Institute Inc. **SAS User's guide statistics**. 9ª ed, Cary, North Caroline: SAS Institute Inc., 9.1.3. 2004.
- VISENTAINER, J.V., GOMES, S.T.M., HAYASHI, C., SANTOS-JÚNIOR, 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 Tecnologia de alimentos**, Campinas, 23(3): 478-484, set.-dez. 2003a.
- VISENTAINER, J. V; GOMES, S. T.M.; SILVA, A.B.M.; SANTOS-JÚNIOR, O.O; JUSTI, K.C.; SOUZA, N.E.; HAYASHI, C. MATSUSHITA, M. Composição físico-química e perfil de ácidos graxos em fígados de tilápias (*Oreochromis niloticus*) submetidas ao fornecimento de rações diferenciadas à base de óleos de girassol e linhaça. **Anais Assoc. Bras. Química**, 52(1), 17-21, 2003.
- VISENTATINER, J. V. FRANCO, M. R. B. **Ácidos graxos em óleos e gorduras**: identificação e quantificação. Ed. Varela, São Paulo, 2006.
- WILSON, R. P. 1998. State of art of warmwater fish nutrition. In: AQUICULTURA BRASIL'98, 1, 1998, Recife. **Anais...** Recife: SIMBRAQ, 1998, p. 375-380.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Joint Consultation: fats and oils in human nutrition. *Nutrition Reviews*, v. 53 (7), p.202-205,1995.