

## Substituição do óleo de soja pelo óleo de tilápia, em rações para alevinos de tilápia do Nilo

*Replacement of soybean oil by tilapia oil, in Nile tilapia fingerlings rations*

*Reemplazo de aceite de soja por aceite de tilapia en dietas de alevinos de tilapia del Nilo*

### **Luís Eduardo Ferrari Sanches**

Doutor, Responsável Técnico da Piscicultura Piracema, Maringá, PR  
eduardo@pisciculturapiracema.com.br

### **Paulo Augusto Zaitune Pamplin**

Doutor, Professor Associado III, UNIFAL, Brasil  
paulo.pamplin@gmail.com

### **Carmino Hayashi**

Doutor, Professor Visitante, UNIFAL, Brasil  
hayashi@terra.com.br

**RESUMO**

Com o aumento da produção de tilápia para a produção de filé, seus resíduos, farinha e óleo têm grande disponibilidade e preços competitivos. O presente experimento foi realizado com o objetivo de avaliar o uso de óleo de abatedouro de tilápia como fonte lipídica na alimentação de alevinos. Neste sentido, foram utilizados 200 alevinos, com peso individual aproximado de  $0,6 \pm 0,11$  g aos quais foram fornecidas dietas com 6,52% de lipídeos, substituindo-se o óleo de soja, por óleo de abatedouro de tilápia (0, 25, 50, 75 e 100% de substituição), por 50 dias. Foram verificados os parâmetros de desempenho, composição de carcaça e teor de ácidos graxos no filé e nas vísceras. As diferentes porcentagens de substituição não influenciaram o ganho de peso, conversão alimentar e sobrevivência, mas a composição corporal foi afetada pela fonte lipídica nos teores de umidade e lipídeos. Os teores dos diferentes ácidos graxos refletiram os teores das dietas, com marcante incorporação dos ácidos graxos saturados e monoinsaturados característicos da gordura animal com as substituições. Desta maneira o óleo de tilápia pode substituir parcial ou totalmente o óleo de soja como fonte lipídica para alevinos de tilápia do Nilo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ácidos graxos, desempenho, óleo de tilápia, *Oreochromis niloticus*, substituição.

**ABSTRACT**

*With the increase of the tilapia creation for the production of fillet, its residues, flour and oil have a great availability and competitive prices. This experiment was carried out with the purpose of evaluating the use of tilapia oil as a lipidic source concerning the fingerlings feeding. 200 fingerlings with an individual weight of approximately  $0,6 \pm 0,11$  grams were used. During 50 days they were fed with 6,52% lipid diet in which soybean oil was replaced by 0, 25, 50, 75 and 100 percent tilapia oil, respectively. The performance parameters, the carcass composition and the content of fatty acids on both the fillet and the innards were verified. The different replacement percentages did not influence the weight gain, the feeding conversion, or the survival, however, the body composition was affected by the lipid source in the moisture content and lipids. The content of the different fatty acids reflected the content of the diets with an impressive incorporation of saturated and monounsaturated fatty acids, what is characteristic of animal fat with the substitutions. Therefore, the tilapia oil can partially or totally replace the soybean oil as a lipidic source for Nile tilapia fingerlings.*

**Key words:** Fatty acids, performance, tilapia oil, *Oreochromis niloticus*, substitution

**RESUMEN**

*Con el aumento de la producción de tilapia para la producción de filetes, sus residuos, harina y aceite tienen una gran disponibilidad y precios competitivos. El presente experimento se realizó para evaluar el uso del aceite de sacrificio de tilapia como fuente de lípidos para alevines. En este sentido, se utilizaron 200 alevines, con un peso individual aproximado de  $0.6 \pm 0.11$  g y se suministraron dietas con 6.52% de lípidos, reemplazando el aceite de soja con aceite de sacrificio de tilapia (0, 25, 50, 75 y 100% de reemplazo) por 50 días. Se verificaron los parámetros de rendimiento, la composición de la canal y el contenido de ácidos grasos en el filete y las vísceras. Los diferentes porcentajes de sustitución no influyeron en el aumento de peso, la conversión alimenticia y la supervivencia, pero la composición corporal se vio afectada por la fuente de lípidos en la humedad y el contenido de lípidos. Los niveles de los diferentes ácidos grasos reflejan el contenido de la dieta, con una marcada incorporación de los ácidos grasos saturados y monoinsaturados característicos de la grasa animal con las sustituciones. De esta manera, el aceite de tilapia puede reemplazar parcial o totalmente el aceite de soja como fuente de lípidos para los alevines de tilapia del Nilo.*

**PALABRAS CLAVE:** Ácidos grasos, rendimiento, aceite de tilapia, *Oreochromis niloticus*, reemplazo

## 1 INTRODUÇÃO

Os lipídios em rações para piscicultura apresentam muitas vantagens como o fornecimento de energia a um baixo custo, melhora na conversão alimentar (MARTINO et al., 2002) e no consumo do alimento (LEE et al., 2003), na digestibilidade da energia de farelos vegetais, além de fornecer ácidos graxos essenciais (NRC, 2011). Além dos níveis adequados de lipídios na dieta para um bom crescimento, é muito importante o perfil de ácidos graxos resultante nos filés, tendo em vista que em muitas espécies o perfil de ácidos graxos reflete a sua dieta (BENDIKSEN et al., 2003; LEE et al., 2003), sendo possível manipular este perfil com fontes que forneçam adequados níveis dos ácidos graxos de maior interesse para o consumo humano, tornando a carne do peixe um alimento com maior qualidade.

Com o aumento na produção de tilápias e sua industrialização em grande escala para a produção de filés para o mercado interno e exportação, produz-se uma grande quantidade de resíduos oriundos de abatedouros, que se compõem basicamente das vísceras, cabeças, nadadeiras, peles e espinhas. Neste processo de industrialização das tilápias a produção de filés, correspondem aproximadamente a 35% da matéria prima total (SOUZA & MARANHÃO, 2001), enquanto os 65% restantes representam os resíduos de abatedouro (vísceras, cabeças, nadadeiras, peles e espinha dorsal, etc.) constituindo-se num componente riquíssimo em proteínas e gorduras aproveitados para a produção de farinha de resíduos da indústria de filetagem (BOSCOLO et al., 2005a; 2005b).

Os resíduos oriundos do processamento do pescado são encontrados sob as mais diversas formas, conforme Arruda et al. (2005) que os classificam em quatro categorias, quais sejam alimentos para o consumo humano, ração para animais, fertilizantes e produtos químicos. Como estes resíduos apresentam alto teor de gordura, o processamento para produção de farinha exige um eficiente desengorduramento, para reduzir a peroxidação, resultando na extração de óleos com excelentes qualidades nutricionais, que serão utilizados na alimentação animal, conforme discute Sanches (2004).

Normalmente, os óleos de peixes possuem em sua composição uma variedade de ácidos graxos (saturados, mono e poliinsaturados), além de alto teor de vitaminas, especialmente a vitamina A (LANDS, 2005; PESSATTI, 2001; FELTES et al., 2010; RAMALHO & SUAREZ (2013). Na forma de óleos de peixes, podem ser extraídos de peixes inteiros, vísceras, peles ou no processo de produção de farinha de peixe, sendo composto por 90% de lipídios neutros (triacilgliceróis, ácidos graxos livres) e lipídios polares (fosfolipídios, esfingolipídios e lipídios oxidados (PRENTICE-HERNÁNDEZ, 2011). A obtenção destes óleos passa pelas etapas de cozimento e prensagem, e diversos outros processos de onde obtém-se a torta da farinha e o óleo de peixe bruto, conforme detalha Lima (2013).

Como estes subprodutos de abatedouros vêm tornando-se um grande problema, uma vez que se não reciclados, tornar-se-ão um grande problema ambiental em virtude de sobras no processo de filetagem. Por outro lado, a sua utilização como componente em ração animal seria favorecida pela sua disponibilidade, preço acessível quando comparado com farinhas e óleos importados e, principalmente quando comparado com o óleo de soja que concorre com a alimentação humana e que possui alta cotação no mercado internacional. Assim como o óleo

de vísceras de frango, o óleo de abatedouro de tilápias tem um grande potencial para suprir as necessidades energéticas e de ácidos graxos no cultivo de peixes em todas as suas fases.

Considerando-se que a maior parte do custo na tilapicultura é derivada de gasto com a alimentação (LUTZ, 2000), a substituição de fontes de lipídios com menores custos, certamente contribuirá para a redução do custo total. Portanto, o principal objetivo deste trabalho é avaliar a substituição parcial e total, do óleo de soja (OS) por óleo de tilápia (OT), em rações para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), verificando o seu desempenho, assim como as análises físicas e químicas dos filés e das vísceras e a composição e os perfis de ácidos graxos nas rações, nos filés e nas vísceras corporais dos alevinos.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS:

Foram utilizados 200 alevinos, com peso individual aproximado de  $0,6 \pm 0,11g$ , estocados em 25 aquários de 50 litros (5T X 5R), com oito alevinos por aquário, equipados com aquecimento e aeração. A temperatura foi medida duas vezes por dia, enquanto o pH, oxigênio e condutividade foram medidos a cada três dias.

Os ingredientes alimentares foram previamente moídos em moinho-faca com peneira 0,5 mm de diâmetro, misturados, umedecidas com água a 50°C e, posteriormente peletizados. Os *pellets* foram secados em estufa de ventilação forçada a 55°C por 24 horas, sendo então desintegrados e peneirados em diferentes malhas, para melhor adequação no fornecimento de acordo com o tamanho da boca dos peixes. As composições das rações são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composições das rações com diferentes substituições do óleo de soja pelo óleo de tilápia para os alevinos

Ingrediente (%)	Substituição do óleo de soja pelo óleo de peixe (%)				
	0	25	50	75	100
Farelo de soja	53,34	53,34	53,34	53,34	53,34
Milho	12,28	12,28	12,28	12,28	12,28
Farelo de trigo	15,35	15,35	15,35	15,35	15,35
Farinha de peixe	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Farinha de vísceras	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Bagaço de cana	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Fosfato bicálcico	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Calcário	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Sup. Min. e Vit. <sup>a</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Óleo de soja</b>	<b>4,00</b>	<b>3,00</b>	<b>2,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Óleo de tilapia</b>	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>2,00</b>	<b>3,00</b>	<b>4,00</b>
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ED tilápia (kcal/kg) <sup>b</sup>	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00
PD tilapia (%) <sup>b</sup>	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Gordura (%)	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52
Fibra (%)	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72
Cálcio (%)	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Fósforo total (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Metionina cistina (%)	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79
Lisina (%)	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Custo R\$/Kg	0,656	0,644	0,632	0,620	0,608

<sup>a</sup>Premix (Roche): Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit, A, 1,200,000UI; Vit, D<sub>3</sub>, 200,000UI; Vit, E, 12,000mg; Vit, K<sub>3</sub>, 2,400mg; Vit, B<sub>1</sub>, 4,800mg; Vit, B<sub>2</sub>, 4,800mg; Vit, B<sub>6</sub>, 4,000mg; Vit, B<sub>12</sub>, 4,800mg; Ác, Fólico, 1,200mg; Pantotenato Ca, 12,000mg;

Vit, C, 48,000mg; Biotina, 48mg; Colina, 65,000mg; Niacina, 24,000mg; Ferro, 10,000mg; Cobre, 6,000mg; Manganês, 4,000mg; Zinco, 6,000mg; Iodo, 20mg; Cobalto, 2mg; Selênio, 20mg,

<sup>b</sup> Segundo Boscolo (2001).

Os alevinos foram submetidos a um período de cinco dias de adaptação, sendo posteriormente alimentados à vontade, cinco vezes por dia, enquanto os aquários foram sifonados duas vezes por dia, quando havia a troca de 25% do volume total da água.

Ao final do experimento, os peixes ficaram em jejum por cerca de 24 horas, quando foram mensurados, abatidos e preparados para as análises (tronco limpo, cabeça e vísceras) e posteriormente congelados separadamente para as análises laboratoriais.

As rações utilizadas no experimento, foram submetidas à análises bromatológicas, segundo a metodologia descrita por Silva (1990).

Na extração dos lipídios totais foi empregado o método de Bligh e Dyer (1959), considerando-se as proporções recomendadas entre os solventes metanol, clorofórmio e água tissular. A determinação dos lipídios totais foi realizada gravimetricamente, com modificações do método de Maia (1992), eliminando-se o clorofórmio (fração clorofórmio-lipídios) em evaporador rotatório a vácuo, com banho a 30°C, e o resíduo remanescente de solventes, eliminado com fluxo de nitrogênio gasoso.

Na realização da transesterificação os lipídios totais foram submetidos ao processo de saponificação e metilação, conforme método 5509 da ISO (1978). A fase superior (n-heptano e ésteres metílicos de ácidos graxos) foi transferida para frascos de 5mL de capacidade, fechados hermeticamente e armazenados em congelador (-18°C), para posterior análise cromatográfica. Para a análise cromatográfica dos ésteres metílicos de ácidos graxos, os ésteres de ácidos graxos foram separados em um cromatógrafo gasoso 14-A (Shimadzu, Japão), equipado com coluna capilar de sílica fundida (50m de comprimento, 0,25mm de diâmetro interno e 0,20µm de Carbowax 20M) e detector de ionização de chama. Os fluxos dos gases foram de 1,2mL.min<sup>-1</sup> para o gás de arraste H<sub>2</sub>, 30ml.min<sup>-1</sup> para o gás auxiliar ("make-up") N<sub>2</sub>, e 30 e 300mL.min<sup>-1</sup> para os gases da chama H<sub>2</sub> e ar sintético, respectivamente. A razão de divisão ("split") da amostra foi de 1:100. A temperatura da coluna foi de 150°C por 5 minutos, sendo então elevada para 240°C a uma taxa de 2°C.min<sup>-1</sup>. As temperaturas do injetor e detector foram 220°C e 245°C, respectivamente. As injeções foram realizadas em triplicatas e o volume de injeção foi de 1µL. As áreas dos picos foram determinadas pelo método da normalização, utilizando-se um Integrador-Processador CG-300 (Instrumentos Científicos CG), e a identificação dos picos foi feita por comparação dos tempos de retenção de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado constando de 5 tratamentos com 5 repetições, sendo a média de cada aquário considerada como unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial, sendo os graus de liberdade das variáveis desdobradas em efeitos linear, quadrático ou cúbico.

O modelo estatístico para a análise com regressão foi:  $Y_{ij} = b_0 + b_1 d_i + b_2 (d_i)^2 + b_3 (d_i)^3 e_{ij}$ ; onde:

$Y_{ij}$  = observação no aquário  $j$  submetido ao nível de substituição  $i$ ;

$b_0$  = constante geral;

$b_1$  = coeficiente linear de regressão da variável  $Y$ , em função do nível de substituição  $i$ ;

$b_2$  = coeficiente quadrático de regressão da variável  $Y$  em função do nível de substituição  $i$ ;

$b_3$  = coeficiente cúbico de regressão da variável Y em função do nível de substituição  $i$ ;

$d_i$  = nível de substituição  $i$  ( $i = 0; 25; 50; 75$  ou  $100\%$ )

$e_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação.

O teste de Dunnett foi utilizado para a comparação das médias com o grupo controle (óleo de soja), ao passo que o teste de Tukey foi utilizado para comparar as médias entre os tratamentos. O programa SAEG foi utilizado para as análises estatísticas (Euclides,1983).

### 3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

As variáveis físicas e químicas da água no experimento foram de  $28,04 \pm 2,53^\circ\text{C}$ ,  $25,66 \pm 1,84^\circ\text{C}$ ,  $7,35 \pm 0,19$ ,  $4,67 \pm 0,64\text{mg/L}$  e  $0,16 \pm 0,02 \mu\text{S/min}$ , para temperatura de manhã, temperatura à tarde, pH, oxigênio e condutividade elétrica, respectivamente; sendo que nenhuma variável foi significativamente afetada ( $P>0,05$ ) pelos tratamentos, ficando dentro dos padrões normais para a criação das espécies de peixes tropicais e, portanto não interferindo nos resultados experimentais.

#### Desempenho zootécnico

Em relação ao desempenho dos alevinos, os resultados são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Valores médios finais de peso, sobrevivência, conversão alimentar dos alevinos alimentados com rações contendo diferentes substituições de óleo de soja por óleo de tilápias

Desempenho	% de substituição do óleo de soja				
	0	25	50	75	100
Peso total (g)	61,24	58,59	54,26	57,32	58,97
Peso final (g)	8,69	8,95	8,26	8,20	8,21
Ganho de peso (g)	8,07	8,33	7,64	7,58	8,19
Consumo (g)	89,00	88,05	86,11	85,13	82,43
CA	1,45	1,50	1,59	1,49	1,40
Sobrevivência %	95,00	87,50	90,00	95,00	90,00
Tronco limpo (g)	3,24	3,43	3,10	3,07	3,37

(g) = gramas; C.A. (conversão alimentar) = consumo/peso.

Tronco limpo = (peso vivo – (peso da cabeça, + peso das vísceras + peso das nadadeiras e pele))

Nenhuma variável foi significativamente diferente ( $P>0,05$ )

Os óleos de vísceras de origem animal constituem-se numa importante fonte de energia, porém a alta concentração de ácidos graxos insaturados em sua composição (NRC, 2011) favorece a sua oxidação, fato que compromete a sua qualidade, palatabilidade, eficiência e aproveitamento de vários nutrientes (RACANICCI, 2008). Normalmente, a energia adicional proveniente dos lipídios é armazenada na cavidade abdominal sob forma de gordura visceral, como reserva energética, conferindo maior resistência no inverno, conforme assegura Falcon et al (2017) em experimentos com tilápia do Nilo, onde foram avaliados o desempenho e parâmetros fisiológicos.

Neste experimento, a substituição total ou parcial do óleo de soja pelo óleo de tilápia, não provocou alterações significativas nas variáveis, ganho de peso, peso da carcaça, sobrevivência, consumo alimentar e conversão alimentar aparente, durante o período experimental ( $P>0,05$ ).

Arzel et al. (1994), testaram óleo de peixe e óleo de milho em dietas para truta marrom (*Salmo trutta*) e não encontraram diferenças significativas em seu desempenho, assim como Nwanna e Bolarinwa (2000) utilizando-se de alevinos de tilápias, testaram o óleo de soja, óleo de peixe marinho, óleo de palmeira, e uma mistura de óleos vegetais; e também verificaram não haver diferenças significativas em nas mesmas variáveis.

Utilizando-se de diferentes óleos Martino et al. (2002), Montero et al. (2003) e Bendiksen et al. (2003), respectivamente com surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*), truta (*Sparus aurata*) e salmão do Atlântico (*Salmo salar*), não observaram diferenças significativas no desempenho destes peixes. Turchini et al. (2003) relataram que a truta marrom (*Salmo trutta*) não teve diferença em relação ao seu crescimento, utilizando-se como fonte de lipídios o óleo de peixe ou outros óleos como a canola, oliva, gordura de suínos e óleo de vísceras de aves.

Boscolo et. al (2008), efetivou experimentos objetivando avaliar o desempenho e a sobrevivência de larvas de tilápia do Nilo durante a fase de reversão sexual, utilizando-se de rações com diferentes níveis de inclusão de óleo de resíduos da indústria de filetagem de tilápias em substituição ao óleo de soja, concluindo que o mesmo pode substituir totalmente o óleo de soja neste processo. Sanches (2004) já preconizava que o óleo de soja pode ser perfeitamente substituído pelo óleo de tilápia para alevinos da mesma espécie, sem prejuízos ao desempenho. Os resultados encontrados por Ribeiro (2008) demonstram que a lipogênese em tilápias nilóticas são influenciadas pela composição lipídica da dieta, especialmente em relação as atividades hepáticas da glicose-6-P desidrogenase e da enzima málica, refletida na composição muscular destes peixes, o que evidencia maior deposição de lipídios em animais alimentados com dietas ricas em ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados ômega-6 (favorecem a atividade destas enzimas). Isto aponta fortemente, que a nutrição representa o principal fator que determina uma maior ou menor taxa lipogênica nestes peixes.

Duarte (2017), trabalhando com inclusão de óleo de peixe (5%, 10% e 15%), em dietas para juvenis de tilápias do Nilo, avaliou a bioquímica sanguínea, desempenho produtivo, rendimentos corporais e índices biométricos; concluindo que as dietas experimentais não influenciaram significativamente os parâmetros verificados.

Com relação ao consumo das dietas, que poderia ser prejudicado pela diminuição da atratividade, não foram verificadas diferenças significativas que indique alteração na atratividade das rações com óleo de tilápia; no entanto, Grisdale-Helland *et al.* (2002), relataram que a substituição do óleo de peixe pelo óleo de soja provocou uma diminuição no consumo de ração pelo salmão em algumas fases, sendo necessário um período de adaptação.

Da mesma forma, Alves (2015), avaliando o emprego de diferentes níveis de óleo de tilápias como substituto ao óleo de soja, em relação a qualidade da carne em frangos de corte, verificou-se que houve apenas uma perda de peso por cocção, sendo que num percentual de 75% ocorria uma maior capacidade de retenção de água (carne mais macia e succulenta), não alterando também os parâmetros de aroma e aceitação global.

### **Análises físicas e químicas dos filés e das vísceras de tilápias**

As análises físicas e químicas das vísceras revelaram que os teores de proteína, cinzas e lipídios não foram alterados pelas dietas, havendo um aumento no teor de umidade, com a utilização

única do óleo de peixe. Da mesma forma, as análises físicas e químicas dos filés também não revelaram diferenças nos teores de proteína, no entanto, os teores de umidade, cinzas e lipídeos apresentaram diferenças que são melhor explicadas por regressão linear conforme equações apresentadas na Tabela 3. Estes dados mostram, que os teores de umidade ( $R^2= 0,82$ ) e lipídios ( $R^2= 0,89$ ) no filé diminuem com o aumento da substituição do óleo de soja pelo óleo de tilápia, sendo esta relação inversa para os teores de cinzas ( $R^2= 0,98$ ), que aumentam com o aumento da substituição, conforme a Tabela 3.

**Tabela 3.** Valores médios da composição dos filés e vísceras dos alevinos e resultados de regressão em função da substituição do óleo de soja pelo óleo de tilápia

	% de substituição do óleo de soja				
	0	25	50	75	100
<b>Filés</b>					
Proteína	16,19	16,48	16,72	16,73	17,28
Umidade	76,30 <sup>A</sup>	77,19 <sup>B</sup>	76,66 <sup>A</sup>	76,50 <sup>A</sup>	76,45 <sup>A</sup>
Cinzas	2,43	2,12	2,18	2,26	2,37*
lipídeos	2,56 <sup>A</sup>	2,50 <sup>A</sup>	2,03 <sup>A</sup>	2,02 <sup>A</sup>	1,70 <sup>B</sup>
<b>Vísceras</b>					
Proteína	14,22	15,66	13,30	14,30	13,99
Umidade	69,98 <sup>A</sup>	68,37 <sup>A</sup>	68,76 <sup>A</sup>	69,61 <sup>A</sup>	72,25 <sup>B</sup>
Cinzas	5,12	6,43	5,60	6,32	5,30
Lipídios	5,69	6,18	6,98	5,00	4,45
Filé	Coefficientes	CV	R <sup>2</sup>	Equações	
Proteína	NS	2,817	-	-	
Umidade	Linear	0,288	0,82	$y = 76,548 - 0,009566 X$	
Cinzas	Linear	5,133	0,98	$y = 2,2154 + 0,0033545 X$	
Lipídios	Linear	10,871	0,89	$y = 2,01582 - 0,0095597 X$	

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Dunnet ( $p < 0,05$ )

Lee et al. (2003), trabalhando com juvenis de linguado brilhante (*P. stellatus*), também encontraram diferenças nos teores de umidade e lipídios, sem que as diferentes fontes lipídicas estudadas, afetasse os teores de proteína e cinzas.

Os resultados obtidos neste experimento, assemelham-se parcialmente aos resultados de Nwanna e Bolarinwa (2000), que apontaram que a fonte lipídica afetou os teores de gordura corporal de juvenis de tilápia do Nilo, entretanto El-Sayed (1998), utilizando-se de fontes proteicas alternativas para juvenis de tilápia do Nilo não observaram diferenças nos teores proteicos na composição corporal, que teve alterado apenas os teores de água, lipídios e cinzas. Alguns autores não revelaram diferenças significativas na composição corporal quando da substituição de óleo de peixe por fontes alternativas como óleo de palmeira para o bagre africano, conforme Ng et al. (2003), ou com diferentes fontes de lipídios para alevinos de pintado tal qual Martino et al. (2002) ou ainda na substituição parcial e total do óleo de peixe por óleo de soja em rações para o salmão do atlântico, segundo Grisdale-Helland et al. (2002).

Esta pequena alteração nos lipídios corporais dos peixes, provavelmente se refere ao fato dos teores de lipídios totais na alimentação serem superiores aos exigidos pela espécie, o que pode provocar dependendo da composição da gordura, um aumento ou diminuição de seus teores; nível este que no presente experimento foi de 6,52 % e no caso de Nwanna e Bolarinwa (2000) foi em média 13,62%.

Complementarmente, trabalhando com inclusão de óleo de peixes em dietas para juvenis de tilápias, Duarte (2017) analisou os elementos minerais, a composição centesimal e o teor de

colesterol nos filés, não tendo observado variações significativas nas análises, assim como foi verificado os efeitos destas suplementações sobre a qualidade da carne, não sendo evidenciada diferenças em relação aos padrões conhecidos.

### Perfil de ácidos graxos nas rações, nos filés e nas vísceras dos peixes

A substituição do óleo de soja por óleo de tilápia provocou alterações já esperadas nas rações que tiveram seus teores de AGPI e n-6 diminuídos com o aumento da substituição, e os teores de AGMI e AGS aumentados com a substituição os primeiros causados principalmente pela diminuição dos teores dos ácidos linoleico e linolênico, e os últimos pelo aumento nos teores dos ácidos oleico, palmítico e esteárico. Estas análises mostram ainda que os teores de ácido linoleico (18:2 n-6) tiveram seus teores entre 3,22 a 1,53 % da ração o que fica acima da exigência da espécie que é de 0,5% (NRC, 2011), conforme Tabela 4.

**Tabela 4.** Composição em ácidos graxos das rações utilizadas

Ácidos graxos	Substituição do óleo de soja (%)				
	0	25%	50%	75%	100%
C14:0	0,2198	0,4870	0,7958	0,7697	0,8402
C14:1n-5	0,0679	0,1162	0,1952	0,2299	0,3361
C16:0	14,766	16,323	19,728	21,158	25,024
C16:1n-9	0,0800	0,1425	0,2463	0,3136	0,1695
C16:1n-7	0,5856	1,0699	1,8007	2,0798	3,1428
C16:1n-5	0,1668	0,1793	0,2993	0,3677	0,4923
C18:0	4,4688	5,3389	5,6676	6,6094	6,0784
C18:1n-7	Nd	1,7735	0,7942	2,0073	0,7004
C18:1n-9	27,967	30,360	31,697	33,5053	34,163
C18:2n-6	46,022	39,178	32,458	26,626	22,615
C18:2n-4	0,3589	0,3480	0,3475	0,3547	0,2952
C18:3n-6	0,1639	0,1928	0,2002	0,2425	0,2257
C18:3n-3	3,0829	2,7873	2,6836	2,2981	1,8812
C19:1n-7	0,5397	0,6488	0,7193	1,0324	1,1500
C20:0	0,5173	0,3971	0,5101	0,3875	0,2538
C20:1n-9	0,3336	0,2492	0,2373	0,2688	0,5208
C20:5n-3	0,2669	0,1559	0,1496	0,4275	0,4634
C22:4n-6	Nd	Nd	0,1978	0,2792	0,3294
C22:5n-6	Nd	Nd	0,7325	0,1609	0,2647
C22:5n-3	Nd	Nd	0,3021	0,3294	0,4220
C22:6n-3	0,3934	0,2521	0,2369	0,5511	0,6307
Σ	100	100	100	100	100
AgPI	50,288	42,914	37,308	31,269	27,127
AgMI	29,741	34,539	35,989	39,805	40,675
AgS	19,971	22,546	26,701	28,925	32,197
n-6	46,186	39,370	33,588	27,308	23,435
n-3	3,7432	3,1953	3,3742	3,6061	3,3974
AgPI/AgS	2,5188	1,9038	1,3992	1,0810	0,8426
n-6/n-3	12,414	12,325	9,9599	7,7232	6,8978

Ag = ácidos graxos / PI = poliinsaturados / MI = monoinsaturados / S = saturados  
 Dados em % do total de lipídeos.

De um modo geral, os perfis de ácidos graxos refletiram os perfis de ácidos graxos das dietas, tanto no filé, quanto nas vísceras. No filé, foi marcante que os teores de ácido palmítico bem como dos saturados totais que não variaram de forma crescente, como na ração, mostrando que a incorporação de ácidos graxos saturados no filé é limitada por algum mecanismo fisiológico (Tabela 5 e Tabela 6).

**Tabela 5.** Composição em ácidos graxos do filé dos alevinos alimentados com diferentes níveis de substituições do óleo de soja pelo óleo de tilápia

Ácidos graxos	Nível de inclusão de óleo de tilápia									
	0		25%		50%		75%		100%	
C14:0	0,348	a	0,821	aA	1,027	bA	1,093	bA	1,943	bB
C14:1 n-5	0,185	a	0,238	a	0,310	a	0,389	a	0,458	b
C16:0	18,09	a	22,74	a	27,27	a	27,79	b	22,15	a
C16:1 n-9	0,293		0,372		0,483		0,454		0,493	ns
C16:1 n-7	0,785	a	1,415	bA	1,648	bB	1,763	bB	1,751	bB
C16:1 n-5	0,369		0,382		0,505		0,556		0,680	ns
C18:0	9,511		8,253	A	9,782	AB	10,02	AB	11,90	B
C18:1 n-9	30,06		30,33		28,55		31,12		34,54	ns
C18:2 n-6	26,67	a	24,32	aA	18,83	bAB	16,58	bB	13,64	bC
C18:2 n-4	0,404		0,338		0,428		0,44		0,701	ns
C18:3 n-6	0,633		0,778	A	0,563	AB	0,426	B	0,515	AB
C18:3 n-3	1,183	a	1,224	a	1,386	a	1,547	a	1,642	b
C20:0	1,047		1,270		1,019		0,834		0,806	ns
C20:1 n-9	2,149	a	1,443	b	1,500	b	1,348	b	1,816	a
C20:1 n-3	0,413		0,271		0,401		0,307		0,361	ns
C20:3 n-6	1,300		1,000		0,962		0,723		0,921	ns
C20:3 n-3	2,476		1,393		1,717		1,281		1,800	ns
C22:4 n-6	1,256		0,881		1,061		0,738		1,020	ns
C22:5 n-6	1,880		1,528		1,506		1,388		1,267	ns
C22:5 n-3	0,297		0,351		0,282		0,270		0,424	ns
C22:6 n-3	0,660		0,659		0,775		0,928		1,176	ns
$\Sigma$	100		100		100		100		100	
AgPI	36,75	a	32,47	aA	27,51	bB	24,32	bB	23,10	bB *
AgMI	34,25		34,45		33,40		35,94		40,09	*
AgS	28,99		33,08		39,09		39,74		36,80	ns
n-6	31,74	a	28,51	aA	22,92	bB	19,86	bB	17,36	bB*
n-3	5,03		3,90		4,56		4,33		5,40	ns
AgPI/AgS	1,27	a	1,00	a	0,73	b	0,64	b	0,63	b*
n-6/n-3	6,31	a	7,31	aA	5,03	aA	4,58	aB	3,21	bB*
	variável	Equações								R <sup>2</sup>
FILÉ	AGPI	Y = 34,6737 - 0,1251X								0,93
	AGMI	Y = 31,0976 + 0,0779X								0,77
	n-6	Y = 13,0390 - 0,1460X								0,96
	AGPI/AGS	Y = 1,0460 - 0,0048X								0,81
	n-6/n-3	Y = 8,4022 - 0,0531X								0,93

Ag = Ácidos graxos / PI = poliinsaturados / MI = monoinsaturados / S = saturados

Dados em % do total de lipídeos/\* = regressão significativa (P<0,05)

Letras maiúsculas na mesma linha diferem significativamente pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Letras minúsculas na mesma linha diferem significativamente pelo Teste de Dunnet (P<0,05).

**Tabela 6.** Composição em ácidos graxos das vísceras de alevinos alimentados com diferentes níveis de substituições do óleo de soja pelo óleo de tilápia

Ácidos graxos	Níveis de inclusão de óleo de tilápia									
	SOJA		25%OT		50%OT		75%OT		OT	
C14:0	0,595	a	0,875	bA	1,153	bAB	1,350	bB	2,048	bC
C14:1 n-5	0,247	a	0,287	aA	0,335	bA	0,428	bB	0,628	bC
C16:0	25,90	a	26,42	aA	29,75	bB	31,95	bC	41,91	bD*
C16:1 n-9	0,281	a	0,372	bA	0,520	bA	0,490	bA	0,517	bA
C16:1 n-7	0,895	a	1,329	bA	1,637	bAB	1,798	bB	1,643	bB
C16:1 n-5	0,442	a	0,459	aA	0,565	aA	0,62	bA	1,043	bB
C18:0	10,12	a	9,052	aA	10,48	aA	10,33	aA	12,86	bB*
C18:1 n-9	24,84	a	26,44	a	24,84	a	25,05	a	18,39	b*
C18:1 n-7	2,633		2,937		2,914		3,133		3,023	ns
C18:2 n-6	22,55	a	22,99	aA	17,51	bB	15,63	bB	8,55	bC*
C18:2 n-4	0,476		0,463	A	0,525	A	0,451	A	0,518	A
C18:3 n-6	0,590	a	0,550	aA	0,544	aA	0,436	aA	0,281	bA
C18:3 n-3	1,061	a	1,360	b	1,486	b	1,432	b	1,377	b
C20:0	0,969	a	1,091	aA	1,029	aAB	0,761	aB	0,396	bC
C20:1 n-9	1,688	a	1,450	aA	1,446	aA	1,146	bAB	0,865	bB
C20:1 n-3	0,571	a	0,288	bA	0,401	bA	0,282	bA	0,288	bA
C20:3 n-6	1,376	a	0,716	aA	0,706	aA	0,646	bA	0,483	bA
C20:3 n-3	1,810	a	0,938	bA	1,244	bAB	1,216	bAB	1,385	bB
C22:4 n-6	0,758		0,604		0,847		0,660		0,693	ns
C22:5 n-6	1,130		0,834		1,232		1,007		1,334	ns
C22:5 n-3	0,305		0,181		0,203		0,249		0,260	ns
C22:6 n-3	0,763	a	0,369	aA	0,638	aAB	0,949	aB	1,509	bC
Σ	100		100		100		100		100	
AgPI	30,81	a	29,01	aA	24,93	bB	22,67	bC	16,39	bD
AgMI	31,60	a	33,56	bA	32,66	aA	32,95	aA	26,40	bB
AgS	37,00	a	36,56	aA	41,26	bB	43,03	bB	55,17	bC
n-6	26,40	a	25,70	aA	20,83	bB	18,38	bC	11,34	bD
n-3	4,51		3,14		3,97		4,13		4,82	*
AgPI/AgS	0,83	a	0,79	aA	0,60	bB	0,53	bC	0,30	bD
n-6/n-3	5,99	a	8,22	a	5,25	a	4,46	a	2,35	b*
	variável	Equações								R <sup>2</sup>
	16:0	Y = 13,024 + 0,856X - 0,015X <sup>2</sup> + 0,000095X <sup>3</sup>								0,99
	18:0	Y = 1,77 + 0,466X - 0,008X <sup>2</sup> + 0,000046X <sup>3</sup>								0,96
VISCERAS	18:1n-9	Y = 38,503 - 0,808X + 0,015X <sup>2</sup> + 0,000092X <sup>3</sup>								0,97
	18:2n-6	Y = 40,912 - 1,083X + 0,017X <sup>2</sup> + 0,000094X <sup>3</sup>								0,98
	n-3	Y = 2,715 + 0,0207X								0,94
	n-6/n-3	Y = 0,47707 + 0,0735X								0,95

Ag = Ácidos graxos / PI = polinsaturados / MI = monoinsaturados / S = saturados

Dados em % do total de lipídeos/\* = regressão significativa (P<0,05).

Letras maiúsculas na mesma linha diferem significativamente pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Letras minúsculas na mesma linha diferem significativamente pelo Teste de Dunnet (P<0,05).

Diferente dos teores nos filés (Tabela 5), os teores de todos AGS, mirístico, palmítico e esteárico nas vísceras (Tabela 6), aumentaram com o aumento da substituição, mostrando um local preferencial para acumulação destes. No entanto, como não houve um aumento do teor de lipídios nas vísceras houve, portanto, uma substituição da gordura visceral por gordura saturada. No caso da gordura monoinsaturada, representada principalmente pelo ácido oleico, os teores nas vísceras também não aumentaram proporcionalmente com a inclusão do óleo de tilápia,

como aconteceu com seus teores na ração, havendo até uma diminuição dos seus níveis nas vísceras quando do uso exclusivo deste. Contrariamente, os teores de ácidos graxos monoinsaturados tiveram aumentados seus teores no filé, apesar do seu maior representante, o ácido oleico não ter sido significativo.

Segundo Kiessling et al. (2001), os ácidos graxos saturados e monoinsaturados são substratos preferenciais para a produção de energia devido à sua afinidade pela enzima carnitina palmitoil transferase, enzima desencadeadora da  $\beta$  oxidação, e neste caso, o experimento mostrou que as vísceras acumulam ácidos graxos saturados e o músculo acumula ácidos graxos monoinsaturados, talvez porque o músculo utilize mais a gordura saturada e as vísceras utilizam mais a gordura monoinsaturada para o fornecimento de energia. Esta relação não foi encontrada por Caballero et al. (2002), pois estes relatam que a utilização de fontes lipídicas animais provocou um aumento dos AGMI e AGS tanto no fígado, quanto nos filés de truta; no entanto, estes autores utilizaram somente 50% de substituição com o óleo de soja.

Pezzato et al. (1992), trabalhando com juvenis de pacu (*P. mesopotamicus*) alimentados com diferentes fontes de lipídios, observaram um aumento nos teores de AGMI nos filés dos mesmos, assim como diferentemente de nossos dados, obtiveram um aumento também nos teores de AGS nos filés, quando da substituição de óleo vegetal pela gordura animal, demonstrando que a capacidade de incorporar gordura saturada no músculo varia com a espécie. No caso de frangos, Andreotti (2002) relata que a substituição do óleo de soja pelo óleo de frango, provocou um aumento nos teores de ácido palmítico, oléico, AGS, e AGMI, no peito, coxa e sobrecoxa. O fato de ter ocorrido um aumento dos AGS não acompanhado pelo aumento dos AGMI nos filés, deve estar relacionado com a espécie estudada, pois em outras espécies, o aumento acontece de forma igual para os dois somatórios.

Em relação aos teores de ácido linoleico, os quais estão presentes em maiores teores no óleo de soja, ocorreu uma diminuição com o aumento da substituição tanto nos filés quanto nas vísceras, reflexo da sua diminuição também nas rações. Já o ácido  $\alpha$ -linolênico, praticamente não teve seus teores bruscamente modificados, apesar da substituição diminuir seus teores nas rações. Os teores dos outros ácidos graxos poliinsaturados, individualmente não variaram com a substituição, entretanto, seus teores totais foram diminuídos com o aumento da substituição, o que também foi verdade para o somatório dos ácidos graxos da série n-6.

Os resultados de diminuição nos teores do ácido linoleico, n-6 totais e AGPI, com a adição da gordura animal também foram verificados em juvenis de pacu por Pezzato et al. (1992), juvenis de truta por Caballero et al. (2003), juvenis de truta marrom por Turchini et al. (2003) e bagre africano por Ng et al. (2003), devendo-se principalmente aos baixos teores na fonte estudada e o resultante dos seus teores na ração.

Com relação à qualidade da carne, os teores de n-3 não variaram com a substituição, no entanto, os teores de n-6 tiveram uma diminuição significativa com a substituição, o que tornou a relação n-6/n-3 mais adequada (3,21). Entretanto, outros teores como AGS e AGMI também afetam o desempenho do animal, assim como a qualidade da sua carne em concordância com Turchini et al., 2003. Alguns ácidos graxos não apareceram na composição da ração como o 18:1 n-7, 22:4 n-6, 22:5 n-6 e 22:5 n-3, e com exceção do 18:1 n-7, que também não foram detectados nos filés, os outros estavam presentes tanto nas vísceras quanto nos filés, o que pode ser explicado de duas maneiras; ou estes faziam parte da composição inicial dos alevinos ou foram sintetizados a partir de seus precursores da série n-6 (o linoleico) ou pelos da série n-3 o ( $\alpha$  linolênico). Outro ácido graxo de grande importância para a tilápia, o ácido araquidônico, também não apareceu nas dietas e composição corporal, concordando com os resultados obtidos por outros autores que também se utilizaram do óleo de soja, tais como Regost et al. (2003) e Andreotti (2002).

O fato de o perfil de ácidos graxos corporais, resultante da substituição de fontes lipídicas em rações para peixes refletirem o perfil das dietas, foram verificados por muitos pesquisadores em diferentes espécies de peixes, conforme relatos de Regost et al. (2003), Martino et al. (2002), Lee et al. (2003), Caballero et al. (2002), Montero et al. (2003) e Justí et al. (2003).

Silva (2017) realizou estudos visando avaliar o perfil de ácidos graxos da carcaça de alevinos de pacamã (*L. alexandri*) submetidos a dietas com diferentes níveis de substituição da farinha e do óleo de peixe pela farinha e óleo de resíduo de peixe (tilápia), isoprotéicas e isoenergéticas, com quatro níveis de substituição de farinha de peixe pela farinha de resíduo de peixe (0, 10, 20 e 30%) com duas fontes de óleo (peixe e resíduo de peixe). Concluiu que o óleo de resíduo de tilápia pode substituir totalmente o óleo de peixe na dieta para alevinos de pacamã, com resultados nas carcaças com perfil semelhante de ácidos graxos.

Ainda, no tocante aos ácidos graxos e a qualidade nutricional da fração lipídica de filés, Duarte (2017) identificou 34 ácidos graxos na carne, com predominância do ácido oleico (18:1 n9), palmítico (16:0), linoleico (18:2 n6) e esteárico (18:0), sendo que as dietas influenciaram ( $P < 0,05$ ) significativamente os teores dos ácidos graxos: C20:2 n6, C20:3 n6, C20:3 n3, C22:2 n6, C22:5 n6, C22:5 n3 e principalmente o DHA (C22:6 n3). Estas suplementações com o óleo de peixe apontaram nos filés, razões n6/n3 e AGPI/AGS satisfatórias, demonstrando o enriquecimento nutricional do produto. O nível de inclusão de 10% apresentou maior teor de ácidos graxos da série n3 nos filés, ou seja, filés mais saudáveis em termos nutricionais e, portanto, recomendado para o sistema de produção.

#### 4 CONCLUSÃO

Os óleos oriundos dos abatedouros de tilápias podem ser utilizados na substituição parcial ou total do óleo de soja em rações, sem prejuízos ao desempenho de alevinos de tilápia do Nilo, além do fato que a sua utilização proporciona a diminuição nos percentuais de umidade e gordura na carne dos mesmos, melhorando também a relação n-6/n-3 nos filés, além de refletir as dietas utilizadas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. G. M.; BATISTA, A. S. M. et al. Qualidade da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de óleo de vísceras de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Rev. Cient. Prod. Anim.**, v.17, n.2, p.114-121, 2015.

ANDREOTTI, M. O. **Valor nutricional de diferentes fontes lipídicas para frangos de corte**. 2002. Tese de Doutorado. FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP

ARRUDA, L. F.; BORGHESI, R.; OETTERER, M. Silagem ácida- uma tecnologia alternativa para aproveitamento do resíduo do processamento do pescado. **Revista Aquicultura & Pesca**, São Paulo, v. 4, p. 10-14, 2005.

ARZEL, J. et al. Effects of dietary lipid on growth performance and body composition of brown trout (*Salmo trutta*) reared in seawater. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 123, n. 3-4, p. 361-375, 1994.

BENDIKSEN, E. A.; ARNESEN, A. M.; JOBLING, M. Effects of dietary fatty acid profile and fat content on smolting and seawater performance in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 225, n. 1-4, p. 149-163, 2003.

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

BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A. et al. Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias como fonte de proteína e minerais para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1425-1432, 2005a.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. *et al.* Farinha de resíduos da filetagem de tilápias na alimentação de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 1807-1812, 2005b.

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. 707-712, 2008.

CABALLERO, M. J.; OBACH, A.; ROSENLUND, G. *et al.* Impact of different dietary sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 214, n. 1-4, p. 253-271, 2002.

DUARTE, Francine Oliveira Souza. **Caracterização da carne da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetida à dietas suplementadas com óleo de peixe**. [Tese] Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Escola de Veterinária e Zootecnia Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2017. 195p.

EL-SAYED, A. F. M; Total replacement of fish meal with animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L), feeds. **Aquaculture Research**, Stirling, v. 29, p. 275-280, 1998.

EUCLYDES, R.F. **Manual de utilização do programa SAEG** (Sistema para Análises Estatísticas e Genética). Viçosa: UFV, 1983.

FALCON, D. R.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E. *et al.* Lipídeo e vitamina C em dietas preparatórias de inverno para tilápias-do-nilo. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.5, p.1462-1472, 2007 (supl.)

FELTES, M. M. C.; CORREIA, J. F. G.; BEIRÃO, L. H. *et al.* Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.6, p.669-677, 2010

GRISDALE-HELLAND, B. *et al.* Influence of high contents of dietary soybean oil on growth, feed utilization, tissue fatty acid composition, heart histology and standard oxygen consumption of Atlantic salmon (*Salmo salar*) raised at two temperatures. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 207, p. 311-329, 2002.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. 1978. **Animal and vegetable fats and oils - preparation of methyl esters of fatty acids**. Geneve: ISO. Method ISO 5509, p. 01-06.

JUSTI, K. C *et al.* The influence of feed supply time on fatty acid profile of Nile tilápia (*Oreochromis niloticus*) fed on diet enriched with n-3 fatty acids. **Food chemistry**, Amsterdam, v. 80, p. 489-493, 2003.

KIESSLING, A. *et al.* Changes in fatty acid composition in muscle and adipose tissue of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 73, p. 271-284, 2001.

LANDS, W. E. M. **Fish, omega-3 and human health**. 2.ed. Champaign: AOCS Press, 2005. 220p.

LEE, S. M. *et al.* Effect of dietary essential fatty acids on growth, body composition and blood chemistry of juvenile starry flounder (*Platichthys stellatus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 225 p. 269-281, 2003.

LIMA, L. K. F. **Reaproveitamento de resíduos sólidos na cadeia agroindustrial do pescado**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2013.

LUTZ, C. G. Production economics and potential competitive dynamics of commercial tilapia culture in the Americas. In: COSTA-PIERCE, B. A; RAKOY, J. E. **Tilápia Aquaculture in the Americas**. Vol 2. Baton Rouge: W.A.S., 2000. p. 119-132.

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, 1992.

MARTINO, C. R.; CYRINO, J. E. P.; PORTZ, L. T. *et al.* Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 209, n. 1-4, p. 233-246, 2002.

MONTERO, D.; KALINOWSKI, T.; OBACH, A. *et al.* Vegetable lipid sources for gilthead seabream (*Sparus aurata*) effects on fish health. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 225, n. 1-4, p. 353-370, 2003.

NRC. **Nutrient Requirements of Fish**. Washington, National Academy Press, 2011. 376p

NG, W. W. *et al.* Dietary lipid and palm oil source affects growth, fatty acid composition and muscle  $\alpha$ -tocopherol concentration of African catfish *Clarias gariepinus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 215, p. 229-243, 2003.

NWANNA, L. C; BOLARINWA, T. O. Effects of different dietary oils on the growth and economic performance of tilapia, *Oreochromis niloticus*, In: 5º ISTA - INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF TILAPIA IN AMERICAS V. Rio de Janeiro. Proceedings... WAS, 2000. p. 227-234.

PESSATTI, M. L. **Aproveitamento dos subprodutos do pescado**. Itajaí: MAPA/UNIVALI, 2001. 130p.

PEZZATO, L. E. *et al.* Efeitos de diferentes níveis de gordura animal e vegetal sobre o desempenho e depósito de ácidos graxos em pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 7. ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE ORGANISMOS AQUÁTICOS. 1992., Peruibe. Anais... Peruibe: ABRAQ/ABRACOA, 1992. p. 104-109.

PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Óleo de Pescado. In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo. p.608. 2011.

RACANICCI, A. M. C.; MENTEN, J. F. M. *et al.* Efeito do uso de óleo de vísceras de aves oxidado na ração de frangos de corte sobre o desempenho, a composição da carcaça e a estabilidade oxidativa da carne da sobrecoxa. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.3, p.443-449, 2008

RAMALHO, H. F.; SUAREZ, P. A. Z. A química dos óleos e gorduras e seus processos de extração e refino. **Revista Virtual de Química**, v. 5, p. 2-15, 2013.

REGOST, C. *et al.* Total replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in turbot (*Psetta maxima*) 1. Growth performance, flesh fatty acid profile, and lipid metabolism. **Aquaculture**, Amsterdam, n. 217, p. 465-482, 2003.

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. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.8, p.1331-1337, 2008

SANCHES, L. E. F. **Substituição do óleo de soja por óleo de tilápia e óleo de vísceras de aves em rações para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2004. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos**. (Métodos químicos e biológicos) 2.ed., Viçosa: Imprensa Universitária, 1990.

SILVA, B. C. **Farinha e óleo de resíduos de peixe na alimentação de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*)**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2017, 85p. Tese de Doutorado.

SOUZA, M. L.; MARANHÃO, T. C. F. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 897-901, 2001.

TURCHINI, G. M.; MENTASTI, T.; FROYLAND, L. *et al.* Effects of alternative dietary lipid sources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout (*Salmo trutta* L.). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 225, n. 1, p. 251-267, 2003.