

**THIAGO ROTA ALVES FELIPE**

**FONTES DE LIPÍDIOS PARA JUVENIS DE TRAIRÃO (*Hoplias lacerdae*)**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Biologia Animal, para  
obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009

**THIAGO ROTA ALVES FELIPE**

**FONTES DE LIPÍDIOS PARA JUVENIS DE TRAIRÃO (*Hoplias lacerdae*)**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como parte  
das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Biologia Animal, para  
obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**APROVADA: 14 de maio de 2009**

---

Prof. Antonio Policarpo Souza Carneiro

---

Prof. Eduardo Arruda Teixeira Lanna

---

Prof. Jener Alexandre Sampaio Zuanon  
(Co-Orientador)

---

Prof<sup>a</sup>. Mariella Bontempo Duca de Freitas  
(Co-Orientadora)

---

Prof<sup>a</sup>. Ana Lúcia Salaro  
(Orientadora)

Aos meus pais Donizeti Alves Felipe e Zélia Rota Alves Felipe pelo amor incondicional, apoio, por serem meu porto seguro e principalmente pela minha formação como pessoa.

A Thaianne Rota Alves Felipe por ser minha “irmãzinha” e agora também amiga pelo amor “despendido” a mim, pelo companheirismo e respeito.

A minha avó Wanda Bento Rota (*in memoriam*) pelo exemplo de força, coragem, solidariedade e acima de tudo fé...

Amo muito muito vocês!!!

Dedico...

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelas oportunidades, conquistas e pela força para sempre seguir em frente.

Aos meus Pais Donizeti e Zélia e minha irmã Thaiane por sempre apoiarem minhas escolhas, por estarem sempre presentes em minha vida me encorajando e dando forças para nunca desistir de meus objetivos, sempre com respeito ao próximo.

A professora Ana Lúcia Salaro pela orientação, amizade, dedicação, apoio, confiança e paciência, sempre presentes em todas as etapas deste trabalho.

Ao professor e co-orientador Jener Alexandre Sampaio Zuanon pela ajuda no experimento, discussões e interpretações dos dados e pela paciência e amizade.

A professora Céphora Maria Sabarense pela co-orientação e pelos ensinamentos necessários para a execução das análises de perfil lipídico no laboratório de Nutrição e saúde.

Ao Professor Antonio Policarpo Souza Carneiro, pelas orientações e pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Professor Jorge Abdala Dergam pela amizade, ensinamentos e por ter disponibilizado as dependências do Laboratório de Citogenética para armazenamento das amostras.

Ao parceiro, agora doutorando Galileu Crovatto Veras pelos muitos e muitos dias de ralação nos experimentos desde lavar caixa até moer ração. E claro pelas risadas e histórias. Valeu mesmo!!!

Aos estagiários do Setor de Piscicultura e alunos do mestrado em Biologia Animal pelo apoio durante o experimento: Isabel Gertrudes Arrigui de Araújo Neves

(Baixinha), William Chaves (Menino d'Ouro II), Daniel Abreu Vasconcelo Campelo (Daniboy), Gustavo Henrique Franco Martins (Agrônomo), Marcelo Duarte Pontes, Christiane de Oliveira Valente.

Aos alunos e ex alunos de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal: Galileu Crovatto Veras, Cíntia Delgado da Silva, Rodrigo Yutaka Dichoff Kasai, Angélica da Silva Oliveira Christiane de Oliveira Valente e Andréa Kiyoko Ikeda, pela convivência.

A agora Mestre Marina Maria Lelis da Silva pelo auxiliou nas análises laboratoriais no Departamento de Nutrição e Saúde.

Aos técnicos Ricardo de Brito Antonucci e Cassiano Oliveira Silva do Laboratório de análise de alimentos do Departamento de Nutrição e Saúde, pelo apoio e amizade.

Aos funcionários do Setor de Piscicultura: Paulo Soares Bernardo pela ajuda irrestrita não só durante o experimento, mas em todas as atividades na piscicultura e João Antonio de Oliveira, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, pelos ensinamentos práticos.

Aos funcionários do Laboratório de Zoologia: Helvécio de Freitas e Geraldo Pereira Filho, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, pelo apoio durante a realização desta pesquisa e pelas longas conversas nas horas vagas.

Aos funcionários da Secretária do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, Adnilson Brasileiro, Rita Gomes de Souza, Nilo Souza e João Firmino pela atenção, apoio e cópias muitas cópias.

A família Arrigui por me adotarem no Natal, pela hospitalidade, amizade, abrigo e por terem me incluído como “membro” da família.

Aos professores Ana Lúcia Salaro, Antonio Policarpo Souza Carneiro, Eduardo Arruda Teixeira Lanna, Jener Alexandre Sampaio Zuanon, Mariella Bontempo Duca de

Freitas, componentes da banca examinadora, pelas contribuições que muito enriqueceram este trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal pela oportunidade para obtenção do título de mestre.

À Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, pela estrutura e oportunidade para realização da minha Pós-Graduação em Biologia Animal, pelo Departamento de Biologia Animal.

A CAPES, pela (disputada) bolsa de estudo concedida.

Aos Amigos da República Mikarregem Matriz: Thales Simioni Amaral (Monstro), Caroline Muller (Marela / Ruth e Raquel / Paula e Taís), Danilo de Menezes Daloso (Corno) ao calouro Paulo Eduardo de Menezes Silva (Proprietário do celular Branco) e na Filial a Carla Cristina Marques Arrrrce (Paraguaia) e ao gigante Paulo Fellipe Cristaldo (Kbeça/Nanico).

A todos que de alguma maneira colaboraram com a execução deste trabalho

MUITO OBRIGADO.

## **BIOGRAFIA**

THIAGO ROTA ALVES FELIPE, filho de Donizeti Alves Felipe e Zélia Rota Alves Felipe, nasceu em 11 de junho de 1984 na cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul.

Graduou-se em Ciências Biológicas em fevereiro de 2007 pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS).

Ingressou no programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, em nível de Mestrado em março de 2007, no Departamento de Biologia Animal na Universidade Federal de Viçosa (UFV), defendendo a dissertação em maio de 2009.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	x
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
Referências Bibliográficas.....	11
Fontes de lipídios para juvenis de trairão ( <i>Hoplias lacerdae</i> ): Crescimento e perfil de ácidos graxos .....	21
Resumo .....	22
Abstract.....	23
Introdução.....	24
<i>Delineamento e dietas experimentais</i> .....	25
<i>Procedimento Experimental</i> .....	26
<i>Avaliação do crescimento dos peixes</i> .....	26
<i>Análises Laboratoriais</i> .....	27
<i>Análises estatísticas</i> .....	27
Resultados.....	28
Discussão .....	30
Referências .....	33
Tabela 1 - Percentual dos ingredientes utilizados na confecção das dietas experimentais e a composição químico-bromatológica calculada. ....	38
Tabela 2. Ganhos de peso (GP) e comprimento (GC), taxa de crescimento específico (TCE) e conversão alimentar (CA) de juvenis de trairão ( <i>Hoplias lacerdae</i> ) alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleo.....	39
Tabela 3. Composição de ácidos graxos de juvenis de trairão ( <i>Hoplias lacerdae</i> ) alimentados com dietas secas com diferentes fontes de lipídios. ....	40
Tabela 4. Perfil de ácidos graxos das dietas secas com diferentes fontes de lipídios. ....	41
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	42

## RESUMO

FELIPE, Thiago Rota Alves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Maio de 2009. **Fontes de Lipídios para juvenis de Trairão (*Hoplias lacerdae*)**. Orientadora: Ana Lúcia Salaro. Co-orientadores: Céphora Maria Sabarense, Jener Alexandre Sampaio Zuanon e Mariella Bontempo Duca de Freitas.

Com a presente pesquisa objetivou-se avaliar diferentes fontes de óleos em dietas para juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*). Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições e quatro tratamentos (óleos de: canola, linhaça, soja e oliva). Para compor os diferentes tratamentos foram confeccionadas dietas isoprotéicas (42% PB) e isoenergéticas (4569,29 kcal/kg EB), as quais diferiram apenas na fonte de óleo utilizada. Juvenis de trairão com comprimento padrão médio de  $4,77 \pm 1,40$  cm e peso médio de  $1,97 \pm 0,21$  g foram distribuídos em 20 aquários (35 x 30 x 14 cm) contendo sete litros de água (1,14 peixes/L), dotados de filtro biológico, aeração constante e sistema de aquecimento ajustados a  $26 \pm 1,0$  °C. Os aquários foram cobertos com tela preta de dois milímetros de abertura para evitar a fuga dos peixes. Durante todo o período experimental utilizou-se fotoperíodo de 12 horas. Os peixes foram alimentados diariamente, nos horários de 8:00, 13:00 e 17:00 e observados quanto aos comportamentos: alimentar, agressividade e canibalismo. Ao final de 50 dias foi realizada a biometria dos animais para a avaliação dos seguintes índices zootécnicos: ganhos de comprimento e peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar e taxa de sobrevivência. Após a biometria, três peixes por repetição de cada tratamento foram sacrificados e eviscerados para análise do perfil de ácidos graxos. Os resultados dos índices zootécnicos e perfil de ácidos graxos obtidos foram avaliados por meio da análise de variância e as médias foram comparadas pelo critério de Scottt-Knott a 5 % de probabilidade. Em todos os tratamentos foram observados 100% de sobrevivência e ausência de canibalismo entre os peixes. Não foi observado comportamento de

agressividade e dominância entre os peixes. Também não foi observada diferença estatística para os demais índices zootécnicos avaliados. O perfil de ácidos graxos dos animais refletiu o perfil de ácidos graxos das respectivas dietas avaliadas. Portanto, todas as fontes de óleos vegetais avaliadas são indicadas a para a nutrição e saúde de juvenis de trairão.

## ABSTRACT

FELIPE, Thiago Rota Alves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2009. **Sources of lipids for juvenile Trairão (*Hoplias lacerdae*)**. Adviser: Ana Lúcia Salaro. Co-advisers: Céphora Maria Sabarense, Jener Alexandre Sampaio Zuanon and Mariella Bontempo Duca de Freitas.

This study aimed to evaluate diets with different oil sources on juveniles of trairão (*Hoplias lacerdae*). Experimental design was completely randomized with five replications and four treatments (oils: canola, flaxseed, soybean and olive oils). Treatments were isonitrogenous (42% PB) and isocaloric (4569.29 kcal EB/kg), differing only in the source of oil. Juvenile trairãoes with average  $4.77 \pm 1.40$  cm standard length and  $1.97 \pm 0.21$  g weight were divided into 20 tanks (35 x 30 x 14 cm) at 1.14 fish / L density. Aquaria were equipped with biological filter, constant aeration and heating system adjusted to  $26 \pm 1.0$  ° C. The aquaria were covered with black screen of two millimeters of opening to prevent fish to escape, and 12-hour photoperiod. Fish were fed daily at 8:00, 13:00 and 17:00 and behavior of feeding, aggression and cannibalism. Were recorded after 50 days biometry was performed on animals for the assessment of after: gains in length and weight, specific growth rate, feed conversion and survival rate. After biometrics, three fish per replicate of each treatment were bled and eviscerated for analysis of fatty acid profile. The results of the zootechnical indices and fatty acid profile were evaluated by analysis of variance and means were compared with Scottt-Knott 5% probability criterion. All treatments yielded 100% survival and absence of cannibalism. There was no aggressive and dominance behavior among the fish. Other zootechnical showed no statistical differences among treatments. The fatty acid profile of the animals followed the fatty acid profile of their diets. We concluded

that fish densities were suitable for survival and that all sources of vegetable oils were appropriate for nutrition and health of juvenile trairões.

## **INTRODUÇÃO GERAL**

## INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, a produção aquícola vem crescendo nos últimos anos passando de 87.674 mil toneladas (1997) para 271.696 toneladas (2006), representando um crescimento em torno de 310% nesta década (FAO, 2002, 2006). Embora o Brasil venha se destacando entre os maiores produtores de pescado, a produção de espécies carnívoras ainda é muito baixa. Segundo TAKAHASHI (2005), entre os peixes de água doce cultivados no mundo, apenas 12% representam as espécies carnívoras.

Fatores como o alto grau de canibalismo e a necessidade de condicionamento alimentar de larvas e alevinos para aceitar dietas processadas (LUZ, *et al.* 2002a), podem explicar a baixa produção dessas espécies. Portanto, para que as espécies carnívoras possam realmente conquistar espaço na piscicultura torna-se necessário à produção em larga escala de alevinos que aceitem dietas processadas. Assim, é fundamental o condicionamento alimentar de larvas ou alevinos (LUZ, *et al.* 2000) uma vez que, essas espécies geralmente não aceitam prontamente as dietas processadas, dificultando sua criação (MOURA *et al.* 2000).

Entre as espécies de peixes carnívoras destaca-se o trairão (*Hoplias lacerdae*, Ribeiro 1908), pertencente à família Erithrinidae (OYAKAWA, 2003), espécie de ocorrência natural nas bacias costeiras dos rios Jequitinhonha e Ribeira, (REZENDE *et al.* 2007). Os indivíduos desta família são predadores, encontrados em diferentes ambientes como, águas rasas e córregos, apresentando adaptações a alterações bruscas do ambiente como a concentração de oxigênio dissolvido na água (RANTIN *et al.* 1992). Características como facilidade em adaptar-se às condições de cativeiro (NEVES, 1996; ANDRADE *et al.* 1998), rusticidade, elevado ganho de peso, baixo dispêndio de energia devido ao seu comportamento sedentário (GONTIJO, 1984), carne de excelente qualidade tornam essa espécie promissora para a piscicultura nacional. Os

ótimos índices zootécnicos encontrados na criação de alevinos de trairão condicionados a aceitar dietas processadas, e o mercado consumidor, também contribuem para o sucesso de seu cultivo (LUZ *et al.* 2002b).

Várias pesquisas vêm comprovando a eficiência do condicionamento alimentar em peixes carnívoros, destacando, as de: CRESCÊNCIO (2001) com alevinos de pirarucu (*Arapaima gigas*); FERNANDES *et al.* (2002) com alevinos de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*); LUZ *et al.* (2002a); SALARO *et al.* (2003); NOGUEIRA *et al.* (2005) com alevinos e trairão (*Hoplias lacerdade*); CYRINO & KUBITZA (2003) e SOARES *et al.* (2007) com alevinos de tucunaré (*Cichla sp*) e (*Cichla monoculus*), respectivamente. Portanto, tais pesquisas comprovam que alevinos condicionados a aceitar dietas processadas mantêm esse hábito desde que o fornecimento de ração não seja interrompido (ONO *et al.* 2004).

Embora a técnica de condicionamento alimentar venha sendo cada vez mais aprimorada, impulsionando a produção de alevinos de espécies carnívoras, ainda são restritas as informações a respeito da produção dessas espécies em cativeiro, para que se tornem viáveis economicamente (VERAS, 2009). Neste aspecto, destacam-se os trabalhos de LUZ *et al.* (2001); SALARO *et al.* (2003 e 2008) com alevinos e juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*), respectivamente; BURKERT *et al.* (2008) com surubins (*Pseudoplatystoma sp*); CAVERO *et al.* (2003) com juvenis de pirarucu (*Arapaima gigas*), IMBIRIBA, (2001) com pirarucu e de SOARES (2009), como cultivo intensivo de espécies carnívoras e seus avanços na piscicultura atual. Entretanto, ainda são necessárias novas pesquisas, principalmente com relação à nutrição desses animais, com a formulação de dietas nutricionalmente completas, as quais dependem do conhecimento das exigências nutricionais e do valor biológico dos alimentos para a espécie em estudo (VERAS, 2009).

Com relação à nutrição das espécies de peixes carnívoras, estas necessitam dos mesmos macronutrientes que os demais animais (ROTTA, 2002). Entre os macronutrientes, os lipídios destacam-se como a principal fonte de energia e de fornecimento de ácidos graxos, uma vez que os carboidratos não são facilmente utilizados pela maioria das espécies carnívoras, tendo sua utilização restrita a níveis máximo de 30% (PÉREZ *et al.* 1997; CYRINO *et al.* 2000), em função da dificuldade em hidrolisar carboidratos devido sua complexidade (GATLIN, 1999) e provavelmente por esses animais não possuírem boa atividade amilolítica no trato digestório (WILSON, 1994).

Os lipídios são necessários para o crescimento, desenvolvimento neural e visual, reprodução e eficiência alimentar (BALFRY & HIGGS, 2001), garantindo também a manutenção da integridade estrutural e funcional das membranas (SARGENT *et al.* 1999). Participam em diversos processos biológicos como precursores de hormônios, esteróides e eicosanóides (CALDER, 2001; HALILOGLU *et al.* 2003). Os eicosanóides exercem importantes funções como moduladores químicos em processos biológicos, respostas inflamatórias, estresse, agregação plaquetária, permeabilidade vascular da membrana bem como precursores metabólicos das diversas formas de prostaglandinas e formação de interleucinas (SARGENT, 1995; CALDER, 2001; NELSON & COX, 2006). No sistema imunológico de peixes, os lipídios atuam como moduladores da resposta celular por meio de mudanças na membrana celular, como por exemplo, na permeabilidade e fluidez (MONTERO *et al.* 2003). Além dos efeitos benéficos dos lipídios conferidos à saúde do animal, estes também atuam na melhoria da palatabilidade e textura das rações (NRC, 1993).

Os lipídios também são importantes fornecedores de ácidos graxos essenciais (STEFFENS, 1987). Entre os ácidos graxos, as séries n3 e n6 consistem de ácidos graxos poliinsaturados contendo entre 18 a 22 carbonos (DEVLIN, 2002; NELSON & COX, 2006). As séries n3 e n6 são conhecidas como ácidos graxos essenciais de fundamental importância para o desenvolvimento normal dos peixes (KANAZAWA, 1985).

O ácido linoléico e o  $\alpha$ -linolênico são os representantes mais importantes das séries de ácidos graxos n3 e n6, não sendo sintetizados no organismo animal devido à ausência das enzimas  $\Delta$  (delta) 12 e  $\Delta$  (delta) 15 dessaturases, as quais estão presentes apenas em plantas (SIMOPOULOS, 1991, 2002a, CALDER, 1997, 1998, 2001, WALLIS *et al.* 2002).

Os ácidos linoléico e  $\alpha$ -linolênico são substratos da mesma enzima, a delta-6-dessaturase, portanto, competem entre si na mesma via metabólica. O ácido  $\alpha$ -linolênico da série n3, apresentam maior afinidade por essa enzima, quando comparados aos da série n6. O excesso de n3 poderá diminuir a conversão do ácido linoléico em araquidônico, e conseqüentemente levar a formação de maior quantidade de EPA e DHA (MADSEM *et al.* 1999; KELLEY, 2001). Portanto, é necessário o equilíbrio entre o fornecimento ou consumo dos dois ácidos graxos, sendo indicada maior proporção de ácido linoléico (n6) em relação ao  $\alpha$ -linolênico (n3) (SALEM, 1999).

Para a alimentação humana, preconiza-se a ingestão de 4 a 10:1 de n6/n3, segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 1995) e SIMOPOULOS (2002a, 2002b, 2004). Entretanto, para os animais, especialmente para os peixes, poucas informações são encontradas na literatura.

O ácido linoléico (n6) é o principal precursor do ácido araquidônico (AA), enquanto o ácido  $\alpha$ -linolênico (n3) é precursor do eicosapentaenóico (EPA), (Figura 1).

Os ácidos graxos AA e EPA são ácidos graxos poliinsaturados com 20 átomos de carbono que formam os fosfolipídios das membranas. O ácido  $\alpha$ -linolênico também é precursor do ácido docosahexaenóico (DHA) (ROSE & CONNOLLY, 1999; TAPIERO *et al.* 2002), importante para o desenvolvimento e funcionamento da retina e do cérebro (SIMOPOULOS, 1991; BIRCH *et al.* 1998). O EPA e o DHA quando incorporados na membrana celular, influenciam na fluidez e na permeabilidade da mesma, atuando na atividade enzimática como receptores, assim como na produção de citocininas e de eicosanóides (SUAREZ-MAHECHA *et al.* 2002; CALDER, 2004; MILJANOVIC *et al.* 2005; STEFFENS & WIRTH, 2005).

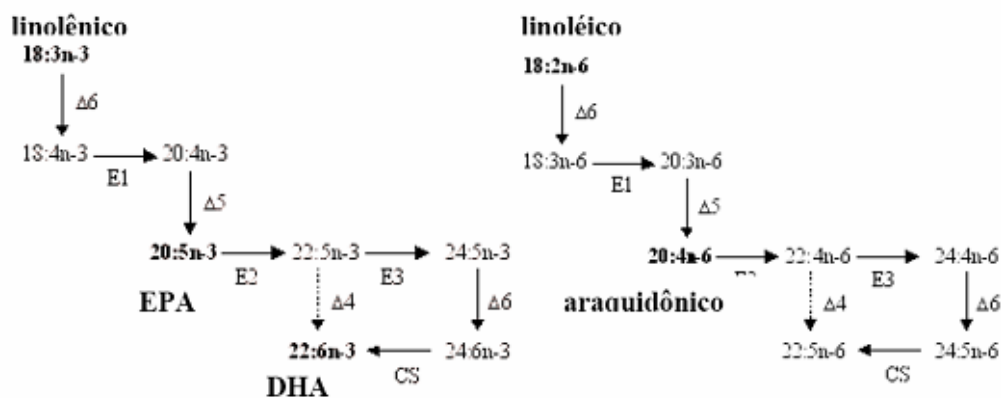


Figura 1 – Esquema simplificado demonstrando a biossíntese dos ácidos graxos poliinsaturados e as rotas de elongações e dessaturações em peixes (onde o  $\Delta$  representam as enzimas dessaturases e E representam as enzimas elongases), (adaptados de TOCHER, 2003)

Pelo fato de tais ácidos não serem sintetizados pelos animais, os mesmos devem ser incorporados em sua alimentação (HENDERSON & TOCHER, 1987; BELL, 1998; THE BRITISH NUTRITION FOUNDATION, 1999; TOCHER, 2003). Os vegetais são os principais fornecedores de ácidos graxos poliinsaturados em dietas para os animais, por serem ricos em ácidos graxos considerados essenciais para os mesmos.

Entre os vegetais, os óleos de soja, girassol, milho, açafrão e algodão possuem ácido graxo linoléico (n6) como componente principal, enquanto que nos óleos de linhaça, canola, noz e plantas com folhas de coloração verde escuro em geral são fontes de  $\alpha$ - linolênico (n3) (BARTSCH, *et al.* 1999; THE BRITISH NUTRITION FOUNDATION, 1999). Entretanto, a maioria dos óleos vegetais ainda não foi testada e avaliada como fontes de lipídios e fornecedores de ácidos graxos na alimentação dos peixes (ULIANA *et al.* 2001), necessitando pesquisas para que se possa indicar a melhor fonte a ser utilizada na formulação de rações para peixes. A tabela 1 apresenta a composição em ácidos graxos dos principais óleos vegetais utilizados em dietas experimentais para peixes.

Tabela 1 - Teor médio de ácidos graxos dos principais óleos vegetais utilizados em dietas experimentais para peixes, composição de alimentos por 100 gramas.

Óleos	Ácidos graxos Saturados (g)	Ácidos graxos Monoinsaturados (g)	Ácidos graxos poliinsaturados (g)	
			Série n-6	Série n-3
Canola <sup>1</sup>	7,9	62,6	20,87	6,78
Oliva <sup>1</sup>	14,9	75,5	8,74	0,75
Linhaça <sup>2</sup>	4,8	19,4	14,3	54,8
Soja <sup>1</sup>	15,2	23,3	53,85	5,72

<sup>1</sup> Tabela brasileira de composição de alimentos TACO (2006);

<sup>2</sup> Adaptado de Almeida (2004);

Assim como a maioria dos animais, os peixes não conseguem sintetizar os ácidos graxos essenciais, os quais devem ser incorporados na dieta (PEZZATO, 1999; SARGENT *et al.* 2002). Com a incorporação desses óleos na dieta dos peixes, pode-se interferir na composição do perfil lipídico desses animais, uma vez que o perfil corpóreo de ácidos graxos dos animais se assemelha ao que recebem da dieta. Assim, pode-se

direcionar o perfil dos ácidos graxos em função das fontes de lipídios empregadas em sua alimentação (PEZZATO, 1999; SARGENT *et al.* 2002).

As exigências nutricionais por ácidos graxos ainda não são conhecidas para a maioria dos peixes. Entretanto, sabe-se que peixes marinhos e de águas frias possuem maior relação de n3/n6 do que os peixes de água doce e clima quente, em função da necessidade em manter a integridade e homeoviscosidade da membrana celular (OLSEN, 1998) e, portanto necessitam de diferentes quantidades de n3/n6.

A diferença na necessidade de ácidos graxos entre os peixes de água salgada e fria e de água doce e clima quente estaria relacionada com a fluidez da membrana, uma vez que, nos animais de água salgada e/ou fria, com a diminuição dos ácidos graxos da série n3, a capacidade de manter a integridade funcional das membranas estaria prejudicada. Também é importante salientar que esses peixes habitam regiões com grande disponibilidade de ácidos graxos da série n3 presentes em sua cadeia trófica (OLSEN, 1998). De uma forma geral, peixes de água doce e clima quente possuem e, portanto, necessitam de maior quantidade de ácidos graxos n6 do que n3 para seu melhor desenvolvimento (NRC 1993). Assim, para o surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) a exigência para ácidos graxos essenciais n6 é maior quando comparada a série n3 MARTINO (2002). Segundo CHOU & SHIAU (1999), para algumas espécies de peixes tropicais, ambas as séries n3 e n6 são essenciais para o máximo crescimento. Para algumas espécies como a tilápia (*Tilapia zillii*) (KANAZAWA, 1985), o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) (STICKNEY & HARDY, 1989) e *yellowtail flounder* (*Limanda ferruginea*) (COPEMAN *et al.* 2002) já são conhecidos as exigências em ácidos graxos.

Ao se estabelecer as exigências nutricionais por ácidos graxos essenciais para peixes deve se levar em consideração fatores genéticos, como espécie e fase de

desenvolvimento (NRC, 1993; JUSTI, *et al.* 2003), fatores ambientais, como temperatura e salinidade (JUSTI, *et al.* 2003; RIBEIRO *et al.* 2007), e principalmente os nutricionais (JUSTI, *et al.* 2003), uma vez que os mesmos irão influenciar diretamente na quantidade e qualidade de ácidos graxos essenciais exigidos pelo animal. Porém, pesquisas que preconizem quantidades necessárias de n3 e n6 em dietas para peixes cultivados ainda são escassas. Assim, é importante não apenas definir a quantidade relativa da ingestão desses ácidos graxos, mas também a sua capacidade de metabolização (SARGENT *et al.* 2002). Isto se torna ainda mais agravante principalmente durante a escolha dos ingredientes utilizados na confecção de rações, uma vez que, geralmente são determinados em função do custo e não pelo seu valor nutricional (PIGOTT & TURCKER, 1987), o que pode comprometer a qualidade final do produto. Portanto, é de fundamental importância pesquisas com novas fontes de ácidos graxos essenciais para que possam ser incorporados em dietas para peixes, assim como a sua atuação no organismo animal.

Além dos efeitos benéficos aos peixes, tais ácidos são de fundamental importância para os seres humanos, uma vez que estão envolvidos na prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares, hipertensão, inflamações em geral, asma, artrite, psoríase e diversos tipos de câncer (HEARN *et al.* 1987; SIMOPOULOS, 1990; SIMOPOULOS & SALEM, 1989; KINSELLA, 1990; WARD, 1995; HIRAHARA, 1994; SCHMIDT & DYERBERG, 1994; MAYSER *et al.* 1998; SANDER, 2000). Neste aspecto e com o avançar das pesquisas, torna-se de grande importância conhecer os níveis de ácidos graxos poliinsaturados, sobretudo os da série n3 presentes na musculatura dos peixes, quer estes sejam provenientes da natureza ou de sistemas de criação em cativeiro (SÚAREZ-MAHECHA, *et al.* 2002), para que se possa indicar sua inclusão na dieta humana.

Baseado no exposto acima, com esta pesquisa objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e o perfil lipídico de ácidos graxos da carcaça de juvenis de trairão alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. Assim, o presente estudo será apresentado no capítulo I sob a forma do artigo intitulado: “Fontes de lipídios para juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*): Desempenho produtivo e perfil de ácidos”, o qual foi redigido segundo normas para publicação da Revista Aquaculture Nutrition.

## Referências Bibliográficas

ALMEIDA, E.G. **Avaliação de diferentes fontes de óleo e do ácido linoléico conjugado sobre desempenho, perfil lipídico e parâmetros ósseos de frango de corte.** Pirassununga: Universidade de São Paulo, 29p, (Relatório de Iniciação Científica), 2004.

ANDRADE, D.R., VIDAL, M.V.J. & SHIMODA, E. Criação do trairão *Hoplias lacerdae*. **Boletim Técnico** (Universidade Estadual Norte Fluminense – UENF), 3, n. 4, p. 23, Campos, Rio de Janeiro, Brasil, 1998.

BALFRY, S.K.; HIGGS, D.A. Influence of dietary lipid composition on the immune system and disease resistance of finfish. In: **Nutrition and Fish Health** (eds. C. LIM e C.D. WEBSTER), The Haworth Press Inc., New York, p. 213-234, 2001.

BARTSCH, H.; NAIR, J.; OWEN, R.W. Dietary polyunsaturated fatty acids and cancers of the breast and colorectum: emerging evidence for their role as risk modifiers. **Carcinogenesis**, v. 20, p. 2209-2218, 1999.

BELL, J.G. Current aspects of lipid nutrition in fish farming. In: BLACK, K. D., PICKERING, A. (Eds), **Biology of Farmed Fish**. Sheffield: Sheffield Academic Press, p. 114-145, 1998.

BIRCH, E. E.; HOFFMAN, D. R.; UAUY, R.; BIRCH, D. G.; PRESTIDGE, C. Visual acuity and the essentiality of docosahexaenoic acid and arachidonic acid in the diet of term infants. **Pediatrics Research**, 44, 201-209, 1998.

CALDER, P.C. n-3 polyunsaturated fatty acids and immune cell function. **Advances in Enzyme Regulation**, v. 37, p. 197-237, 1997.

CALDER, P.C. Fat chance of immunomodulation. **Trends Immunology Today**, v. 19, n. 6, p. 244-247, 1998.

CALDER, P.C. n-3 polynsaturated fatty acids, inflammation and immunity: pouring oil on troubled waters or another fish tale? **Nutrition Research**, v. 21, p. 309-341, 2001.

CALDER, P.C. n-3 Fatty Acids, Inflammation, And Immunity - Relevance To Post surgical And Critically III Patients. **Lipids**, v. 39, 1147-1161, 2004.

CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; GANDRA, A.L.; CRESCÊNCIO, R. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 38, n. 1, p. 103-107. 2003.

CHOU, B.S.; SHIAU, S.Y. Both n-6 and n-3 fatty acids are required for maximal growth of juvenile hybrid tilapia. **North American Journal of Aquaculture**, v. 61, p. 13–20, 1999.

COPEMAN, L.A.; PARRISH, C.C.; BROWN, J.A.; HAREL, M. Effects of docosahxaenoic, eicosapentaenoic, and a rachidonic acids on the early growth, survival, lipid composition and pigmentation of yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*): a live food enrichment experiment. **Aquaculture**, v. 210, p. 285-304, 2002.

CRESCÊNCIO, R. **Treinamento alimentar de alevinos de pirarucu, Arapaima gigas (Cuvier, 1829), utilizando atrativos alimentares**. 2001. 35p. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 2001.

CYRINO, J. E. P.; PORTZ, L.; MARTINO, R. C. Retenção de proteína e energia em juvenis de “Black Bass” *Micropterus salmoides*. **Scientia Agricola**, v.57, n 4, p. 609-616, 2000.

CYRINO, J. E. P. & KUBITZA, F. Dietas para condicionamento alimentar do tucunaré *Cichla sp.* **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 60, n. 4, p. 609-613, 2003.

DEVLIN, T.M. **Manual de Bioquímica com Correlações Clínicas**. 5.ed. São Paulo: Edgard Blucher, p.1007, 2002.

FAO, **The state of world fisheries and aquaculture**. 150p. 2002.

FAO, State of world aquaculture: **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, Rome, Italy, 2006

FERNANDES, E. B.; SENHORINI, J. A.; CARNEIRO, D. J. Crescimento e sobrevivência de larvas de surubim-pintado (*Pseudoplatystoma coruscans* Agassiz, 1829) criadas com alimento vivo. **Boletim Técnico CEPTA**, Pirassununga/SP, v. 15, p. 1-8, 2002.

GATLIN, D.M. Nutrition and feeding of red drum and hybrid striped bass. In CHANG, Y.K.; WANG, S.S. (Ed). **Advances in extrusion technology**. Lancaster: Technomic Publ., p.43 – 52, 1999.

GONTIJO, V.P.M. Produção consorciada de trairão e tilápia. **Informe Agropecuário – Piscicultura**, v.10, n.110, p.26-29, 1984.

HALILOGLU, H.I.; BAYIR, A.; SIRKECIOGLU, A. N., ARAS, N. M.; ATAMANALP, M. Comparisons of fatty acid composition in some tissues of rainbow (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. **Food Chemistry**, v.86, p.55-59, 2003.

HEARN, T.L.; SGOUTAS, S.A.; HEARN, J.A.; SGOUTAS, D.S. Polyunsaturated fatty acids and fat in fish flesh for selecting species for health benefits. **Journal of Food Science**, v.52 p. 1209-1211, 1987.

HENDERSON, R.J.; TOCHER, D.R. The lipid composition and biochemistry fish. **Progress in Lipid Research**, v.26, p.281-347, 1987.

HIRAHARA F, UEDA T, IGARASHI O, KADOKURA, Y. Studies on daily intake of polyunsaturated fatty acids and the ratio of vitamin E/PUFA, **Vitamin**, v. 69, 25–32, 1994.

IMBIRIBA, E. P. Potencial da criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 31, n. 2, p. 299-316, 2001.

JUSTI, K. C. *et al.* 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**, v.80, p.489-493, 2003.

KANAZAWA, A. Essential fatty acid and lipid requirement of fish. In: COWEY, C.B., Mackie, A.M., Bell, J.G. (Eds.). **Nutrition and Feeding in Fish**. Academic Press, London, p.281–298, 1985.

KELLEY, D.S. Modulation of human immune and inflammatory responses by dietary fatty acids. **Nutrition**, v. 17, p. 669-673, 2001.

KINSELLA, J.E. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanisms. **American of Journal Clinical Nutrition**, v. 52, 1-28, 1990.

LUZ, R.K.; SALARO, A.L.; SOUTO, E.F.; ZANIBONI-FILHO, E. Avaliação de canibalismo e comportamento territorial de alevinos de trairão. **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 2, p. 465-469. 2000.

LUZ, R.K.; SALARO, A.L.; SOUTO, E.F.; REIS, A.; SAKABE, R. Desenvolvimento de alevinos de trairão alimentados com dietas artificiais em tanques de cultivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p. 1159-1163, 2001.

LUZ, R.K.; PORTELLA, M.C. Larvicultura de trairão (*Hoplias lacerdae*) em água doce e água salinizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p. 829-834, 2002.

LUZ, R.K.; SALARO, A.L.; SOUTO, E.F.; OKANO, W.Y.; DE LIMA, R.R. Condicionamento alimentar de alevinos de trairão (*Hoplias cf lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1881-1885, 2002.

MADSEN, L.; RUSTAN, A.C.; VAAGENES, H.; BERGE, K.; DYROY, E.; BERGE, R.K. Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid affect mitochondrial and peroxisomal fatty acid oxidation in relation to substrate preference. **Lipids**, v. 34, p. 951-963, 1999.

MARTINO, R. C.; CYRINO, J. E. P. ; PORTZ, L. ; TRUGO, L. C. Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. **Aquaculture**, Holanda, v. 209, n. 1-4, 235-248, 2002.

MAYSER, P.; MROWIETZ, U.; ARENBERGER, P.; BARTAK, P.; BUCHVALD, J., CRISTHOPHER, E.; JABLONSKA, S.; SALMOHOFER, W.; SCHILL, W.B.; KRAMER, H.J.; SCHLOTZER, E.; MAYER, K.; SEEGER, W.; GRIMMINGER, F. Omega-3 fatty acid-based lipid infusion in patients with chronic plaque psoriasis: results of a double-blind, randomized, placebo-controlled, multicenter trial. **Journal of American Academy Dermatology**, v. 38, p. 421, 1998.

MILJANOVIC, B.; TRIVEDI, K. A.; DANA, M. R.; GILBARD, J. P.; BURING, J. E.; SCHAUMBERG, D. A. Relation between dietary n-3 and n-6 fatty acids and clinically diagnosed dry eye syndrome in women. **American Journal of Clinical Nutrition.**, v. 82, n. 4, p. 887-893, 2005.

MONTERO, D., KALINOWSKI, T., OBACH, A., ROBAINA, L., TORT, L., CABALLERO, M. J., IZQUIERDO, M. S. Vegetable lipid sources for gilthead sea bream (*Sparus aurata*): effects on fish health. **Aquaculture**, v. 225, 353-370, 2003.

MOURA, M.A.M.; KUBTIZA, F.; CYRINO, J.E.P. Feed Training of peacock bass (*Cichla* sp.). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 4, p. 645-654. 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of fish**. Washington: National Academy Press, p.114, 1993.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger princípios de bioquímica**. 4ª Ed. São Paulo: Servier, p.1202, 2006.

NEVES, C.A. **Estudo morfológico e histoenzimológico do desenvolvimento ontogenético do trato digestivo de larvas e alevinos de trairão (*Hoplias ef. lacerdae*) e de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*).** 1996, 74 pp. Dissertação Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil, 1996.

NOGUEIRA, G.C.C.B. *et al.* Desempenho produtivo de juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*) alimentados com rações comerciais. **Revista Ceres**, v. 52, n. 302, p.491-497, 2005.

OLSEN, Y. Lipids and essential fatty acids in aquatic foods webs: what can freshwater ecologists learn from mariculture. In: ARTS, M. T., WAINMAN, B. C **Lipids in freshwater ecosystems**. cap. 8, p.161-202, 1998.

ONO, E.A.; HALVERSON, M.R.; KUBITZA, F. Pirarucu, o gigante esquecido. **Panorama da Aqüicultura**, v. 14, n. 81, p. 14-25, 2004.

OYAKAWA, O.T. Family Erithrinidae (Trahiras). In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS JR, C.J., (Ed.). **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central América**. Porto Alegre: Edipucrs, p. 238-241. 2003.

PÉREZ, L.; GONZALES, H.; JOVER, M.; FERNÁNDEZ CARMONA, J. Growth of European sea bass fingerlings (*Dicentrarchus labrax*) fed extruded diets containing varying levels of protein, lipid and carbohydrate. **Aquaculture**, v.156, p.183-193, 1997.

PEZZATO, L. E. Alimentação de peixes: relação custo benefício. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, v. 36, 1999, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: UFRGS, p. 107-118, 1999.

PIGOTT, G. M. and TUCKER, B. W. Science opens new horizons for marine lipids in human nutrition. **Food Review International**, v. 3, p. 105-138, 1987.

RANTIN, F.T.; KALININ, A.L.; GLASS, M.L.; FERNANDES, M.N. Respiratory responses to hypoxia in relation to mode of life of two erythrinid species (*Hoplias malabaricus* and *Hoplias lacerdae*). **Journal of Fish Biology**, v. 41, p. 805-812, 1992.

REZENDE, F.P.; RIBEIRO FILHO, O.P.; DOS SANTOS, L.C.; VIDAL JÚNIOR, M.V. Produção de alevinos de traíra e trairão. **Boletim de Extensão UFV**, n.53, p.29, 2007.

RIBEIRO, P.A.P.; BRESSAN, M.C.; LOGATO, P.V.R.; GONÇALVES, A.C.S. Nutrição lipídica para peixes lipid nutrition for fish. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 4, n. 2, p. 436-455, 2007.

ROSE, D.P.; CONNOLLY, J.M. Omega-3 fatty acids as cancer chemopreventive agents. **Pharmacology & Therapeutics**, v. 83, p. 217-244, 1999.

ROTTA, M. A. Utilização da energia e da proteína pelos peixes. **Embrapa Corumbá**, 24p. Documento, 40. Corumbá, 2002.

SALARO, A.L.; LUZ, R.K.; NOGUEIRA, G.C.C.B.; REIS, A.; SAKABE, R.; LAMBERTUCCI, D.M. Diferentes densidades de estocagem na produção de alevinos de trairão (*Hoplias cf. lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1033-1036, 2003.

SALARO, A.L.; LUZ, R.K.; SAKABE, R.; KASAI, R.Y.D.; LAMBERTUCCI, D.M. Níveis de arraçoamento para alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.967-970, 2008.

SALEM, J.N. Introduction to polyunsaturated fatty acids. **Backgrounder**, v. 3, n. 1, p. 1-8, 1999.

SANDER, A.B.T. 2000 Polyunsaturated fatty acids in the food chain in Europe. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, (suppl), p.176-178, 2000.

SARGENT, J.R. Origins and functions of egg lipids: nutritional implications. **In: BROMAGE, N.R.; ROBERTS, R.J. (Ed.) Broodstock management and egg and larval quality**. London: Blackwell Science Ltd, p.353-372, 1995.

SARGENT, J.; MCEVOY, L.; ESTEVEZ, A.; BELL, G.; BELL, M., HENDERSON, J.; TOCHER, D. Lipid nutrition of marine fish during early development: current status and future directions. **Aquaculture**, v.17, p.217-229, 1999.

SARGENT, J. R., D. R. TOCHER, and J. G. BELL. The lipids. p. 181–257. **In: Fish Nutrition**, 3rd ed, Chap. 4. (Halver, J. E., Ed.). San Diego: Academic Press 2002.

SCHMIDT, E.B, DYERBERG, J. Omega-3 fatty acids. Current status in cardiovascular medicine. **Drugs**, v. 47, p. 405-424, 1994.

SIMOPOULOS A. P., SALEM N JR. n-3 fatty acids in eggs from range-fed Greek chickens. **N. Engl. J. Med.**, v. 321, p. 1412, 1989.

SIMOPOULOS, A. Omega-3 fatty acids in health and disease. **Nutrition and Aging**, n. 1, p. 129-156, 1990.

SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. **American Journal of Clinical Nutrition** v. 54, p. 438-463. 1991.

SIMOPOULOS, A.P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 56, n. 8, p. 365-379, 2002a.

SIMOPOULOS A.P. Omega-3 fatty acids in wild plants, nuts and seeds. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**. v. 11 n.6, p. 163-173, 2002b.

SIMOPOULOS A.P. Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. **Food Reviews International**, v. 20n. 1, p. 77-90, 2004.

SOARES, E. C.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; SILVA, R. C. S. Condicionamento alimentar no desempenho zootécnico do tucunaré. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**. v. 3, n. 2, p.35-48, 2007.

SOARES, E.C. Avanços no cultivo de espécies carnívoras. **PUBVET**, Londrina, v. 2, n. 20, Mai 3, 2008. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=234>>. Acesso em: 11/01/2009.

STEFFENS, W. **Principios fundamentales de la alimentación de los peces**. Madrid: Acribia, p. 275, 1987.

STEFFENS W., WIRTH M. Freshwater fish – an important source of n-3 polyunsaturated fatty acids: a review. **Archives of Polish Fisheries**, 13: 5-16, 2005.

STICKNEY, R.R. & HARDY, R.W. Lipid requirements of some warm water species. **Aquaculture**, v.79, 145–156, 1989.

SUAREZ-MAHECHA, H. Importância de ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.28, n.1, p.101-110, 2002.

TACO, Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA-UNICAMP.- Versão II. - 2. ed. - Campinas, SP: **NEPA-UNICAMP**, 113p, 2006.

TAKAHASHI, N. S. Nutrição de peixe. **Instituto de Pesca**, setembro de 2005.

TAPIERO, H.; NGUYEN, BA, G.; COUVREUR, P.; TEW, K.D. Polyunsaturated fatty acids (PUFA) and eicosanoids in human health and pathologies. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 56, p. 215-222, 2002.

**THE BRITISH NUTRITION FOUNDATION**. n-3 Fatty Acids and Health. Briefing Paper, July, 1999.

TOCHER, D.R. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. **Fisher. Scie**, v.11, n.2, 107-184, 2003.

ULIANA, O.; SILVA, J.H.S.; REZENDE NETO, J. Diferentes fontes de lipídios testadas na criação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*), pisces, pimelodidae. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 129-133, 2001.

VERAS, G.C. **Níveis de proteína e energia em dietas para alevinos de trairão *Hoplias lacerdae***. 2009. 63p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Universidade Federal de Viçosa. 2009.

WALLIS, J.G; WATTS, J.L; BROWSE, J. Polyunsaturated fatty acid synthesis: what will they think of next? **Trends in Biochemical Sciences**, v. 27, n. 9, September, 2002.

WARD, O. P. Microbial Production of Long-chain PUFAs. **Informative**, v. 6, n. 6, p. 683-688, 1995.

WILSON, R.P. Utilization of dietary carbohydrate by fish. **Aquaculture**, v. 24, p. 67-80, 1994.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Joint Consultation: fats and oils in human nutrition. **Nutrition Reviews**. v. 53 n. 7, p. 202-205, 1995.

## **CAPÍTULO I**

### **Fontes de lipídios para juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*): Crescimento e perfil de ácidos graxos**

## **Fontes de lipídios para juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*): Crescimento e perfil de ácidos graxos**

### **Resumo**

Com o presente estudo objetivou-se avaliar a influência da suplementação de diferentes fontes de óleos vegetais sobre o desempenho produtivo e composição de ácidos graxos de juvenis de trairão. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (óleos de: canola, linhaça, soja e oliva) e cinco repetições. Cento e sessenta juvenis de trairão ( $4,77 \pm 1,40\text{cm}$ ) foram distribuídos em 20 aquários com 7 litros de água, filtro biológico, aeração constante e sistema de aquecimento ( $26 \pm 1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Ao final de 50 dias, todos os peixes foram pesados, medidos e contados para avaliação do desempenho produtivo. Três peixes por repetição de cada tratamento foram insensibilizados em gelo e eviscerados para análise do perfil de ácidos graxos. Os resultados de desempenho produtivo e perfil de ácidos graxos de peixes eviscerados foram avaliados por meio da análise de variância e as médias foram comparadas com Scottt-Knott a 5 % de probabilidade. Não foram observadas diferenças significativas entre as fontes de óleos vegetais avaliadas para os parâmetros de desempenho produtivo. O perfil de ácidos graxos dos animais refletiu o perfil de ácidos graxos das respectivas dietas. Todos os óleos vegetais avaliados são indicados para a nutrição dos peixes.

**PALAVRAS-CHAVE:** peixes carnívoros; perfil de ácidos graxos; óleos vegetais; fontes de lipídios; ácido graxo linoléico; ácido graxo  $\alpha$ -linolênico.

## **Lipids sources for juveniles of trairão (*Hoplias lacerdae*): Growth and fatty acid profile**

### **Abstract**

The present study aimed to evaluate the influence of supplementation of different sources of vegetable oils on performance and fatty acid composition of juveniles of trairão. It was used a completely randomized design, with four treatments (canola, flaxseed, soybean and olive oils) and five replications. One hundred and sixty juvenile trairão ( $4.77 \pm 1.40$  cm) were distributed in 20 aquariums with 7 liters of water, biological filter, constant aeration and heating system ( $26 \pm 1.0^\circ\text{C}$ ). Were recorded after 50 days, all fish were weighed, measured and counted to evaluate the productive performance. Three fish per replicate of each treatment were anesthetized in ice and gutted for analysis of fatty acid profile. The performance data and fatty acid profile of eviscerated fish were evaluated by analysis of variance and means were compared with Scottt-Knott 5% probability criterion. There were no significant differences between the sources of vegetable oils evaluated for the productive performance parameters. The fatty acid profile of the animals followed the fatty acid profile of their diets. All vegetable oils were appropriate for the juvenile trairão nutrition.

**KEY-WORDS:** carnivorous fish; fatty acid profile, vegetable oil, sources of lipids, linoleic fatty acids,  $\alpha$ -linolenic fatty acid.

## Introdução

O trairão (*Hoplias lacerdae* Ribeiro, 1908), espécie carnívora de ocorrência natural nas bacias brasileiras dos rios Jequitinhonha e Ribeira, (Rezende, 2007), apresenta ótimos índices zootécnicos. Sua criação utilizando rações comerciais (Salaro *et al.* 2003; Luz *et al.* 2002) só foi possível com o aprimoramento das técnicas para condicionar alevinos desta espécie a aceitar dietas processadas, contribuindo para minimizar perdas por canibalismo (Luz *et al.* 2002).

Características como adaptarem-se bem as condições de cativeiro, rusticidade, elevado ganho de peso e pequeno gasto energético em função ao comportamento sedentário da espécie (Luz & Portella, 2005), vem viabilizando a criação desta espécie em cativeiro. Entretanto, ainda são necessárias pesquisas relacionadas a nutrição da espécie, que permitam melhorar seus índices de produtividade.

Entre os macronutrientes que compõem as dietas para peixes, em especial para as espécies carnívoras, os lipídios se destacam por serem a principal fonte de energia e de ácidos graxos (Pérez *et al.* 1997; Cyrino *et al.* 2000; Sargent *et al.* 2002; Tocher, 2003), portanto, fundamentais para o crescimento, desenvolvimento neural e visual, reprodução (Balfry & Higgs, 2001) e saúde dos animais (Turchini *et al.* 2009). No sistema imunológico, atuam como moduladores da resposta celular (Suarez-Mahecha *et al.* 2002; Calder, 2004; Miljanovic *et al.* 2005; Steffens & Wirth, 2005). A deficiência ou o excesso de lipídios nas dietas dos peixes pode levar o animal apresentar desde diminuição do crescimento ao acúmulo de gordura corporal, o que certamente compromete a saúde dos animais.

Entre os ácidos graxos, os das séries n-3 e n-6, são considerados essenciais a todos vertebrados, inclusive para peixes (Turchini *et al.* 2009). Dessas séries, o ácido linoléico (18:2 n6) e o  $\alpha$  linolênico (18:3 n3) não são sintetizados no organismo animal por não apresentarem as enzimas  $\Delta$ 12 e  $\Delta$ 15 dessaturases (Calder, 2001; Simopoulos, 2002; Wallis *et al.* 2002). Os ácidos linoléico e  $\alpha$ -linolênico são precursores do ácido araquidônico (AA 20:4 n6) e dos ácidos eicosapentaenóico (EPA 20:5 n3) e docosahexaenóico (DHA 22:6 n3), respectivamente (Rose & Connolly, 1999; Tapiero *et al.* 2002; Tocher, 2003). Portanto, os ácidos linoléico e  $\alpha$ -linolênico devem ser incorporados em sua alimentação (Henderson & Tocher, 1987; Bell, 1998; Tocher, 2003).

Em dietas experimentais para peixes tropicais de água doce, os óleos de origem vegetal, como os de soja, canola, oliva, milho, palma, girassol e linhaça vem sendo utilizados por serem excelentes fontes de ácidos graxos essenciais. Entre esses óleos, os de soja, canola e oliva são ricos em ácido graxo linoléico e o de linhaça em  $\alpha$ -linolênico (Bartsch *et al.* 1999, Turchini *et al.* 2009).

A utilização de fontes de lipídios de origem vegetal em dietas para peixes pode influenciar no perfil lipídico da carcaça, uma vez que, o perfil de ácidos graxos dos peixes é reflexo do perfil de ácidos graxos da dieta (Tocher *et al.* 2003; Torstensen *et al.* 2005; Nanton *et al.* 2007). Portanto, a incorporação de óleos vegetais em dietas para os peixes pode melhorar o desenvolvimento, a saúde dos animais e a qualidade do produto final para o consumo humano. Assim, com este experimento objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e o perfil lipídico dos ácidos graxos de juvenis de trairão alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleos vegetais.

## **Material e Métodos**

A presente pesquisa foi realizada no Laboratório de Nutrição de Peixes do Setor de Piscicultura, do Departamento de Biologia Animal (DBA) da Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, MG por um período de 50 dias.

### ***Delineamento e dietas experimentais***

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (óleos de: canola, linhaça, soja e oliva) e cinco repetições. Utilizou-se óleo de oliva extra-virgem (acidez máxima de 0,5%). As dietas experimentais (tabela 1) foram formuladas com base na composição química dos alimentos (Rostagno *et al.* 2005) para apresentarem-se isoprotéicas (42% PB) e isoenergéticas (4569,00 kcal EB/kg). Os ingredientes foram moídos finamente, misturados e umedecidos com água ( $50 \pm 5^\circ\text{C}$ ) e peletizados. Em seguida, as dietas foram secas em estufa de ventilação forçada durante 24 horas a  $55 \pm 5^\circ\text{C}$ . Os péletes foram triturados e peneirados para apresentar granulometria proporcional ao tamanho da boca dos animais (dois mm de diâmetro).

### ***Procedimento Experimental***

Juvenis de trairão com aproximadamente cinco meses de idade, com comprimento padrão de  $4,77 \pm 1,40$  cm e peso de  $1,97 \pm 0,21$  g foram distribuídos em 20 aquários (35 x 30 x 14cm) com sete litros de água, na densidade de oito peixes por aquário. Cada aquário foi considerado como uma unidade experimental. Os aquários foram equipados com filtro biológico, aeração constante e sistema de aquecimento composto por termostatos ajustados a  $26 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$  ligados a aquecedores de 10 W. Todos os aquários foram cobertos com tela preta de dois milímetros de abertura para evitar a fuga dos peixes. Durante o período experimental utilizou-se fotoperíodo de 12 horas.

Os peixes foram alimentados diariamente com as dietas experimentais, até a saciedade, nos horários de 8h:00min, 13h:00min e 17h:00min. Durante o período de fornecimento das dietas os peixes foram observados quanto aos comportamentos: alimentar, agressividade e de canibalismo.

Duas vezes por semana foi realizada a limpeza dos aquários por meio do sifonamento das fezes. A água para a reposição nos aquários foi armazenada em aquários de 500 litros, com aeração constante e temperatura de  $26 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$  a fim de mantê-la com as mesmas características das unidades experimentais.

### ***Avaliação do crescimento dos peixes***

Ao final do experimento todos os peixes dos diferentes tratamentos foram insensibilizados em gelo, pesados e medidos (comprimento padrão). Para avaliação do desempenho produtivo foram calculados os seguintes índices zootécnicos: ganhos em comprimento (GC = comprimento final – comprimento inicial (cm)), ganho em peso (GP = peso final – peso inicial (g)), conversão alimentar (CA = quantidade de alimento consumido/ ganho de peso), taxa de sobrevivência (TS = número final de peixes /número inicial de peixe x 100) e taxa de crescimento específico (TCE (%/dia)).

Para determinação da TCE, foi utilizada a equação proposta por Ricker (1979), apresentada a seguir:

$$TCE = \frac{\ln PF(g) - \ln PI(g)}{\text{tempo}(dias)} \times 100, \text{ em que:}$$

PI = peso inicial médio dos peixes (g);

PF = peso final médio dos peixes (g)

### ***Análises Laboratoriais***

Foram selecionadas três unidades experimentais de cada tratamento, das quais se retirou aleatoriamente três peixes por unidade, os quais foram eviscerados e homogeneizados, para determinação do perfil dos ácidos graxos. O perfil de ácidos graxos dos peixes eviscerados e das dietas experimentais foi realizado no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Nutrição e Saúde, UFV.

Para extração dos lipídios utilizou-se a metodologia de Folch *et al.* (1957), e derivatização dos ácidos graxos pela metodologia descrita pela IUPAC, (1987). O perfil de ácidos graxos foi obtido por cromatografia gasosa, utilizando cromatógrafo a gás GC 17 A Shimadzu/Class GC 10, equipado com coluna cromatográfica de sílica fundida DB-WAX-7032 de 30 m e 0,25 mm de diâmetro interno e detector de ionização de chama e injetor *split*. Os parâmetros utilizados na programação foram: temperatura de detector: 240°C, temperatura do injetor: 240°C, temperatura da coluna com aquecimento a 10°C/minuto de 180 a 240°C, permanecendo nesta temperatura por 10 minutos. O gás de arraste utilizado foi o nitrogênio, fluxo da coluna de 0,6 mL/minuto, velocidade linear de 14 cm/segundo, razão da divisão da amostra no injetor de 1:75, fluxo total de 52 mL/minuto e pressão da coluna de 167Kpa.

### ***Análises estatísticas***

Os resultados de desempenho produtivo e perfil de ácidos graxos obtidos foram avaliados por meio da análise de variância e as médias foram comparadas pelo critério de Scott-Knott a 5 % de probabilidade, utilizando o programa SAEG 9.1 (2007).

## Resultados

Não foram observados comportamentos de agressividade e canibalismo entre os peixes dos diferentes tratamentos. Quanto ao comportamento alimentar não foram observadas diferenças entre os peixes alimentados com as diferentes fontes de óleos avaliadas, com os peletes sendo ingeridos imediatamente após o fornecimento, sem indícios de rejeição.

Para os índices zootécnicos avaliados: ganhos de comprimento (GC) e peso (GP), taxa de sobrevivência (TS), taxa de crescimento específico (TCE) e conversão alimentar (CA), não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os peixes alimentados com diferentes fontes de óleos vegetais (tabela 2).

Com relação ao perfil de ácidos graxos dos peixes eviscerados, não foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para os ácidos graxos mirístico (C14:0) e eicosenóico (C20:1 n9) (tabela 3).

Os peixes alimentados com as dietas contendo óleos de soja e de oliva apresentaram maior proporção do ácido graxo palmítico (C16:0) (16,46% e 15,91% respectivamente), não diferindo estatisticamente entre si, entretanto diferiram estatisticamente dos peixes alimentados com dietas contendo óleos de linhaça e canola. A dieta contendo óleo de canola proporcionou menor valor (14,18%) para o ácido graxo palmítico (tabela 4).

Os peixes alimentados com as dietas contendo óleos de linhaça e soja apresentaram maior proporção para o ácido graxo esteárico (C18:0) (8,15% e 8,14% respectivamente), não diferindo estatisticamente entre si, entretanto diferiram dos peixes alimentados com dietas contendo óleos de canola e oliva. A dieta suplementada com óleo de oliva proporcionou menor valor (6,24%) para o ácido graxo esteárico, valor que diferiu dos demais (tabela 3).

Para o somatório dos ácidos graxos saturados, os peixes alimentados com as dietas contendo óleos de soja e linhaça, apresentaram valores semelhantes entre si e superiores aos demais. Os peixes alimentados com óleo de canola apresentaram o menor valor para o somatório dos ácidos graxos saturados (tabela 3).

Dentre os ácidos graxos monoinsaturados, o ácido oléico (C18:1 9c) nos peixes, apresentou diferença significativa entre todas as dietas experimentais ( $p < 0,05$ ). Os menores valores foram observados para os peixes alimentados com a dieta

suplementada com óleo de oliva, seguidos daqueles alimentados com as dietas suplementadas com óleos de canola, soja e linhaça, respectivamente de 46,89; 42,65; 31,44 e 28,73% (tabela 3).

Entre os ácidos graxos poliinsaturados, o ácido linoléico (ALN) (C18:2 n6) apresentou-se em maior quantidade nos peixes alimentados com a dieta contendo óleo de soja (22,61%), diferindo significativamente dos demais tratamentos ( $p < 0,05$ ). Os valores encontrados nos peixes dos tratamentos contendo óleo de canola (15,36%) e óleo de linhaça (14,93%) foram semelhantes entre si, diferindo também dos animais alimentados com a dieta contendo óleo de oliva (12,19%), que apresentaram a menor quantidade desse ácido graxo, quando comparado com os demais.

Para o ácido graxo  $\alpha$  - linolênico (AALN) (C18:3 n3), os resultados das análises dos peixes foram de 11,90; 1,53; 1,40 e 0,53% para as dietas contendo óleo de linhaça, óleo de canola, óleo de soja e óleo de oliva respectivamente, os quais diferem estatisticamente entre si (tabela 3). Os maiores e menores valores (11,90% e 0,53, respectivamente) foram encontrados nos peixes alimentados com dietas contendo óleos de linhaça e oliva, respectivamente.

Os peixes alimentados com a dieta contendo óleo de linhaça apresentaram maior proporção do ácido graxo docosaheptaenoico (DHA) (C22:6 n3), diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais tratamentos. Os peixes alimentados com as dietas contendo os óleos de soja e canola foram semelhantes entre si (tabela 3). O menor valor para o DHA foi encontrado nos peixes do tratamento com óleo de oliva (1,52%).

Os peixes alimentados com as dietas contendo óleos de soja e de linhaça apresentaram maior proporção para o somatório dos ácidos graxos poliinsaturados (37,17% e 36,93% respectivamente), não diferindo estatisticamente entre si, entretanto diferiram dos peixes dos tratamentos contendo óleos de canola e oliva. O tratamento com óleo de oliva foi o que proporcionou menores valores para o somatório de ácidos graxos poliinsaturados, valores que diferiram dos demais (tabela 3).

## Discussão

A ausência de diferença significativa para o consumo das dietas pode estar relacionada à pronta aceitação das dietas pelos peixes, indicando que as fontes de óleos vegetais avaliadas não influenciaram na palatabilidade das dietas. Tais resultados podem explicar a ausência de canibalismo e de comportamentos de agressividade, comumente observados em espécies carnívoras.

É provável que a ausência de diferença estatística no crescimento dos peixes alimentados com as dietas suplementadas com diferentes óleos vegetais esteja relacionada ao atendimento das exigências nutricionais por energia e ácidos graxos essenciais. Diferentes fontes de óleo em dietas para juvenis de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) também não alteraram o desempenho produtivo desses animais (Shafaeipour *et al.* 2008). Para espécies de peixes não carnívoras como a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Matsushita *et al.* 2006), jundiá (*Rhamdia quelen*) (Losekann *et al.* 2008) e carpa comum (*Cyprinus carpio*) (Graeff & Tomazelli, 2007) também não foram observadas diferenças no desempenho dos animais quando alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleos vegetais.

O perfil de ácidos graxos dos peixes refletiu o perfil lipídico das respectivas dietas, mantendo as proporções relativas para os somatórios de ácidos graxos monoinsaturados, poliinsaturados, ácido linoléico e ácido  $\alpha$ -linolênico. Tais resultados confirmam que o perfil de ácidos graxos do peixe é reflexo do perfil de ácidos graxos da dieta, como encontrados por Regost *et al.* (2003) para pregado (*Psetta máxima*), Visentainer *et al.* (2003) para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), Mourente *et al.* (2005) para *European sea bass* (*Dicentrarchus labrax*, L.), e Francis *et al.* (2006 e 2007) para Murray cod (*Maccullochella peeli peelii*).

A considerável deposição de ácidos graxos saturados nos peixes, mesmo naqueles que receberam dietas com baixos níveis desses ácidos graxos (óleos de canola e linhaça) pode ser decorrente da síntese lipídica, uma vez que, para peixes, a lipogênese é inibida apenas com a inclusão acima de 10% de lipídeos na dieta (Sargent *et al.* 1989). Para os peixes alimentados com dieta suplementada com óleo de linhaça esperava-se menor teor de ácidos graxos saturados, em função de a lipogênese ser inibida em peixes alimentados com dietas contendo altos níveis de ácidos graxos poliinsaturados da série n3 (Nielsen *et al.* 2005), fato que não ocorreu.

Com relação aos ácidos graxos linoléico e  $\alpha$ -linolênico, apesar de terem sido mantidas as proporções relativas às respectivas dietas, os valores observados nos peixes foram menores do que os esperados, exceto para a dieta com óleo de linhaça. Resultados semelhantes foram observados por Regost *et al.* (2003), Francis *et al.* (2006, 2007) e Mourente *et al.* (2005), em pregado (*Psetta máxima*), Murray cod (*Maccullochella peeli peelii*), e European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.), respectivamente. Os maiores valores de ácido graxo  $\alpha$ -linolênico observados nos peixes alimentados com a dieta suplementada com óleo de linhaça deve ser decorrente da grande quantidade (48,44%) deste ácido na dieta, quando comparado com as demais.

Em dietas suplementadas com os óleos de soja, canola e oliva observa-se maior proporção de ácido linoléico em relação ao ácido  $\alpha$ -linolênico e, portanto esperava-se a presença de ácido araquidônico nos animais, uma vez que o ácido linoléico é precursor para sua síntese. Entretanto, não foi detectada a presença deste ácido. Nos animais alimentados com dietas contendo fontes de óleos com maior teor de ácido  $\alpha$ -linolênico observa-se diminuição do teor de ácido araquidônico na carcaça, em função da competição dos ácidos linoléico e  $\alpha$ -linolênico pela enzima delta-6-dessaturase (Madsem *et al.* 1999; Kelley, 2001). Dessa forma, a ausência de ácido araquidônico nos

peixes deste experimento provavelmente não está relacionada com competição dos ácidos graxos precursores da síntese do ácido araquidônico, mas sim na utilização desse ácido para outros processos metabólicos.

Para os peixes alimentados com a dieta suplementada com o óleo de linhaça, o maior teor de ácido docosahexaenóico e a observação do ácido eicosapentaenóico nos peixes pode ser explicado pelo maior teor de seu precursor (ácido  $\alpha$ -linolênico) e menor proporção de ácido linoléico/ácido  $\alpha$ -linolênico na dieta.

Para os peixes alimentados com a dieta suplementada com óleo de oliva foram mantidas as proporções entre os ácidos graxos quando comparados com os da dieta, porém com a ocorrência de altas quantidades de ácidos graxos monoinsaturados e a menor quantidade de ácido  $\alpha$ -linolênico e conseqüentemente do ácido graxo docosahexaenóico quando comparada com os demais tratamentos.

O perfil de ácidos graxos dos animais refletiu o perfil de ácidos graxos das respectivas dietas. Portanto, todos os óleos vegetais avaliados são indicados a para a nutrição dos juvenis de trairão.

## Referências

- Balfry, S.K.; Higgs, D.A. (2001) Influence of dietary lipid composition on the immune system and disease resistance of finfish. In: *Nutrition and Fish Health* (C. LIM e C.D. WEBSTER, eds.), pp213-234. The Haworth Press Inc., New York.
- Bartsch, H.; Nair, J.; Owen, R.W. (1999) Dietary polyunsaturated fatty acids and cancers of the breast and colorectum: emerging evidence for their role as risk modifiers. *Carcinogenesis*, v. **20**, 2209-2218.
- Bell, J.G. (1998) Current aspects of lipid nutrition in fish farming. In: *Biology of Farmed Fish*. Sheffield: Sheffield Academic Press (Black, K. D., Pickering, A. eds), pp114-145.
- Calder, P.C. (2001) n-3 polyunsaturated fatty acids, inflammation and immunity: pouring oil on troubled waters or another fish tale? *Nutr. Res.*, v. **21**, 309-341.
- Calder, P.C. (2004) n-3 Fatty Acids, Inflammation, And Immunity - Relevance To Post surgical And Critically Ill Patients. *Lipids*, v. **39**, 1147-1161.
- Cyrino J.E.P., L. Portz Y R. Martino. (2000) Retenção de proteína e energia em juvenis de “Black Bass” *Micropterus salmoides*. *Sci. Agric.*, v. **57**, n 4, 609-616.
- Folch, J.; Lees, M.; Sloane-Stanley, G.H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, v. **226**, p. 497-509.
- Francis, D. S.; Turchini, G. M.; Jones, P.L.; De Silva, S.S. (2006) Effects of dietary oil source on growth and fillet fatty acid composition of Murray cod, *Maccullochella peelii peelii*. *Aquaculture*. v. **253**, pp. 547-556.

- Francis, D.S.; Turchini, G.M.; Jones, P.J.; De Silva, S.S. (2007) Growth performance, feed efficiency and fatty acid composition of juvenile Murray Cod, *Maccullochella peelii peelii*, fed graded levels of canola and linseed oil, *Aquacult. Nutr.* v. **13**, pp. 335–350.
- Graff, A.; Tomazelli, A. (2007) Fontes e níveis de óleos na alimentação de carpa comum (*Cyprinus carpio* L.) na fase de crescimento. *Cienc. Agrotec.* v. **31**, p. 1545-1551.
- Henderson, R.J.; Tocher, D.R. (1987) The lipid composition and biochemistry fish. *Prog. Lipid Res.*, v. **26**, 281-347.
- IUPAC. (1987) Standard Methods for Analysis of Oils, Fats and Derivatives, Blackwell Scientific Publications, 7<sup>th</sup> ed.
- Kelley, D.S. (2001) Modulation of human immune and inflammatory responses by dietary fatty acids. *Nutrition*, v. **17**, 669-673.
- Losekann, M.E. et al. (2008) Alimentação do jundiá com dietas contendo óleos de arroz, canola ou soja. *Ciência Rural*, v. **38**, n.1, p.225-230.
- Luz, R.K.; Portella, M.C. (2002) Larvicultura de trairão (*Hoplias lacerdae*) em água doce e água salinizada. *Rev. Bras. Zootec.*, v. **31**, n.2, p. 829-834.
- Luz, R. K.; Portella, M.C. (2005) Frequência alimentar na larvicultura do trairão (*Hoplias lacerdae*). *Rev. Bras. Zootec.*, v. **34**, n. 5, 1442- 1448.
- Madsen, L.; Rustan, A.C.; Vaagenes, H.; Berge, K.; Dyroy, E.; Berge, R.K. (1999) Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid affect mitochondrial and peroxisomal fatty acid oxidation in relation to substrate preference. *Lipids*, v. **34**, 951-963.
- Matsushita, M.; Visentainer, J. V.; Souza, N. E.; Hayashi, C.; Santos Júnior, O. O.; Silva, A. B. M.; Furuya, W. M. (2006) Centesimal composition and fatty acids

- profile of freshwater prawn. *Rev. Bras. Zootec. / Bras. Jour. Anim. Sci.*, v. **34**, p. 1577-1580.
- Miljanovic, B.; Trivedi, K. A.; Dana, M. R.; Gilbard, J. P.; Buring, J. E.; Schaumberg, D. A. (2005) Relation between dietary n-3 and n-6 fatty acids and clinically diagnosed dry eye syndrome in women. *Am J Clin Nutr.*, v. **82**, n. 4, 887-893.
- Mourente, G.; Good, J. E.; Bell, J. G. (2005) Partial substitution of fish oil with rapeseed, linseed and olive oils in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): effects on flesh fatty acid composition, plasma prostaglandins E2 and F2, immune function and effectiveness of a fish oil finishing diet. *Aquac. Nutr.*, v.**11**, p.25-40.
- Nanton, D.A.; Vegusdal, A.; Benze-Roraa, A.M.; Ruyter, B.; Baeverfjord. G.; Torstensen, B.E. (2007) Muscle lipid storage pattern, composition, and adipocyte distribution in different parts of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed fish oil and vegetable oil. *Aquaculture*, v.**265**, p.230–243.
- Nielsen, N.S. *et al.* (2005) Effect of structured lipids based on fish oil on the growth and fatty acid composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, v.**250**, p.411-423, 2005.
- Pérez, L.; Gonzales, H.; Jover, M.; Fernández Carmona, J. (1997) Growth of European sea bass fingerlings (*Dicentrarchus labrax*) fed extruded diets containing varying levels of protein, lipid and carbohydrate. *Aquaculture*, v. **156**, 183-193.
- Regost, C.; Arzel, J.; Robin, J.; Rosenlund, G.; Kaushik, S.J. (2003) 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*, v.**217**, p.465-482, 2003.

- Rezende, F.P.; Ribeiro Filho, O.P.; Dos Santos, L.C.; Vidal Júnior, M.V. (2007) Produção de alevinos de traíra e trairão. *Boletim de Extensão UFV*, n.53, p.29.
- Ricker, W.E. Growth rate and models. (1979) In: Hoar, W.S.; Randall, D.J.; Bertt, J.R. (Eds.). *Fish physiology*. London: Academic Press. v.3, p.677-743.
- Rose, D.P.; Connolly, J.M. (1999) Omega-3 fatty acids as cancer chemopreventive agents. *Pharmacol. Ther.*, v. **83**, 217-244.
- Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Oliveira, R.F., Lopes, D.C., Ferreira, A.S. & Barreto, S.L.T. (2005) *Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais*. p.186. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.
- SAEG 9.1(2007) *Sistema para Análises Estatísticas*. FUNARBE, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.
- Salaro, A.L., Luz, R.K., Nogueira, G.C.C.B., Reis, A., Sakabe, R. & Lambertucci, D.M. (2003) Diferentes densidades de estocagem na produção de alevinos de trairão (*Hoplias cf. lacerdae*). *R. Bras. Zootec.*, v. **32**, n.5, 1033-1036.
- Sargent, J.R., Henderson, R.J., Tocher, D.R. (1989) The lipids. In: Halver, J.E. (Ed.), *Fish Nutrition*, 3rd ed. Academic Press, London, pp. 153–218.
- Sargent, J. R., D. R. Tocher, and J. G. Bell. (2002) The lipids. In: *Fish Nutrition* 3rd ed, Chap. 4. (Halver, J. E., ed.), p. 181–257. San Diego: Academic Press.
- Shafaeipour, A.; Yavari, v.; Falahatkar, B.; Maremmazi, J. GH.; Gorjipour, E. (2008) Effects of canola meal on physiological and biochemical parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquac. Nutr*, v. **14**, 110-119.
- Simopoulos, A.P. (2002) The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed. Pharmacother*. v. **56**, n. 8, 365-379.

- Steffens W., Wirth M. (2005) Freshwater fish - an important source of n-3 polyunsaturated fatty acids: a review – *Arch. Pol. Fish.* v. **13**: 5-16.
- Suarez-Mahecha, H. (2002) Importância de ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. **28**, n.1, 101-110.
- Tapiero, H.; Nguyen, Ba, G.; Couvreur, P.; Tew, K.D. (2002) Polyunsaturated fatty acids (PUFA) and eicosanoids in human health and pathologies. *Biomed. Pharmacother.*, v. **56**, 215-222.
- Tocher, D.R. (2003) Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Fisher. Scie*, v.**11**, n.2, 107-184.
- Torstensen, B.E.; Bell, J.G.; Rosenlund, G.; Henderson, R.J.; Graff, I.E.; Tocher, D.R. *et al.* (2005) Tailoring of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) flesh lipid composition and sensory quality by replacing fish oil with a vegetable oil blend. *J. Agric. Food Chem.* v.**53**, n.10, 166-178.
- Turchini, G.M.; Torstensen, B.E.; Ng, W.K. (2009) Fish oil replacement in finfish nutrition. *Rev. Aquac*, v.**1**, 10-57.
- Visentainer, J.V.; Gomes, S. T. M.; Hayashi, C.; Santos-Júnior, O. O.; da Silva, A. B. M.; Justi, K. C.; de Souza, N. E.; Matsushita, M. (2003) 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*). *Cienc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. **23**, n. 3, p. 478-484.
- Wallis, J.G; Watts, J.L; Browse, J. (2002) Polyunsaturated fatty acid synthesis: what will they think of next? *Trends Biochem. Sci.*, v. **27**, n. 9, September.

Tabela 1 - Percentual dos ingredientes utilizados na confecção das dietas experimentais e a composição químico-bromatológica calculada.

<b>Ingrediente</b>	<b>Óleo de soja</b>	<b>Óleo de canola</b>	<b>Óleo de linhaça</b>	<b>Azeite de oliva</b>
<b>Farelo de soja</b>	17,00	17,00	17,00	17,00
<b>Glúten de milho</b>	29,00	29,00	29,00	29,00
<b>Farelo de trigo</b>	9,00	9,00	9,00	9,00
<b>Farinha de Carne - 45</b>	35,07	35,07	35,07	35,07
<b>Celulose</b>	0,60	0,60	0,60	0,60
<b>Óleo de soja</b>	8,00	-	-	-
<b>Óleo de canola</b>	-	8,00	-	-
<b>Óleo de linhaça</b>	-	-	8,00	-
<b>Azeite de oliva</b>	-	-	-	8,00
<b>L-Lisina</b>	0,60	0,60	0,60	0,60
<b>DL- Metionina</b>	0,15	0,15	0,15	0,15
<b>Vitamina C</b>	0,06	0,06	0,06	0,06
<b>Supl. Min. e vitam.<sup>1</sup></b>	0,50	0,50	0,50	0,50
<b>BHT<sup>2</sup></b>	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Total (%)</b>	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Energia bruta (kcal/kg)</b>	4569,29	4569,29	4569,29	4569,29
<b>Energia digestível (%)<sup>3</sup></b>	3607,79	3607,79	3607,79	3607,79
<b>Proteína bruta (%)</b>	42,34	42,34	42,34	42,34
<b>Proteína digestível (%)<sup>3</sup></b>	36,63	36,63	36,63	36,63
<b>Fibra bruta (%)</b>	3,00	3,00	3,00	3,00
<b>Extrato etéreo (%)</b>	13,70	13,70	13,70	13,70
<b>Cálcio total (%)</b>	5,10	5,10	5,10	5,10
<b>Fósforo disponível(%)</b>	2,25	2,25	2,25	2,25
<b>Lisina (%)</b>	1,87	1,87	1,87	1,87
<b>Metionina (%)</b>	0,81	0,81	0,81	0,81

<sup>1</sup> Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 1.200.000UI ; Vit. D3 ; 200.000UI ; Vit. E, 12.000mg ; Vit. K3, 2.400mg ; Vit. B1, 4.800mg ; Vit. B2, 4.800mg ; Vit. B6, 4.000mg; Vit. B12, 4.800mg; Ac. 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>2</sup> Butil-hidróxi-tolueno - BHT (antioxidante)

<sup>3</sup> Valores calculados com base nos valores de energia e proteína digestível para tilápia do Nilo (Rostagno *et al.* 2005)

Tabela 2. Ganhos de peso (GP) e comprimento (GC), taxa de crescimento específico (TCE) e conversão alimentar (CA) de juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*) alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleo.

<b>Parâmetros zootécnicos</b>	<b>Dietas</b>				<b>Coefficiente de Variação</b>
	<b>Óleo de soja</b>	<b>Óleo de canola</b>	<b>Óleo de linhaça</b>	<b>Óleo de oliva</b>	
<b>GP (g)</b>	1,85 ± 0,37	2,25 ± 0,42	2,02 ± 0,27	2,30 ± 0,40	17,508
<b>GC (cm)</b>	1,95 ± 0,31	2,34 ± 0,59	2,06 ± 0,26	2,13 ± 0,30	18,253
<b>TCE</b>	1,31 ± 0,20	1,51 ± 0,15	1,41 ± 0,12	1,54 ± 0,20	11,881
<b>CA</b>	0,99 ± 0,11	0,95 ± 0,07	1,04 ± 0,04	0,99 ± 0,06	7,259

Tabela 3. Composição de ácidos graxos de juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*) alimentados com dietas secas com diferentes fontes de lipídios.

Ácidos Graxos	Fontes de lipídios				Coeficiente de variação
	Óleo de Soja	Óleo de Canola	Óleo de Linhaça	Óleo de Oliva	
<b>Mirístico (C14:0)</b>	0,71 <sup>a</sup> ± 0,03	0,64 <sup>a</sup> ± 0,02	0,63 <sup>a</sup> ± 0,01	0,61 <sup>a</sup> ± 0,06	5,583
<b>Palmitico (C16:0)</b>	16,46 <sup>a</sup> ± 0,58	14,18 <sup>c</sup> ± 0,13	15,17 <sup>b</sup> ± 0,19	15,91 <sup>a</sup> ± 0,11	2,039
<b>Estearico (C18:0)</b>	8,14 <sup>a</sup> ± 0,33	6,97 <sup>b</sup> ± 0,03	8,15 <sup>a</sup> ± 0,06	6,42 <sup>c</sup> ± 0,12	2,431
<b>Σ Saturado</b>	25,55 <sup>a</sup> ± 1,02	22,67 <sup>c</sup> ± 0,13	24,69 <sup>a</sup> ± 0,14	23,98 <sup>b</sup> ± 0,49	2,371
<b>Oléico (C18:1 9c)</b>	31,44 <sup>c</sup> ± 1,10	42,65 <sup>b</sup> ± 0,62	28,73 <sup>d</sup> ± 0,12	46,89 <sup>a</sup> ± 0,48	1,808
<b>Eicosenoico (C20:1 n9)</b>	0,63 <sup>a</sup> ± 0,04	1,03 <sup>a</sup> ± 0,01	0,53 <sup>a</sup> ± 0,01	0,83 <sup>a</sup> ± 0,00	34,979
<b>Σ Monoinsaturado</b>	33,88 <sup>c</sup> ± 1,18	45,55 <sup>b</sup> ± 0,67	31,27 <sup>d</sup> ± 0,24	49,59 <sup>a</sup> ± 0,86	2,020
<b>Linoléico (C18:2 n6)</b>	22,61 <sup>a</sup> ± 0,91	15,36 <sup>b</sup> ± 0,29	14,93 <sup>b</sup> ± 0,08	12,19 <sup>c</sup> ± 0,16	2,987
<b>α Linolênico (C18:3 n3)</b>	1,40 <sup>c</sup> ± 0,06	1,53 <sup>b</sup> ± 0,02	11,90 <sup>a</sup> ± 0,12	0,53 <sup>d</sup> ± 0,01	11,895
<b>Araquidônico (C20:4 n6)</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Eicosapentanóico (C20:5 n3)</b>	nd	nd	0,68 ± 0,09	nd	nd
<b>Docosaheptaenóico (C22:6 n3)</b>	2,53 <sup>b</sup> ± 0,32	2,41 <sup>b</sup> ± 0,11	4,18 <sup>a</sup> ± 0,18	1,52 <sup>c</sup> ± 0,02	7,157
<b>Σ Poliinsaturado</b>	37,17 <sup>a</sup> ± 1,39	26,60 <sup>b</sup> ± 0,24	36,93 <sup>a</sup> ± 0,26	20,52 <sup>c</sup> ± 0,26	2,414

Valores na mesma linha seguidos de letras iguais não diferem entre si (p < 0,05)

nd: Não detectado ao nível de 0,01%

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos das dietas secas com diferentes fontes de lipídios.

<b>Ácidos Graxos</b>	<b>Fontes de lipídios</b>			
	<b>Óleo de soja</b>	<b>Óleo de canola</b>	<b>Óleo de linhaça</b>	<b>Óleo de oliva</b>
<b>Palmítico (C16:0)</b>	15,37	8,98	6,67	14,87
<b>Esteárico (C18:0)</b>	4,56	0,97	2,22	6,43
<b>Σ Saturado</b>	19,94	9,96	8,15	21,30
<b>Palmitoleico (C16:1)</b>	nd	Nd	nd	1,14
<b>Oléico (C18:1 9c)</b>	33,41	63,24	27,80	60,51
<b>Σ Monoinsaturado</b>	33,41	63,24	27,80	61,65
<b>Linoléico (C18:2 n6)</b>	44,60	24,47	15,62	16,06
<b>α Linolênico (C18:3 n3)</b>	2,05	2,34	48,44	0,99
<b>Σ Poliinsaturado</b>	46,65	26,80	64,06	17,05

nd: Não detectado ao nível de 0,01%

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As fontes de óleos utilizadas nos diferentes tratamentos não interferiram no desempenho produtivo dos peixes, mas sim no perfil lipídico dos animais, comprovando que o perfil lipídico dos peixes é reflexo da sua dieta.

São necessários novos estudos com a fase em terminação dos animais para se constatar a manutenção das proporções dos ácidos graxos essenciais para que se possa indicar tal produto para o consumo humano, como alimentos funcionais.

Estudos para se conhecer qual a relação entre ácidos graxos poliinsaturados n6/n3 para as mais diversas espécies de peixes, assim como a avaliações de mais de uma fonte de óleo na dieta do animal, que possa proporcionar melhoria no desempenho, saúde e qualidade ao produto, agregando melhorias na qualidade nutricional e consequentemente agregando valor ao produto final.