

ANDREA KIYOKO IKEDA

**DESEMPENHO PRODUTIVO E TOLERÂNCIA TÉRMICA DE JUVENIS
DE ACARÁ-BANDEIRA (*Pterophyllum scalare*) ALIMENTADOS COM
DIFERENTES FONTES DE LIPÍDEOS**

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

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

126d
2009

Ikeda, Andrea Kiyoko, 1980-

Desempenho produtivo e tolerância térmica de juvenis de
acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) alimentados com
diferentes fontes de lipídeos / Andrea Kiyoko Ikeda.

– Viçosa, MG, 2009.

xiii, 50f.: il. (algumas col.); 29cm.

Orientador: Jener Alexandre S. Zuanon.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. *Pterophyllum scalare*. 2. Peixe - Fisiologia. 3. Peixe -
Nutrição. 4. Peixe ornamental. 5. Lipídeo. 6. Peixe - Efeito
da temperatura. 7. Acará (Peixe). I. Universidade Federal de
Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 597.74

ANDREA KIYOKO IKEDA

**DESEMPENHO PRODUTIVO E TOLERÂNCIA TÉRMICA DE JUVENIS
DE ACARÁ-BANDEIRA (*Pterophyllum scalare*) ALIMENTADOS COM
DIFERENTES FONTES DE LIPÍDEOS**

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: 27 de março de 2009.

Prof.^a Ana Lúcia Salaro
(Co-orientadora)

Prof.^a Mariella B. Duca de Freitas
(Co-orientadora)

Prof. Laércio dos Anjos Benjamin

Prof. Walter Yoshizo Okano

Prof. Jener Alexandre S. Zuanon
(Orientador)

A **Deus** pela força e por ter iluminado meu caminho...

Aos meus pais (in memorian), **Luiz e Rosa**, pelo que deles obtive, a vida, os ensinamentos e amor... E ao meu padrinho (in memorian), **Raphael**, A vocês minha eterna gratidão...

Dois importantes fatos nesta vida saltam aos olhos; primeiro, que cada um de nós sofre inevitavelmente derrotas temporárias, de formas diferentes, nas ocasiões mais diversas. Segundo, que cada adversidade traz consigo a semente de um benefício equivalente. Ainda não encontrei pessoa vitoriosa na vida que não houvesse antes sofrido derrotas temporárias. Sempre que uma pessoa supera os reveses, torna-se mental e espiritualmente mais forte. É assim que aprendemos o que devemos à grande lição da adversidade.

(Andrew Carnegie a Napoleon Hill)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, pela oportunidade de realização desta Pós-graduação.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jener Alexandre Sampaio Zuanon, pela sua amizade, dedicação, incentivo, disponibilidade e valiosa orientação, essenciais para realização deste trabalho.

À minha co-orientadora, Profa. Dra. Ana Lúcia Salaro, pela oportunidade, orientação, disponibilidade e amizade, fundamentais para realização deste trabalho.

À minha co-orientadora, Profa Dra. Mariella Bontempo Duca de Freitas, pela disponibilidade, críticas e sugestões que muito contribuíram para realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Antonio Policarpo Souza Carneiro, pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos professores Dr. Laércio dos Anjos Benjamin e Dr. Walter Yoshizo Okano componentes da banca examinadora, pelos conselhos, críticas e sugestões que muito enriqueceram este trabalho.

Aos suplentes Jorge Abdala Dergan dos Santos e Renato Neves Feio, por terem se colocado à disposição para participarem da banca.

Aos colegas de mestrado: Rodrigo Kasai, Christiane Valente, Galileu Veras, Angélica Oliveira, Thiago Felipe, pela ajuda para realização desta pesquisa.

Aos estagiários do Setor de Piscicultura: William Chaves, Daniel Campelo, Isabel Neves, Wesley Freitas, Marcelo Pontes e Gustavo, pela ajuda para realização dos experimentos.

Aos funcionários do Setor de Piscicultura: Paulo Bernardo e João Oliveira, pelo apoio durante a realização dos experimentos.

Ao piscicultor Eloy Manuel Clemente pela doação dos peixes.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, pelos ensinamentos.

Ao secretário Adnilson, do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal.

À minha madrinha Maria Souza, pelo carinho, apoio e amizade.

Aos eternos amigos da graduação: Claudineia Lizieri, Danielle Barbosa, Fábio Cavalcante e Sandro Pains, pela amizade e incentivo quando mais precisei, apesar da grande distância.

Aos companheiros de Viçosa: Luana Souza, Danielle Leonor, Delcio Rocha, Fabiana Lopes e Márcia Vitória, pela ajuda e dedicação, que foram tão importantes na realização deste trabalho.

Aos amigos Aline Mazon, Daniela Santana, Gregório Murilo, Fabrício Rezende e Leonardo Calado, pela ajuda durante o mestrado, pelo incentivo e amizade.

Aos meus sobrinhos queridos, Roberto Ikeda, Letícia Ikeda e Dario Ikeda e meus irmãos Luiz Carlos Ikeda e Solange Ikeda pelo carinho e apoio no ingresso dessa fase da minha vida.

Ao meu Amor, que não mediu esforços para realização deste trabalho, obrigada pela paciência e dedicação.

A todos que estiveram presentes e que contribuíram de alguma forma, para o êxito desse trabalho. Muito obrigada!

BIOGRAFIA

ANDREA KIYOKO IKEDA, filha de Mizuko Ikeda e Rosa Kinuko Ieda, nasceu em 20 de agosto de 1980 na cidade de Londrina, Paraná.

Em 2003, ingressou na Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT), onde, em dezembro de 2006, graduou-se em Ciências Biológicas.

Em março de 2007, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, em nível de Mestrado, no Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), defendendo a dissertação em março de 2009.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 Lipídeos na alimentação de peixes.....	2
1.2 Influência da temperatura ambiente na homeostase em peixes.....	6
1.3 Influência da dieta na composição lipídica e desempenho produtivo dos peixes.....	8
1.4 Acará-bandeira <i>Pterophyllum scalare</i>	11
2. JUSTIFICATIVA.....	13
3. OBJETIVOS.....	14
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
CAPÍTULO 2	28
Desempenho produtivo e tolerância ao frio e ao calor de juvenis de acará- bandeira (<i>Pterophyllum scalare</i>) alimentados com diferentes fontes de lipídeos.....	28
RESUMO.....	28
ABSTRACT.....	29
Introdução.....	30
Material e métodos.....	32
Resultados e discussão.....	38
Conclusões.....	43
Referências bibliográficas.....	44
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Bioconversão de ácido linoléico em araquidônico, e linolênico em eicosapaentanóico e docosaexaenóico pelas enzimas elongases e dessaturases de peixes de água doce.....	5
Figura 2. Juvenil de acará-bandeira (<i>Pterophyllum scalare</i>), variedade marmorato véu	12

LISTA DE TABELAS

CAPTULO 1

Tabela 1. Exigências nutricionais por ácidos graxos em diferentes espécies de peixes.....	6
Tabela 2. Teores médio de ácidos graxos dos principais óleos vegetais utilizados em dietas experimentais para peixes.....	9

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Composição bromatológica da ração comercial.....	33
Tabela 2. Composição percentual e químico-bromatológica das rações experimentais.....	34
Tabela 3. Valores médios de sobrevivência, ganho em peso, ganho em comprimento, consumo de ração, conversão alimentar, taxa de crescimento específico e fator condição de juvenis de acará-bandeira alimentados com rações contendo diferentes fontes de lipídeos.....	39
Tabela 4. Temperatura media de mortalidade igual ou superior a 50% para juvenis de acará-bandeira alimentados com rações contendo diferentes fontes de lipídeos.....	41

RESUMO

IKEDA, Andrea Kiyoko, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2009.
Desempenho produtivo e tolerância térmica de juvenis de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) alimentados com diferentes fontes de lipídeos. Orientador: Jener Alexandre Sampaio Zuanon. Co-orientadoras: Ana Lúcia Salaro e Mariella Bontempo Duca de Freitas.

O presente estudo foi realizado para avaliar a influência da adição de lipídeos, com diferentes composições de ácidos graxos, na dieta sobre o desempenho produtivo e tolerância ao frio e ao calor de juvenis de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). O experimento foi realizado em três fases, sendo que na primeira fase avaliou-se o desempenho produtivo de acarás-bandeira, utilizando-se delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (óleos de canola, linhaça, oliva e soja) e quatro repetições. Foram utilizados 192 peixes de comprimento padrão médio de $2,56 \pm 0,16$ cm e peso médio de $0,72 \pm 0,21$ g, distribuídos em aquários com oito L (35 x 30 x 14cm), mantidos sob aeração, filtragem e temperatura controlada por meio de aquecedor e termostato ($27 \pm 0,5^{\circ}$ C), na densidade de estocagem de 12 peixes/aquário. Os peixes foram alimentados *ad libitum*, três vezes ao dia. Ao final de 50 dias foram avaliados os seguintes parâmetros de desempenho produtivo: sobrevivência, ganho em peso, ganho em comprimento, consumo de ração, conversão alimentar, taxa de crescimento específico e fator de condição. Na segunda fase avaliou-se a tolerância ao frio de juvenis de acará-bandeira. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos: óleos de canola, linhaça, oliva e soja e três repetições. Setenta e dois peixes, procedentes da fase um, foram distribuídos em aquários com capacidade para três L (30x20x08cm), mantidos sob aeração, na densidade de estocagem de seis peixes/aquário. Os peixes foram alimentados com as dietas utilizadas na fase um, no horário de 11h00min. Os aquários foram mantidos em câmara climatizada (B.O.D.), equipada com lâmpada fluorescente de 40W, que permaneceu acesa das 6h00min às 18h00min (fotoperíodo de 12h luz), cujo controle foi efetuado por meio de temporizador. Por um período de três dias, a B.O.D. foi regulada a 27° C para adaptação dos peixes ao novo ambiente e, posteriormente, a temperatura foi reduzida 1° C por dia, sempre no horário de

12h00min, até a observação de 100% de mortalidade dos peixes. Na fase três, avaliou-se a tolerância ao calor de juvenis de acará-bandeira. Os procedimentos realizados foram similares aos da fase dois, diferindo apenas quanto à mudança de temperatura, que foi elevada 1°C por dia. A comparação entre tratamentos para tolerância ao frio e ao calor foi realizada para os valores de temperatura nas quais houve mortalidade dos peixes igual ou superior a 50%. Os dados de desempenho produtivo e tolerância ao frio e ao calor foram submetidos à análise de variância. Não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) para nenhum dos parâmetros avaliados. Assim, pode-se concluir que a adição de óleos vegetais nas dietas não influenciou o desempenho produtivo e a tolerância ao frio e ao calor de juvenis de acará-bandeira.

ABSTRACT

IKEDA, Andrea Kiyoko, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March of 2009.

Productive performance and thermal tolerance of juvenile freshwater angelfish (*Pterophyllum scalare*) fed with different lipid sources Adviser: Jener Alexandre Sampaio Zuanon. Co-Advisers: Ana Lúcia Salaro and Mariella Bontempo Duca de Freitas.

The present study was conducted to evaluate the influence of diets with different fatty acids composition, on the productive performance, as well as cold and heat tolerance of juvenile freshwater angelfish (*Pterophyllum scalare*). The experiment was accomplished in three phases. During phase one, the productive performance of freshwater angelfish was evaluated in an entirely randomized design with four treatments (canola, linseed, olive and soy oils) and four replications. Fish (n=192) of medium standard length of 2.56 ± 0.16 cm and medium weight of 0.72 ± 0.21 g were distributed in 8-L aquariums (35 x 30 x 14cm), maintained with aeration, filtering and controlled temperature through heater and thermostat ($27 \pm 0.5^\circ$ C), in a stocking density of 12 fish/aquarium. Fish were fed *ad libitum*, three times a day. At the end of 50 days, the following parameters were evaluated: survival, weight gain, length gain, feed intake, feed conversion ratio, specific growth rate and condition factor. During the second phase, cold tolerance was evaluated in juvenile freshwater angelfish. An entirely randomized design was used with four treatments: canola, linseed, olive and soy oils and three replications. Seventy two juvenile of freshwater angelfish, coming from the phase one were distributed in 3-L aquariums (30x20x08cm), maintained with aeration, in a stocking density of 6 fish/aquarium. Fish were fed with diets used in the phase one at 11:00 a.m. The aquariums were maintained in acclimatized camera (B.O.D.) equipped with a fluorescent lamp (40W), maintained lit from 6:00 a.m. to 6:00 p.m. (photoperiod of 12:00 light) controlled through timer. For a period of 3 days B.O.D. was set at 27° C for fish adaptation. After that, temperature was reduced 1° C per day, always at 12:00a.m., until the observation of 100% of fish mortality. In the phase three, the heat tolerance was evaluated in juvenile freshwater angelfish. The accomplished procedures were similar to those on phase two, except for temperature variation, that was elevated 1° C per day. Comparison among treatments for cold and heat tolerance was made

for the temperature values in which there was fish mortality equal or superior to 50%. Data of productive performance and cold and heat tolerance were submitted to the analysis of variance. Significant differences ($P>0.05$) were not observed for any parameters evaluated. Thus, it was concluded that the vegetal oils addition, with different fatty acids compositions, showed no one influence in the productive performance and on cold and heat tolerance of juvenile freshwater angelfish.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO GERAL

O reconhecimento da criação de peixes ornamentais como um importante setor da aquicultura tem crescido tanto no cenário mundial (LIM & WONG, 1997; HALACHMI, 2006) como no cenário nacional (LIMA et al., 2001; ZUANON, 2007). Desde 1985, os valores referentes à exportação de peixes ornamentais no mundo têm crescido a uma taxa de aproximadamente 14% ao ano (FAO, 2005). Em 2000, as vendas de peixes ornamentais marinhos e de água doce, no atacado foram estimadas em 900 milhões de dólares, com valor no varejo estimado de três bilhões de dólares (FAO SOFIA, 2000). Do total de peixes ornamentais comercializados, 90% são de água doce, dos quais 98% destes são cultivados, o que representa cerca de 794 milhões de dólares no atacado (SUGIYAMA et al., 2004).

Apesar da importância econômica do setor de peixes ornamentais, pesquisas sobre a biologia e técnicas de cultivo dessas espécies ainda são escassas. O atual conhecimento científico e tecnológico sobre o cultivo de espécies ornamentais ainda está restrito a poucas espécies exóticas como kingiuo *Carassius auratus* (KESTEMONT, 1995; SHARIFI, et al., 1997; SOARES et al., 2000; KAISER et al., 2003), a carpa *Cyprinus carpio* (IKENOUE & KAFUKU, 1992; GOUVEIA et al., 2003; JHA et al., 2006; JHA et al., 2007) e o guppy *Poecilia reticulata* (FAH & LENG, 1986; CHIYOKUBO et al., 1998; LIM et al., 2002; NAKAJIMA & TANIGUCHI, 2002).

A criação de espécies ornamentais nativas depende da geração de tecnologias que permitam a reprodução, larvicultura, crescimento rápido e técnica de transporte dos peixes de forma acessível aos produtores. Além disso, o processo produtivo deve ser sustentável sob os aspectos econômico, social e ambiental (ZUANON, 2007).

1.1 - Lipídeos na alimentação de peixes

Dentre os diversos aspectos do manejo em uma piscicultura, a alimentação dos peixes representa um dos principais fatores de sucesso, por garantir o crescimento adequado e boa saúde dos animais. Os peixes necessitam dos mesmos nutrientes exigidos pelos animais terrestres e podem obtê-los a partir do alimento natural, disponível no ambiente, ou das rações utilizadas no cultivo. Em criações intensivas, onde são utilizadas altas densidades de estocagem, e alta taxa de renovação de água, a disponibilidade dos alimentos naturais é menor, e os peixes têm que obter todos os nutrientes necessários para seu desenvolvimento a partir das rações.

A utilização de rações completas e balanceadas proporciona aos animais rápido crescimento, alta eficiência de utilização dos nutrientes, elevada capacidade imunológica e tolerância ao estresse (BARROS et al., 2007).

Dentre os macronutrientes, os lipídeos da dieta são importantes fontes de energia e ácidos graxos, essenciais para o crescimento e desenvolvimento normal dos animais. Além disso, os ácidos graxos são carreadores de vitaminas lipossolúveis, constituintes de membranas celulares, precursores de hormônios e determinantes da palatabilidade e textura dos alimentos (NRC, 1993).

Os lipídeos são a principal fonte de energia utilizada para crescimento (TOCHER et al., 1985) e reprodução de peixes (SARGENT et al., 1989). Em geral, são bem aproveitados em função de sua alta digestibilidade e fácil absorção. Dessa forma, são excelentes fontes de energia em dietas para larvas, alevinos e juvenis, que apresentam alta demanda de energia para o rápido crescimento (MARTINO et al., 2002).

Os lipídeos e as proteínas são os principais componentes nutricionais em dietas para peixes. O uso de proteínas para atender as necessidades energéticas de peixes é indesejável, uma vez que estes geralmente necessitam de altos níveis de proteína, além de ser o ingrediente mais oneroso da dieta. A suplementação com nutrientes energéticos não-protéicos, como os lipídeos, pode permitir a utilização preferencial de proteínas para síntese protéica e crescimento (PAGE &

ANDREWS, 1973). Esse fenômeno é conhecido como efeito poupador de proteína, por permitir a redução dos níveis de proteína na dieta sem afetar o crescimento dos peixes.

Entretanto, resultados de experimentos avaliando níveis de proteína e lipídeos em dietas para diferentes espécies de peixes ainda são contraditórios. O efeito poupador de proteína pela suplementação de lipídeos na dieta tem sido observado para garoupa *Epinephelus malabaricus* (SHIAU & LAN, 1996), surubim *Pseudoplatystoma coruscans* (MARTINO et al., 2002), jundiá *Rhamdia quelen* (MEYER & FRACALOSI, 2004) e *catfish Pseudobagrus fulvidraco* (KIM & LEE, 2005). Entretanto, não foi observado o referido efeito para alevinos triplóides de truta marrom, *Salmo trutta* (ARZEL et al., 1998), juvenis de robalo europeu *Dicentrarchus labrax* (PERES & OLIVA-TELES, 1999) e juvenis de acará bandeira *Pterophylum scalare* (ZUANON et al., 2009). Os resultados conflitantes observados na literatura podem estar relacionados aos níveis de proteína e energia utilizados (MERCER, 1982), à digestibilidade e composição dos ingredientes (AI et al., 2004), à espécie de peixe estudada e a taxa de alimentação.

Os lipídeos são formados por diversos compostos químicos bastante diferentes entre si, sendo os ácidos graxos a substância presente em maior quantidade cerca de 90%. Os ácidos graxos são formados por uma cadeia hidrocarbonada, com comprimento variando de dois a mais de 20 átomos de carbono, com um grupamento carboxila (HO-C=O) em uma extremidade da cadeia carbônica e um grupo metílico (CH₃) na outra extremidade. Os ácidos graxos são classificados como saturados, monoinsaturados ou poliinsaturados, dependendo do número de duplas ligações (REINHART, 1996). Os saturados não possuem dupla ligação entre os átomos de carbono. Os monoinsaturados contêm uma única dupla ligação e os poliinsaturados possuem duas ou mais duplas ligações. Nos poliinsaturados a localização da primeira dupla ligação, contando a partir do grupo metílico final da molécula, distingue as séries de ácidos graxos designadas pela letra grega ômega (ω) ou “n”. Os ácidos graxos n-3 apresentam a primeira dupla ligação entre o terceiro e o quarto átomo de carbono, os ácidos graxos n-6 têm a primeira dupla ligação entre o sexto e o sétimo átomo de carbono

(MURRAY et al., 1994) e os ácidos graxos n-9 têm a primeira dupla ligação entre o nono e décimo átomo de carbono. O número e a posição das insaturações determinam as propriedades químicas e físicas dos ácidos graxos insaturados (SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002).

Os principais ácidos graxos da série n-3 são o ácido linolênico (18:3), ácido eicosapentaenóico (20:5) e o ácido docosahexaenóico (22:6), enquanto os principais ácidos graxos da série n-6 são o ácido linoléico (18:2) e o ácido araquidônico (20:4) (MAYSER et al., 1998).

Os ácidos graxos das séries n-3 e n-6 são considerados essenciais porque as duplas ligações, não podem ser produzidas pelos animais. Desse modo, os peixes, assim como outros animais, precisam ter os ácidos graxos linoléico e linolênico incorporados na dieta (MOURENTE & TOCHER, 1993; BELL, 1998). Peixes de água doce têm capacidade de alongar e dessaturar ácidos graxos poliinsaturados como o linoléico (18:2n-6) e linolênico (18:3n-3), provenientes de fontes vegetais, e produzir ácidos graxos altamente insaturados, como o araquidônico (20:4n-6), eicosapentaenóico (20:5n-3) e docosahexaenóico (22:6n-3) (HENDERSON & TOCHER, 1987) (Figura 1).

A carência de ácidos graxos essenciais nos peixes pode acarretar em redução da sobrevivência e do crescimento, piora da conversão alimentar, aumento da taxa respiratória e de líquido nos músculos, ulcerações nas nadadeiras, acúmulo de gordura no fígado, diminuição do número de hemácias e dos níveis de hemoglobina (SARGENT et al., 1999).

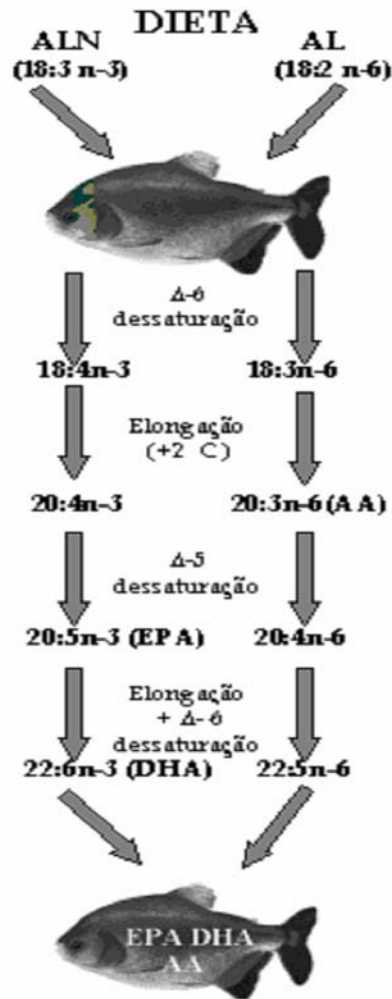


Figura 1. Bioconversão de ácido linoléico em araquidônico, e linolênico em eicosapentaenóico e docosaexaenóico pelas enzimas elongases e dessaturases de peixes de água doce
 Fonte: Souza et al. (2007)

As exigências nutricionais por ácidos graxos para as diferentes espécies de peixes têm sido estudadas por diversos autores (KANAZAWA, 1985; STICKNEY & HARDY, 1989; SARGENT et al., 1995; STEFFENS, 1997; COPEMAN et al., 2002). Os peixes tropicais de água doce em geral apresentam maior exigência nutricional por ácidos graxos 18:2n-6 do que 18:3n-3 para maximizar o crescimento (NRC, 1993). Para híbridos de tilápia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) e possivelmente para outros peixes tropicais, tanto os ácidos graxos da série n-6 como n-3 são essenciais para o máximo crescimento (CHOU & SHIAU, 1999). O fornecimento na dieta de ácidos graxos altamente insaturados

como os ácidos eicosapentaenóico (20:5n-3) e docosaexaenóico (22:6n-3) podem melhorar o desempenho produtivo de peixes de água doce (KANAZAWA, 1985).

As exigências nutricionais por ácidos graxos essenciais para peixes são influenciadas por fatores genéticos, como espécie e fase de desenvolvimento (NRC, 1993) e por fatores ambientais (RIBEIRO et al., 2007). RIBEIRO et al. (2007) apresentam as exigências de ácidos graxos essenciais para algumas espécies de peixes demonstrando que as exigências variam de acordo com a espécie (Tabela 1).

Tabela 1. Exigências nutricionais por ácidos graxos em diferentes espécies de peixes

Espécie	Ácido graxo	Exigência
Bagre do canal (<i>Ictalurus punctatus</i>)	C18:2 n-6 e n-3	1,0-2,0%
Truta arco-íris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	C18:3 n-3	1,0%
Salmão chum (<i>Oncorhynchus keta</i>)	C18:3 n-3 e C18:2 n-6	1,0%
Carpa comum (<i>Cyprinus carpio</i>)	C18:3 n-3 e C18:2 n-6	0,8%
Carpa capim (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	C18:3 n-3 e C18:2 n-6	0,5%
Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	C18:2 n-6	0,5%
Besugo (<i>Chrysophrys major</i>)	C20:5 n-3	0,5%

Adaptado de Ribeiro et al.(2007)

1.2 - Influência da temperatura ambiente na homeostase em peixes

Dentre os fatores ambientais que afetam as exigências nutricionais por ácidos graxos, a temperatura da água desempenha importante papel (RIBEIRO et al., 2007). Variações na temperatura da água promovem dois principais efeitos nos peixes. O primeiro deles está relacionado ao fato da maioria dos peixes serem animais ectotérmicos, nos quais variações na temperatura ambiente, dentro de limites aceitáveis para a espécie, provocam variações nas taxas metabólicas. Nos ectotérmicos, as taxas metabólicas aumentam duas a três vezes para cada dez graus centígrados de aumento de temperatura ambiente (VAN'T HOFF, 1884, citado por WELTZIEN et al., 1999). Essas alterações nas taxas metabólicas são decorrentes de mudanças nas velocidades das reações químicas catalisadas por enzimas, influenciando a maioria dos processos fisiológicos. O segundo efeito refere às alterações na fluidez das membranas celulares, que são dependentes do

ponto de fusão dos lipídeos que a compõem. A estrutura das membranas biológicas é mantida principalmente por interações hidrofóbicas entre os ácidos graxos dos fosfolipídios, conferindo certa viscosidade ou fluidez, que é vital para os processos de transporte e difusão. Sob baixas temperaturas, a membrana entra em fase gel e se torna mais rígida em função da elevada viscosidade lipídica, enquanto sob altas temperaturas, a membrana se torna hiperfluida, com pequena viscosidade (WILLIAMS & HAZEL, 1995; SHERWOOD et al., 2005). Em ambas as situações há prejuízo para os processos de transporte através da membrana.

Para neutralizar os efeitos da variação de temperatura ambiente e restabelecer a homeostase, os peixes passam por aclimatização enzimática e modificações na composição lipídica das membranas. Durante a aclimatização enzimática ao frio, os ectotérmicos mantêm suas taxas metabólicas relativamente estáveis pela síntese de maior quantidade de enzimas e/ou síntese de novas isoformas de enzimas mais adequadas às baixas temperaturas (SCHMIDT-NIELSEN, 1996). Concomitantemente à aclimatização enzimática ocorrem alterações na composição lipídica das membranas celulares em um processo conhecido como adaptação homeoviscosa.

Dentre as alterações na composição lipídica da membrana decorrentes da adaptação homeoviscosa destacam-se as modificações no tipo e quantidade de ácidos graxos insaturados (HAZEL & WILLIAMS, 1990); mudanças nos tipos moleculares que compõem as classes de fosfolipídios (HAZEL & ZERBA, 1986; WILLIAMS & HAZEL, 1995); balanço entre lipídios estabilizantes e desestabilizantes da bicamada (LINDBLOM et al., 1986; RIETVELD et al., 1994; OSTERBERG et al., 1995) e proporção entre colesterol e lipídios polares (ROBERTSON & HAZEL, 1995). Essas alterações na composição lipídica das membranas, provavelmente representam a principal resposta às mudanças na temperatura ambiente e refletem um mecanismo homeostático de fundamental significado adaptativo (HAZEL et al., 1998).

A tendência dos peixes expostos a baixas temperaturas apresentarem maiores teores de ácidos graxos poliinsaturados e menores proporções de ácidos graxos n-6/n-3, pode ser tomada como um indicativo de que peixes cultivados em

águas frias apresentam maior exigência nutricional por ácidos graxos da série n-3 (FAO, 1980).

O nível de ácidos graxos insaturados no organismo animal e sua capacidade de adaptação ao frio depende de seu suprimento na dieta e da capacidade de dessaturação dos ácidos graxos (TOCHER, 2003). As dessaturases são enzimas-chave que catalisam reações para inserção de duplas ligações na formação dos ácidos graxos insaturados, sendo este o primeiro e mais crítico passo na síntese de ácidos graxos insaturados no organismo (MURRAY et al., 1994).

1.3 - Influência da dieta na composição lipídica e no desempenho produtivo dos peixes

Em ambientes naturais, o perfil de ácidos graxos dos peixes é reflexo de sua disponibilidade na cadeia alimentar (HENDERSON & TOCHER, 1987), enquanto nos peixes provenientes da aquicultura é determinado pelo perfil de ácidos graxos da ração, principalmente em sistemas intensivos de cultivo.

Várias pesquisas têm comprovado a influência da dieta na composição de ácidos graxos de diversas espécies, como em tambaqui *Colossoma macropomum* (VIEGAS et al., 1991), carpa comum *Cyprinus carpio* (STEFFENS, 1997), híbrido de tilápia *Oreochromis niloticus* x *O. aureus* (HUANG et al., 1998) e tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* (MAINA et al., 2003). Os resultados dessas investigações mostraram que a composição de ácidos graxos da carcaça reflete a composição de ácidos graxos da dieta.

Diversos estudos têm procurado relacionar a influência de fontes lipídicas da dieta sobre a tolerância ao frio para diferentes espécies de peixes, e entre elas encontram-se o bagre-do-canal *Ictalurus punctatus* (FRACALOSSO & LOVELL, 1995), o *red drum* *Sciaenops ocellatus* (CRAIG et al., 1995), o *milkfish* *Chanos chanos* (HSIEH et al., 2003), a tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* e a truta-arco-íris *Oncorhynchus mykiss* (RIBEIRO, 2007).

As principais fontes de lipídeos testadas em dietas para peixes são os óleos vegetais com diferentes teores de ácidos graxos (Tabela 2), em substituição ao

óleo de peixe. Os óleos vegetais são altamente digestíveis e ricos em ácidos graxos poliinsaturados (OPSAHL-FERSTAD et al., 2003). Uma fonte de ácidos graxos essenciais utilizada em larga escala é o óleo de soja, em função de sua disponibilidade e preço em relação aos demais óleos vegetais. O óleo de soja caracteriza-se pela maior proporção do ácido graxo linoléico (18:2n-6), essencial em dietas para peixes e precursor do ácido araquidônico (20:4n-6). Entretanto, o teor de ácidos graxos da série n-3 neste óleo é relativamente baixo.

Tabela 2. Teores médios de ácidos graxos dos principais óleos vegetais utilizados em dietas experimentais para peixes

Óleos	Ácidos graxos Saturados	Ácidos graxos monoinsaturados	Ácidos graxos poliinsaturados	
			Série n-6	Série n-3
Canola ¹	6%	58%	26%	10%
Girassol ¹	11%	2%	69%	-
Milho ¹	13%	25%	61%	1%
Oliva ¹	14%	77%	8%	<1%
Linhaça ²	4,80%	19,44%	14,38%	54,88%
Algodão ³	28,8%	17,6%	52,7%	-
Soja ¹	15%	24%	54%	7%

¹ Adaptado de Moretto & Fett (1998)

² Adaptado de Almeida (2004)

³ Adaptado de Vieira et al. (2005)

Fontes alternativas de ácidos graxos essenciais, com diferentes perfis, têm sido avaliadas em dietas para peixes. Dentre elas, o óleo de linhaça destaca-se como fonte de ácido linolênico (18:3n-3), que é precursor dos ácidos eicosapentaenóico (20:5n-3) e docosaexaenóico (22:6n-3). O óleo de canola possui maior teor de ácidos graxos monoinsaturados e linoleico (18:2n-6) e menor teor de ácidos graxos saturados. O óleo de oliva contém aproximadamente 90% de

ácidos graxos insaturados, sendo o principal deles o ácido oléico e cerca de 9% de ácidos graxos poliinsaturados (WANKENNE, 2001).

A influência das fontes de lipídios da dieta na sobrevivência, crescimento e conversão alimentar foi demonstrada para a carpa comum *Cyprinus carpio* (RADÜNZ-NETO, 1993), o bagre do canal *Ictalurus punctatus* (SATO et al., 1989) e o bagre africano *Heterobranchus longifilis* (LEGENDRE et al., 1995). Em geral, as fontes de lipídeos ricas em ácidos graxos das séries n-3 e n-6 têm proporcionado melhor desempenho para essas espécies de peixes.

Alguns estudos têm demonstrado a viabilidade da substituição do óleo de peixe, rico em ácidos graxos poliinsaturados por óleos vegetais, sem redução nas taxas de sobrevivência e crescimento dos peixes, como para o salmão do Atlântico *Salmo salar* (BELL et al., 2001), o *Pagrus auratus* (GLENCROSS et al., 2003), o turbot *Psetta máxima* (REGOST et al., 2003) e o robalo europeu *Dicentrarchus labrax* (MOURENTE et al., 2005).

Para algumas espécies de peixes, a adição de óleos vegetais em suas dietas tem proporcionado melhorias no crescimento e na sobrevivência do jundiá *Rhamdia quelen* (ULIANA et al., 2001), e do bagre africano *Clarias gariepinus* (Ng et al., 2003), e na sobrevivência da truta-arco-íris *Oncorhynchus mykiss* (RINCHARD et al., 2007).

Entretanto, GRAEFF & TOMAZELLI (2007) testaram quatro fontes de lipídeos (algodão, canola, girassol e milho) e três níveis de inclusão (1, 3 e 5%) em rações para carpa comum (*Cyprinus carpio* L.), e não observaram diferenças significativas para comprimento médio final, sobrevivência e conversão alimentar aparente. Resultados semelhantes foram obtidos para alevinos de tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* quando alimentados com dietas contendo óleos de soja, canola, girassol, linhaça, arroz e de milho (HAYASHI et al., 2000). Resultados conflitantes dentro da literatura podem ter relação com as fontes de lipídeos utilizadas, tempo de alimentação com as dietas experimentais e diferenças na habilidade de utilização de lipídeos entre as diversas espécies de peixes.

Dessa forma, o fornecimento de óleos vegetais com diferentes composições de ácidos graxos em dietas para algumas espécies de peixes, pode proporcionar ganhos significativos no rendimento econômico da produção de

peixes pela redução da mortalidade, melhoria na eficiência de utilização dos alimentos e crescimento rápido.

1.4 - Acará-bandeira *Pterophyllum scalare*

O acará-bandeira *Pterophyllum scalare*, representante da família Cichlidae é uma das espécies de peixes ornamentais mais populares no mundo todo, em função de sua convivência com outras espécies, relativa rusticidade, e formato de corpo e nadadeiras peculiares (Fig. 2). As diferentes linhagens são fruto de mutações em pelo menos quatro loci para padrões de cores, um para comprimento das nadadeiras e para tipos de escamas (GOLDSTEIN, 2001). Diferentes padrões de cores ainda podem ser induzidos por condições ambientais, como o uso contínuo de luz (24h) durante o primeiro estágio de desenvolvimento (GOLDSTEIN, 2001).

Populações de acará-bandeira ocorrem desde rios da bacia amazônica brasileira e colombiana, até o rio Ucayali no Peru, Oiapoque na Guiana Francesa e Essequibo na Guiana. As águas típicas do habitat do acará-bandeira são de rios de fluxo lento e áreas de florestas inundadas com pH ácido (4,3 a 6,0), dureza (5 a 13), condutividade (10 a 20 micro-siemens) e alcalinidade muito baixas. Entretanto exemplares domésticos (não selvagens) podem se desenvolver e reproduzir em águas com pH neutro ou ligeiramente alcalino (6,8 a 7,4) e considerável dureza (GOLDSTEIN, 2001).



Figura 2. Juvenil de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*), variedade marmorato véu

Dentro do contexto produtivo, o acará-bandeira destaca-se pela facilidade de adaptação às condições de cativeiro, boa aceitação às rações processadas, significativo valor de mercado (FUJIMOTO et al., 2006) e hábito alimentar onívoro.

Por ser uma espécie tropical, o acará-bandeira prefere temperaturas entre 29 e 31°C (PÉREZ et al., 2003). Entretanto, a interação entre temperatura da água e os lipídeos da dieta ainda não é conhecida para essa espécie.

2. JUSTIFICATIVA

Os ácidos graxos são carreadores de vitaminas lipossolúveis, constituintes de membranas celulares e precursores de hormônios influenciando a sobrevivência, o crescimento, o sistema imunológico e diversos processos fisiológicos nos peixes.

Alguns ácidos graxos, como os das séries n-3 e n-6, não podem ser sintetizados pelos animais e, portanto, são considerados essenciais. Desse modo, os peixes, assim como outros animais, precisam ter os ácidos graxos linoléico e linolênico incorporados na dieta.

A adição de óleos vegetais em dietas para peixes pode suprir suas necessidades por ácidos graxos essenciais permitindo o desenvolvimento normal e boa saúde aos peixes.

A suplementação de ácidos graxos essenciais pode influenciar a tolerância dos peixes a variações de temperatura em função de sua participação como constituintes de membrana e serem determinantes de sua viscosidade. Desse modo, a inclusão de óleos vegetais, com diferentes composições em ácidos graxos, em dietas pode melhorar a tolerância ao frio e ao calor pelos peixes.

Assim, o estabelecimento de recomendações de inclusão de lipídeos em dietas para peixes pode permitir a formulação de rações que maximizem a sobrevivência e o crescimento dos peixes.

3. OBJETIVOS

Avaliar o efeito da adição de lipídeos, com diferentes composições de ácidos graxos, na dieta sobre o desempenho produtivo de juvenis de acará-bandeira.

Avaliar a tolerância ao frio em juvenis de acará-bandeira, alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídeos.

Avaliar a tolerância ao calor em juvenis de acará-bandeira, alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídeos.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AI, Q.; MAI, K.; LI, H.; ZHANG, C.; ZHANG, L.; DUAN, Q.; TAN, B.; XU, W.; MA, H.; ZHANG, W.; LIUFU, Z. Effects of dietary protein to energy ratios on growth and body composition of juvenile Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*. **Aquaculture**, v. 230, p. 507-516, 2004.

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.

ARZEL, J.; METAILLER, R.; LE GALL, P.; GUILLAUME, J. Relationship between ration size and dietary protein level vaying at the expense of carbohydrate and lipid in triploid brown trout fry, *Salmo trutta*. **Aquaculture**, v. 162, p. 259-268, 1998.

BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E.; FALCON, D.R.; GUIMARÃES, I.G. Estratégias nutricionais e a higidez de peixes. In: 1º CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE PEIXES NATIVOS DE ÁGUA DOCE & I ENCONTRO DE PISCICULTORES DE MATO-GROSSO DO SUL, 2007, Dourados-MS. **Palestras...** Dourados-MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007, Cd-rom.

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.

BELL, J.G.; MCEVOY, J.; TOCHER, D.R.; MCGHEE, F.; CAMPBELL, P.J.; SARGENT, J.R. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. **Journal of Nutrition**, v. 131, p. 1535-1543, 2001.

CHIYOKUBO, T.; SHIKANO, T.; NAKAJIMA, M.; FUJIO, Y. Genetic features of salinity tolerance in wild and domestic guppies (*Poecilia reticulata*). **Aquaculture**, v. 167, p. 339-348, 1998.

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 docosahexaenoic, eicosapentaenoic, and arachidonic 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.

CRAIG, S.R.; NEIL, W.H.; GATLIN, D.M. Effects of dietary lipid and environmental salinity on growth, body composition, and cold tolerance of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 14, p. 49-61, 1995.

FAH, S.K.; LENG, C.Y. Some studies on the protein requirement of the guppy, *Poecilia reticulata* (Peters). **Journal of Aquariculture & Aquatic Sciences**, v. 4, n. 4, 1986.

FAO. Fisheries Topics: Technology. Ornamental fish. Text by Devin Bartley. In: **FAO Fisheries and Aquaculture Department**. Rome, 27 May, 2005. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/topic/13611/en> Acesso em: 10/março/2009.

FAO. The state of world fisheries and aquaculture 2000. FAO Information Division, Rome, 160p., 2000.

FAO Training Course in Fish Feed Technology, held at the College of Fisheries, University of Washington, Seattle, Washington, U.S.A., 9 October-15. **United Nations Development Programme. Food And Agriculture Organization Of The United Nations.** Rome, 1980. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/x5738e/x5738e00.htm#Contents> Acesso em: 24/outubro/2008.

FRACALOSSO, D.M.; LOVELL, R.T. Growth and liver polar fatty acid composition of year-1 channel catfish fed various lipids sources at two water temperatures. **The American Fisheries Society**, v. 57, p. 107-113, 1995.

FUJIMOTO, R.Y.; VENDRUSCOLO, L.; SCHALCH, S.H.C.; MORAES, F.R. Avaliação de três diferentes métodos para o controle de monogenéticos e *capillaria* sp. (nematoda: capillariidae), parasitos de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare* Liechtenstein, 1823). **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 32, n. 2, p. 183-190, 2006.

GLENCROSS, B.; HAWKINS, W.; CURNOW, J. Evaluation of canola oils as alternative lipid resources in diets for juvenile red seabream, *Pagrus auratus*. **Aquaculture Nutrition**, v. 9, p. 305-315, 2003.

GOLDSTEIN, R.J. **Angelfish: a complete pet owner's manual: everything about purchase, care, nutrition, behavior, and aquarium maintenance.** Barron's Educational Series, 95p., 2001.

GOUVEIA, L.; REMA, P.; PEREIRA, O.; EMPIS, J. Colouring ornamental fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) with microalgal biomass. **Aquaculture Nutrition**, v. 9, n. 2, p. 123-129, 2003.

GRAEFF, A.; TOMAZELLI, A. Fontes e níveis de óleos na alimentação de carpa comum (*Cyprinus carpio* L.) na fase de crescimento. **Ciênc. agrotec.**, v. 31, n. 5, p. 1545-1551, 2007.

HALACHMI, I. Systems engineering for ornamental fish production in a recirculating aquaculture system. **Aquaculture**, v. 259, p. 300-314, 2006.

HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; MEURER, F.; SCHAMBER, C.R. Uso de diferentes óleos vegetais para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase inicial. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000.

HAZEL, J.R.; MCKINLEY, S.J.; GERRITS, M.F. Thermal acclimation of phase behavior in plasma membrane lipids of rainbow trout hepatocytes. **Am J. Physiol Regulatory Integrative and Comparative Physiology**, v. 275, p. 861-869, 1998.

HAZEL, J.R.; WILLIAMS, E.E. The role of alterations in membrane lipid composition in enabling physiological adaptation of organisms to their physical environment. **Prog. Lipid Res.**, v. 29, p.167-227, 1990.

HAZEL, J.R.; ZERBA, E. Adaptation of biological membranes to temperature: molecular species compositions of phosphatidyl-cholines and phosphatidylethanolamines in mitochondrial and microsomal membranes of liver from thermally-acclimated rainbow trout. **J. Comp. Physiol.**, v. 156B, p. 665-674, 1986.

HENDERSON, R.J.; TOCHER, D.R. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. **Prog. Lipid Res.**, v. 26, p. 281-347, 1987.

HSIEH, S.L.; CHEN, Y.N.; KUO, C.M. Physiological responses, desaturase activity and fatty acid composition in milkfish (*Chanos chanos*) under cold acclimation. **Aquaculture**, v. 220, p. 903-918, 2003.

HUANG, C.H.; HUANG, M.C.; HOU, P.C. Effect of dietary lipids on fatty acid composition and lipid peroxidation in sarcoplasmic reticulum of hybrid tilapia. *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 120B, p. 331-336, 1998.

IKENOUE, H.; KAFUKU, T. Modern methods of aquaculture in Japan. **Developments in aquaculture and fisheries science**. Amsterdam, Kodansha, 2nd Ed., 272p., 1992.

JHA, P.; SARKAR, K.; BARAT, S. Comparison of food selection and growth performance of koi carp, *Cyprinus carpio* L., and goldfish, *Carassius auratus* (L.) in mono- and polyculture rearing in tropical ponds. **Aquaculture Research**, v. 37, n. 4, p. 389-397, 2006.

JHA, P.; BARAT, S.; SARKAR, K. Comparative effect of live-food and manured treatments on water quality and production of ornamental carp, *Cyprinus carpio* var. *koi* L., during winter, summer, monsoon and post monsoon growout experiments in concrete tanks. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 23, p. 87-92, 2007.

KAISER, H.; ENDEMANN, F; PAULET, T.G. A comparison of artificial and natural foods and their combinations in the rearing of goldfish, *Carassius auratus* (L.). **Aquaculture Research**, v. 34, n. 11, p. 943-50, 2003.

KANAZAWA, A. Essential fatty acid and lipid requirement of fish. In: COWEY, C.B.; MACKIE, A.M.; BELL, J.G. **Nutrition and Feeding in Fish**, Academic Press, p. 281-298, 1985.

KESTEMONT, P. Influence of feed supply, temperature and body size on the growth of goldfish *Carassius auratus* larvae. **Aquaculture**, v. 136, p. 341-349, 1995.

KIM, L.O.; LEE, S. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of bagrid catfish, *Pseudobagrus fulvidraco*. **Aquaculture**, v. 243, p. 323-329, 2005.

LEGENDRE, M.; KERDCHUEN, N.; CORRAZE, G. Larval rearing of on African catfish *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Clariidae): effect of dietary lipids on growth, survival and fatty acid composition of fry. **Aquat Living Resour.**, n. 8, p. 363-365, 1995.

LIM, L.C.; DHERT, P.; CHEW, W.Y.; DERMAUX, V.; NELIS, H.; SORGELOOS, P. Enhancement of Stress Resistance of the guppy *Poecilia reticulata* through Feeding with Vitamin C Supplement. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 33, n. 1, p. 32-40, 2002.

LIM, L.C.; WONG, C.C. Use of the rotifer, *Brachionus calyciflorus* Pallas, in freshwater ornamental fish larviculture. **Hydrobiologia**, v. 358, p. 269-273, 1997.

LIMA, A.O.; BERNARDINO, G.; PROENÇA, C.E.M. Agronegócio de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. **Panorama da Aqüicultura**, v. 11, n. 65, p. 14-24, 2001.

LINDBLOM, G.; BRENTTEL, I.; SJOLUND, M.; WIKANDER, G.; WIESLANDER, A.K. Phase equilibria of membrane lipids from *Acholeplasma laidlawii*: importance of a single lipid forming non-lamellar phases. **Biochemistry**, v. 25, p. 7502-7510, 1986.

MAINA, J.G.; BEAMES, R.M.; HIGGS, D.; MBUGUA, P.N.; IWAMA, G.; KISIA, S.M. Partial replacement of fishmeal with sunflower cake and corn oil in diets for tilapia *Oreochromis niloticus* (Linn): effect on whole body fatty acids. **Aquaculture Research**, v. 34, p. 601-608, 2003.

MARTINO, R.C.; CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L.; TRUGO, L.C. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*. **Aquaculture**, v. 209, p. 209-218, 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. **J. Am. Acad. Dermatol.**, v. 38, p. 421, 1998.

MERCER, L.P. The quantitative nutrient-response relationship. **Journal of Nutrition**, v. 112, p. 560-566, 1982.

MEYER, G.; FRACALOSSO, D.M. Protein requirement of jundia fingerlings, *Rhanda quelen*, at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, v. 240, p. 331-343, 2004.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais**. São Paulo: Varela, 150p., 1998.

MOURENTE, G.; GOOD, J.E.; BELL, J.G. 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 α , immune function and effectiveness of a fish oil finishing diet. **Aquaculture Nutrition**, v. 11, p. 25-40, 2005.

MOURENTE, G.; TOCHER, D.R. Incorporation and metabolism of ¹⁴C-labeled polyunsaturated fatty-acids in juvenile gilthead sea bream *Sparus aurata*, in vivo. **Fish Physiol. Biochem.**, v. 10, p. 433-453, 1993.

MURRAY, R.K.; GRANNER, D.K.; MAYES, P.A.; RODWELL, V. **Harper: bioquímica**, 7ª Ed., São Paulo: Atheneu, p. 763, 1994.

NAKAJIMA, M.; TANIGUCHI, N. Genetic control of growth in the guppy (*Poecilia reticulata*). **Aquaculture**, v. 204, p. 393-405, 2002.

NG, W-K.; LIM, P.K.; BOEY, P-L. Dietary lipid palm oil sources affects growth, fatty acid composition and muscle α -tocopherol concentration of African catfish, (*Clarias gariepinus*). **Aquaculture**, v. 215, p. 229-243, 2003.

NRC (National Research Council). **Nutrient Requirements of Fish**. National Academy Press, Washington, DC. USA, 1993.

OPSAHL-FERSTAD, H.G.; RUDI, H.; RUYTER, B.; REFSTIE, S. Biotechnological approaches to modify rapeseed oil composition for applications in aquaculture. **Plant Sci.**, v. 165, p. 349-357, 2003.

OSTERBERG, F.; RILFORS, L.; WIESLANDER, A.K.; LINDBLOM, G.; GRUNER, S.M. Lipid extract from membranes of *Acholeplasma laidlawii* a grown with different fatty acids have a nearly constant spontaneous curvature. **Biochim. Biophys. Acta**, v. 1257, p. 18-24, 1995.

PAGE, J.W.; ANDREWS, J.W. Interactions of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Journal of Nutrition**, v. 103, p. 1339-1346, 1973.

PERES, H.; OLIVA-TELES, A. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by European sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture**, v. 179, p. 325-334, 1999.

PÉREZ, E.; DI AZ, F.; ESPINA, S. Thermoregulatory behavior and critical thermal limits of angelfish *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) (Pisces: Cichlidae). **Journal of Thermal Biology**, v. 28, p. 531-537, 2003.

RADÚNZ-NETO, J. **Détermination des besoins nutritionnels en acides gras essentiels chez les larves de carpe (*Cyprinus carpio*)**. Bordeaux, França, p. 121, 1993. Tese (Doctorat em Sciences des Aliments) - Ecole Doctorale des Sciences Biologiques et Medicales, Université de Bordeaux I, 1993.

REGOST, C.; ARZEL, J.; ROBIN, J.; ROSENLUND, G.; KAUSHIK, S.J. 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.

REINHART, G.A. Review of Omega-3 Fatty Acids and Dietary Influences on Tissue Concentrations. In: **Recent advances in canine and feline nutritional research – Ians International Nutrition Symposium**, p. 235-242, 1996.

RIBEIRO, P.A.P. **Efeito de fontes de ácidos graxos na dieta e da redução da temperatura sobre o metabolismo lipídico de tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*) e trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*)**. Lavras, MG: UFLA, 162p., 2007. Tese (Doutorado em zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2007.

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

RIETVELD, A.G.; CHUPIN, V.V.; KOORENGEVEL, M.C.; WIENK, H.L.J.; DOWHAN, W.; KRUIJFF, B. Regulation of lipid polymorphism is essential for the viability of phosphatidylethanolamine-deficient. *Escherichia coli* cells. **J. Biol. Chem.**, v. 269, p. 28670-28675, 1994.

RINCHARD, J.; CZESNY, S.; DABROWSKI, K. Influence of lipid class and fatty acid deficiency on survival, growth, and fatty acid composition in rainbow trout juveniles. **Aquaculture**, v. 264, p. 363-371, 2007.

ROBERTSON, J.C.; HAZEL, J.R. Cholesterol content of trout plasma membranes varies with acclimation temperature. **Am. J. Physiol. Regulatory Integrative and Comparative Physiology**, v. 269, p. 1113-1119, 1995.

SARGENT, J.R.; BELL, J.G.; BELL, N.V.; HENDERSON, R.J.; TOCHER, D.R. Requirement criteria for essential fatty acids. **J. Appl. Ychthyol.**, v. 11, p. 183-198, 1995.

SARGENT, J.R.; BELL, J.G.; MCEVOY, L.; TOCHER, D.R.; ESTEVEZ, A. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. **Aquaculture**, v. 177, p. 191-199, 1999.

SARGENT, J.R.; HENDERSON, R.J.; TOCHER, D.R. The lipids, In: HALVER, J.E. (Ed.), **Fish nutrition**, 2nd. Ed., p. 154-209, 1989.

SATOH, S.; POE, W.E.; WILSON, R.P. Studies on the essential fatty acid requirement of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, v. 79, p. 121-128, 1989.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia animal: adaptação e ambiente**, São Paulo: Ed. Santos, 611p., 1996.

SHARIFI, M.; CONNELL, W.D.; GABRIC, A. Influence of Dietary Fat on the Intestinal Absorption of Lipophilic Compounds in Goldfish (*Carassius auratus*). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 38, n. 3, p. 316-321, 1997.

SHERWOOD, L.; KLANDORF, H.; YANCEY, P. **Animal physiology - From genes to organisms**. Thomson Brooks/Cole, Belmont, CA, USA, 1st. Ed, 816p., 2005.

SHIAU, S.Y.; LAN, C.W. Optimum dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (*Epinephelus malabaricus*). **Aquaculture**, v. 145, p. 259-266, 1996.

SOARES, C.M.; HAYASHI, C.; GONÇALVES, G.S.; GALDIOLI, E.M.; BOSCOLO, W.R. Plâncton, *Artemia* sp, dieta artificial e suas combinações no desenvolvimento e sobrevivência do quinguio (*Carassius auratus*) durante a larvicultura. *Acta Scientiarum*, v. 22, n. 2, p. 383-388, 2000.

SOUZA, S.M.G.; ANIDO, R.J.V.; TOGNON, F.C. Ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 na nutrição de peixes – fontes e relações. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 6, n. 1, p. 63-71, 2007.

STEFFENS, W. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. **Aquaculture**, v. 151, p. 97-119, 1997.

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

SUÁREZ-MAHECHA, H; FRANCISCO, A.; BEIRÃO, L.H.; BLOCK, J.M.; SACCOL, A.; PARDO-CARRASCO, S. Importância de ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 28, n. 1, p. 101-110, 2002.

SUGIYAMA, S.; STAPLES, D.; FUNGE-SMITH, S. **Status and potential of fisheries and aquaculture in Asia and the Pacific FAO Regional Office for Asia and the Pacific RAP Publication 2004/25**. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific Bangkok, 2004.

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

TOCHER, D.R.; FRASER, A.J.; SARGENT, J.R.; GAMBLE, J.C. Fatty acid composition of phospholipids and neutral lipids during embryonic and early larval development in Atlantic herring (*Clupea harengus*, L.). **Lipids**, v. 20, n. 2, p. 69-74, 1985.

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**, v. 31, n. 1, p. 129-133, 2001.

VIEGAS, E. M.M.; BARRERA-ARELLANO, D.; CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. Effect of Diet with Palm Oil and Soybean Oil Deodorizer Distilate on Tambaqui (*Colossoma macropomum*) Fatty acid composition. **International Meeting on Fats & Oils Symposium and Exhibition**, p. 193-196, 1991.

VIEIRA, F.C.V.; PIERRE, C.T.; CASTRO, H.F. Influência da composição em ácidos graxos de diferentes óleos vegetais nas propriedades catalíticas de uma preparação comercial de lipase pancreática. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 1/6, 2005, Lorena. **Anais...** Lorena: VI Congresso Brasileiro de Eng. Química em Iniciação Científica, 2005.

WANKENE, M.A. **Aditivos & ingredientes**. São Paulo: Canola, n. 17, p. 28-36, 2001.

WELTZIEN, F.A; PLANAS, M.; FYHN, H.J. Temperature dependency of early growth of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) and its implications for developmental progress. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 242, p. 201-210, 1999.

WILLIAMS, E.E.; HAZEL, J.R. Restructuring of plasma membrane phospholipids in isolated hepatocytes of rainbow trout during brief in vitro cold exposure. **J. Comp. Physiol. [B]**, v. 164, p. 600-608, 1995.

ZUANON, J.A.S. Produção de peixes ornamentais nativos. In: 1º CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE PEIXES NATIVOS DE ÁGUA DOCE & I ENCONTRO DE PISCICULTORES DE MATO-GROSSO DO SUL, 2007, Dourados-MS. **Palestras...** Dourados-MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007, Cd-rom.

ZUANON, J.A.S.; SALARO, A.L.; MORAES, S.S.S.; ALVES, L.M.O.; BALBINO, E.M.; ARAÚJO, E.S. Dietary protein and energy requirements of juvenile freshwater angelfish. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.989-993, 2009.

CAPÍTULO 2

FONTES DE ÓLEOS VEGETAIS EM DIETAS PARA ACARÁ-BANDEIRA: CRESCIMENTO E TOLERÂNCIA TÉRMICA

RESUMO: O presente estudo foi realizado para avaliar a influência da adição de lipídeos na dieta, com diferentes composições de ácidos graxos, sobre o desempenho produtivo e tolerância ao frio e ao calor de juvenis de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). O experimento foi realizado em três fases. Na fase um avaliou-se o desempenho produtivo de acarás-bandeira em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (óleos de canola, linhaça, oliva e soja) e quatro repetições. Peixes de comprimento padrão médio de $2,56 \pm 0,16$ cm e peso médio de $0,72 \pm 0,21$ g foram distribuídos em 16 aquários, mantidos sob aeração, filtragem e temperatura controlada ($27 \pm 0,5^{\circ}$ C), na densidade de estocagem de 12 peixes/aquário. Os peixes foram alimentados *ad libitum*, três vezes ao dia. Ao final de 50 dias foram avaliados sobrevivência, ganho em peso, ganho em comprimento, consumo de ração, conversão alimentar, taxa de crescimento específico e fator de condição. Na segunda fase avaliou-se a tolerância ao frio de juvenis de acará-bandeira. Setenta e dois peixes, procedentes da fase um, foram distribuídos em 12 aquários mantidos em câmara climatizada (B.O.D.). A temperatura foi reduzida 1° C por dia até a observação de 100% de mortalidade dos peixes. Na fase três, avaliou-se a tolerância ao calor de juvenis de acará-bandeira. Os procedimentos realizados foram similares aos da fase dois, diferindo apenas quanto à mudança de temperatura, que foi elevada 1° C por dia. A comparação entre tratamentos para tolerância ao frio e ao calor foi realizada para os valores de temperatura nas quais houve mortalidade dos peixes igual ou superior a 50%. Os dados de desempenho produtivo e tolerância ao frio e ao calor foram submetidos à análise de variância. Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para nenhum dos parâmetros avaliados. Assim, pode-se concluir que a adição de óleos vegetais nas dietas não influenciou o desempenho produtivo e a tolerância ao frio e ao calor de juvenis de acará-bandeira.

Palavras-chave: Ácidos graxos, crescimento, sobrevivência, peixes ornamentais, temperatura.

VEGETABLE LIPID SOURCES IN DIETS FOR FRESHWATER ANGELFISH: GROWTH AND THERMAL TOLERANCE

ABSTRACT: The present study was conducted to evaluate the influence of diets with different fatty acids composition, on the productive performance, as well as cold and heat tolerance of juvenile freshwater angelfish (*Pterophyllum scalare*). The experiment was accomplished in three phases. During phase one, the productive performance of freshwater angelfish was evaluated in an entirely randomized design with four treatments (canola, linseed, olive and soy oils) and four replications. Fish (n=192) of medium standard length of 2.56 ± 0.16 cm and medium weight of 0.72 ± 0.21 g were distributed in 16 aquariums maintained with aeration, filtering and controlled temperature through heater and thermostat ($27 \pm 0.5^\circ$ C), in a stocking density of 12 fish/aquarium. Fish were fed *ad libitum*, three times a day. At the end of 50 days, the following parameters were evaluated: survival, weight gain, length gain, feed intake, feed conversion ratio, specific growth rate and condition factor. During the second phase, cold tolerance was evaluated in juvenile freshwater angelfish. Seventy two juvenile of freshwater angelfish, coming from the phase one were distributed in 12 aquariums maintained in acclimatized camera (B.O.D.). The temperature was reduced 1° C per day, until the observation of 100% of fish mortality. In the phase three, the heat tolerance was evaluated in juvenile freshwater angelfish. The accomplished procedures were similar to those on phase two, except for temperature variation, that was elevated 1° C per day. Comparison among treatments for cold and heat tolerance was made for the temperature values in which there was fish mortality equal or superior to 50%. Data of productive performance and cold and heat tolerance were submitted to the analysis of variance. Significant differences ($P>0.05$) were not observed for any parameters evaluated. Thus, it was concluded that the vegetal oils addition, with different fatty acids compositions, showed no one influence in the productive performance and on cold and heat tolerance of juvenile freshwater angelfish.

Key words: Fatty acids, growth, ornamental fish, survival, temperature.

Introdução

A alimentação dos peixes representa um dos principais fatores de sucesso em sua criação por garantir rápido crescimento e boa saúde aos animais. Dentre os macronutrientes da dieta, os lipídeos são importantes fontes de energia, precursores de eicosanóides, hormônios e vitamina D, e componentes estruturais das membranas celulares (Higgs & Dong, 2000). As membranas estão envolvidas em uma variedade de funções celulares como a captação e liberação seletiva de compostos, transdução de sinais e armazenamento de precursores utilizados para síntese de hormônios derivados de lipídeos. Todas essas funções são influenciadas pelas moléculas que a compõem (Williams, 1998). A ausência de conexões rígidas entre os lipídeos e a organização dinâmica da membrana são essenciais para seu adequado funcionamento (Singer & Nicolson, 1972). Essas características tornam as membranas extremamente sensíveis a mudanças físicas e químicas do ambiente (Williams, 1998).

Variações na temperatura da água provocam mudanças na fluidez das membranas celulares dos peixes. Sob baixas temperaturas, a membrana entra em fase gel e se torna mais rígida em função da elevada viscosidade lipídica, enquanto sob altas temperaturas a membrana se torna hiperfluida, com pequena viscosidade (Williams & Hazel, 1995; Sherwood et al., 2005). Em ambas as situações, há prejuízo para as funções das membranas.

Para neutralizar os efeitos da variação de temperatura ambiente e restabelecer a homeostase, os animais ectotérmicos passam por modificações na composição lipídica das membranas, com destaque para as alterações no tipo e quantidade de ácidos graxos insaturados (Hazel & Williams, 1990).

Diversos estudos têm procurado relacionar a influência de fontes lipídicas da dieta (óleo de peixes e óleos vegetais com diferentes composições em ácidos graxos) sobre a tolerância ao frio para diferentes espécies de peixes, como em bagre-do-canal *Ictalurus punctatus* (Fracalossi & Lovell, 1995), *red drum Sciaenops ocellatus* (Craig et al., 1995), *milkfish Chanos chanos* (Hsieh et al., 2003), *rohu Labeo rohita* (Mishra & Samantaray, 2004), tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* e truta-arco-íris *Oncorhynchus mykiss* (Ribeiro, 2007).

Entretanto, estudos avaliando as relações entre fontes lipídicas em dietas para peixes e a tolerância ao calor são escassos, embora a temperatura global tenha aumentado cerca de 0,5°C desde 1975 (Hansen et al., 1999; Jones et al., 1999), com a expectativa de continuar a aumentar em função de diversos processos antropogênicos em curso.

Os peixes ornamentais, em geral, são criados em tanques e viveiros de pequeno volume e, portanto, sujeitos a maiores variações de temperatura, tanto no ciclo dia-noite, como ao longo das estações do ano. Desse modo, torna-se necessário avaliar a tolerância a variações na temperatura, bem como mecanismos para minimizar seus efeitos deletérios aos peixes.

Dentre as espécies ornamentais, o acará-bandeira *Pterophyllum scalare*, destaca-se por ser uma das espécies mais populares no mundo todo, em função de sua convivência pacífica com outras espécies, relativa rusticidade, e formato do corpo e nadadeiras peculiares. Dentro do contexto produtivo, o acará-bandeira destaca-se pela facilidade de adaptação às condições de cativeiro, boa aceitação às rações processadas, significativo valor de mercado (Fujimoto et al., 2006) e reprodução sem necessidade de indução. Assim, com o presente estudo, objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e tolerância ao frio e ao calor em juvenis de acará-bandeira alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleos vegetais.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Peixes, do Setor de Piscicultura do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. O estudo foi realizado em três fases, sendo a primeira fase destinada à avaliação do efeito da suplementação de lipídeos na dieta, com diferentes composições em ácidos graxos, sobre o desempenho produtivo, e as fases seguintes para avaliar a tolerância ao frio e ao calor de juvenis de acará-bandeira *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823) alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídeos.

Fase 1 - Desempenho produtivo de juvenis de acará-bandeira alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídeos

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições. Foram avaliadas quatro fontes de óleos vegetais (canola, linhaça, oliva e soja).

Os peixes foram mantidos em aquários com aeração, filtragem e temperatura controlada por meio de aquecedor e termostato ($27 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$). Antes do início do experimento, os peixes foram mantidos durante 21 dias nos aquários, como período de adaptação, sendo alimentados com dieta comercial (Tabela 1).

Foram utilizados 192 peixes com comprimento-padrão médio de $2,56 \pm 0,16$ cm e peso médio de $0,72 \pm 0,21$ g, distribuídos em 16 aquários (35x30x14cm), com volume de oito litros de água por aquário, na densidade de 12 peixes/aquário (1,5 peixes/L).

As dietas experimentais (Tabela 2) foram formuladas para atenderem as exigências nutricionais por proteína para a espécie (Zuanon et al., 2006), com base na composição química dos alimentos (Rostagno, 2005) e disponibilidade dos nutrientes para tilápia-do-Nilo (Miranda et al., 2000; Pezzato et al., 2002).

Tabela 1. Composição bromatológica da ração comercial

Nutriente	Níveis de garantia por quilo do produto (%)
Proteína bruta	36% (Máx)
Fibra bruta	5,5% (Máx)
Extrato etéreo	4% (Min)
Cálcio	2% (Máx)
Fósforo	0,7% (Min)
Mineral	11% (Máx)
Umidade	12% (Máx)

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 $55 \pm 5^\circ\text{C}$. Após o processamento, os péletes foram triturados e peneirados para apresentar granulometria proporcional ao tamanho da boca dos animais (dois mm de diâmetro).

O arraçoamento foi feito manualmente até aparente saciedade, nos horários de 8h30min, 12h30min e 16h30min, durante 50 dias.

A limpeza dos aquários foi feita por meio de sifonagem, uma vez por semana, sempre depois da última alimentação diária, para a remoção de fezes dos peixes.

Ao final do período experimental, os peixes foram mantidos em jejum por 24 horas e, após este período, foram efetuadas as medidas individuais de peso (g) e comprimento-padrão (cm).

Tabela 2. Composição percentual e químico-bromatológica das dietas experimentais

Ingrediente	Dieta contendo diferentes óleos vegetais			
	Óleo de canola	Óleo de linhaça	Óleo de oliva	Óleo de soja
Farelo de soja	41,00	41,00	41,00	41,00
Glúten de milho	13,00	13,00	13,00	13,00
Fubá de milho	14,62	14,62	14,62	14,62
Farelo de trigo	12,00	12,00	12,00	12,00
Farinha carne e ossos-45	10,00	10,00	10,00	10,00
Óleo de canola	8,00	-	-	-
Óleo de linhaça	-	8,00	-	-
Óleo de oliva	-	-	8,00	-
Óleo de soja	-	-	-	8,00
L-Lisina	0,10	0,10	0,10	0,10
DL- Metionina	0,20	0,20	0,20	0,20
Fosfato bicálcico	-	-	-	-
Vitamina C	0,06	0,06	0,06	0,06
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50
Supl. min. e vitam. ¹	0,50	0,50	0,50	0,50
BHT ²	0,02	0,02	0,02	0,02
Composição químico-bromatológica calculada ³				
Energia bruta	4520,64	4520,64	4520,64	4520,64
Energia digestível ⁴	3576,58	3576,58	3576,58	3576,58
Proteína bruta	34,10	34,10	34,10	34,10
Proteína digestível ⁴	30,73	30,73	30,73	30,73
Fibra bruta	4,05	4,05	4,05	4,05
Extrato etéreo	11,07	11,07	11,07	11,07
Cálcio	1,59	1,59	1,59	1,59
Fósforo disponível ⁵	0,71	0,71	0,71	0,71
Lisina	1,47	1,47	1,47	1,47
Metionina	0,61	0,61	0,61	0,61

¹ 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.

² Butil hidroxi tolueno (antioxidante)

³ Valores calculados com base na composição química dos alimentos conforme Rostagno (2005).

⁴ Valores calculados com base nos valores de energia e proteína digestível para tilápia do Nilo (Pezzato et al., 2002)

⁵ Valores calculados para tilápia do Nilo conforme (Miranda et al., 2000).

Foram avaliados os seguintes parâmetros de desempenho produtivo: sobrevivência (S = número inicial de peixes – número final de peixes), ganho em peso (GP = peso final – peso inicial), ganho em comprimento-padrão (GC = comprimento final – comprimento inicial), consumo de ração (CR = peso da ração

inicial – peso da ração final), conversão alimentar (CA), taxa de crescimento específico (TCE) e o fator de condição corporal (K).

A CA foi calculada dividindo-se o consumo de ração pelo ganho em peso dos peixes. Para determinação da TCE, foi empregada 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)

Para cálculo do fator de condição corporal foi aplicada a seguinte fórmula apresentada por Vazzoler (1996):

$$K = \frac{PF}{CF^3}, \text{ em que:}$$

CF = comprimento final médio dos peixes (cm)

Os dados de desempenho produtivo foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade.

Ao final da fase um, parte dos animais (72 peixes) foi utilizada na fase dois e parte na fase três (72 peixes) do experimento.

Fase 2 – Tolerância ao frio em juvenis de acará-bandeira alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídeos

A fase dois foi conduzida em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições. Foram avaliadas quatro fontes de óleos vegetais (canola, linhaça, oliva e soja).

Setenta e dois juvenis de acará-bandeira procedentes da fase um foram distribuídos em 12 aquários com capacidade para três litros (30x20x8cm), na

densidade de estocagem de seis peixes/aquário (dois peixes/L). Os aquários foram dotados de aeração constante e cobertos com tela plástica para evitar a fuga dos animais.

Os aquários foram mantidos em câmara climatizada (B.O.D), equipada com lâmpada fluorescente de 40 W que permaneceu acesa das 6h00min às 18h00min, (fotoperíodo de 12h luz), cujo controle foi efetuado por meio de temporizador. A câmara climatizada foi inicialmente regulada para 27°C, durante um período de três dias para adaptação dos peixes ao novo ambiente. Após esse período, a temperatura foi reduzida 1°C por dia, sempre no horário de 12h00min, até a observação de 100% de mortalidade dos peixes.

A ocorrência de mortalidade foi verificada a cada 24h, no horário de 11h00min, sendo considerado morto o peixe que não apresentasse nenhum movimento espontâneo, além de ausência de resposta ao estímulo mecânico.

Os peixes foram alimentados diariamente às 17h00min e uma vez por semana foi feita a sifonagem dos aquários para retirada de fezes e sobras de alimentos.

A comparação entre os tratamentos foi realizada por meio de análise de variância a 5% de probabilidade para os valores de temperatura nas quais houve mortalidade de peixes igual ou superior a 50%.

Fase 3 - Tolerância ao calor em juvenis de acará-bandeira alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídeos

A fase três foi conduzida em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições. Foram avaliadas quatro fontes de óleos (canola, linhaça, oliva e soja).

Setenta e dois juvenis de acará-bandeira procedentes da fase um foram distribuídos em 12 aquários com capacidade para três litros (30x20x08cm), na densidade de estocagem de seis peixes/aquário (dois peixes/L). Os aquários foram dotados de aeração constante e cobertos com tela plástica para evitar a fuga dos animais.

Os aquários foram mantidos em câmara climatizada (B.O.D), equipada com lâmpada fluorescente de 40W que permaneceu acesa das 6h00min às

18h00min, (fotoperíodo de 12h luz), cujo controle foi efetuado por meio de temporizador.

A câmara climatizada foi inicialmente regulada para 27°C, durante um período de três dias para adaptação dos peixes ao novo ambiente. Após esse período, a temperatura foi elevada 1°C por dia, sempre no horário de 12h00min, até a observação de 100% de mortalidade dos peixes.

A ocorrência de mortalidade foi verificada a cada 24h, no horário de 11h00min, sendo considerado morto o peixe que não apresentasse nenhum movimento espontâneo, além de ausência de resposta ao estímulo mecânico.

Os juvenis foram alimentados diariamente às 17h00min e uma vez por semana foi feita a sifonagem dos aquários para retirada de fezes e sobras de alimentos.

A comparação entre os tratamentos foi realizada por meio de análise de variância a 5% de probabilidade, para os valores de temperatura nas quais houve mortalidade de peixes igual ou superior a 50%.

Resultados e Discussão

Desempenho produtivo de juvenis de acará-bandeira alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídeos

Não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) para os parâmetros de desempenho produtivo entre as diferentes fontes de lipídeos avaliadas (Tabela 3). Resultados similares foram observados para tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* (Matsushita et al., 2006), jundiá *Rhamdia quelen* (Losekann et al., 2008) e carpa comum *Cyprinus carpio* L. (Graeff & Tomazelli, 2007). A ausência de efeito significativo das fontes de óleos vegetais sobre o desempenho produtivo pode ter ocorrido em função do provável atendimento das exigências por energia e ácidos graxos essenciais para os peixes.

Outra possibilidade para explicar a ausência de efeitos significativos da suplementação de óleos vegetais no crescimento de peixes, seria a utilização de reservas endógenas de ácidos graxos essenciais provenientes da alimentação no período anterior ao experimento. Neste sentido, peixes mais jovens, com menores reservas lipídicas seriam mais susceptíveis à deficiência desses nutrientes na dieta. Tal hipótese pode ser reforçada pelo fato de Uliana et al. (2001) terem observado maior sobrevivência e crescimento em jundiás na fase larval, quando alimentadas com óleo de canola e óleo de fígado de bacalhau. Tais óleos apresentam maior proporção de ácidos graxos n-3/n-6 em relação às demais fontes de óleos vegetais avaliadas (soja, milho e girassol).

Tabela 3. Valores médios de sobrevivência, ganho em peso, ganho em comprimento, consumo de ração, conversão alimentar, taxa de crescimento específico (TCE) e fator condição de juvenis de acará-bandeira alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídeos

Parâmetros zootécnicos	Fontes de lipídeos nas dietas experimentais				
	Canola	Linhaça	Oliva	Soja	CV(%)
Sobrevivência (%)	100	100	100	100	0,00
Ganho em peso (g)	0,19	0,22	0,18	0,21	27,58
Ganho em comprimento (cm)	0,38	0,37	0,35	0,38	10,28
Consumo de ração (g)	0,60	0,64	0,60	0,61	4,99
Conversão alimentar	3,18	3,14	3,53	3,04	20,45
TCE (%/dia)	0,46	0,50	0,44	0,50	24,34
Fator de condição	3,55	3,71	3,63	3,67	6,14

O crescimento dos peixes no presente estudo foi inferior ao observado para a mesma espécie por Rodrigues & Fernandes (2006), Zuanon et al. (2006) e Ribeiro et al. (2007) que obtiveram valores médios para taxa de crescimento específico de 1,80; 2,47 e 1,44%/dia, respectivamente. Esses resultados poderiam ser explicados pelo fato dos dois últimos autores terem utilizado peixes mais jovens (0,10 a 0,44g) em seus experimentos. Entretanto, os peixes utilizados por Rodrigues & Fernandes (2006) foram de tamanho semelhante aos utilizados no presente estudo. Dessa forma, os baixos índices de crescimento observados no presente estudo podem ser decorrentes do baixo consumo de ração, uma vez que os peixes consumiram em média, 0,012g/dia, enquanto na pesquisa realizada por Rodrigues & Fernandes (2006), observou-se consumo médio de 0,046g/dia. A redução do consumo de ração tem sido atribuída à baixa palatabilidade dos óleos vegetais, principalmente para espécies carnívoras. Alevinos de truta-arco-íris *Oncorhynchus mykiss* (Geurden et al., 2005) e de jundiá *Rhamdia quelen* (Anido, 2006) mostraram certa rejeição por dietas que continham óleo de linhaça.

Tolerância ao frio de juvenis de acará-bandeira alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídeos

Com a redução da temperatura, os peixes mantiveram-se vivos até 15°C, iniciando a mortalidade na temperatura de 14°C e alcançando 100% aos 12°C. Dessa forma, com a mortalidade abrupta dos peixes não foi possível obter as expressões de probabilidade de sobrevivência dos peixes em função da redução da temperatura, bem como calcular os valores de temperatura letal (TL₅₀) para os peixes de cada tratamento. Portanto, para comparação entre tratamentos foram utilizados os valores de temperatura nas quais houve mortalidade igual ou superior a 50% dos peixes. Não foram observadas diferenças significativas (P>0,05) para os valores de temperatura nas quais a mortalidade dos peixes foi igual ou superior a 50% entre os peixes alimentados com as dietas contendo diferentes óleos vegetais (Tabela 4).

Atwood et al. (2003), avaliando a tolerância a baixas temperaturas para tilápia-do-Nilo alimentadas com duas fontes de lipídeos (óleo de peixe e óleo de coco), observaram que o perfil de ácidos graxos foi afetado pela dieta, porém essas mudanças não resultaram em diferenças na tolerância a baixas temperaturas. A ausência de efeito significativo das diferentes fontes de lipídeos para tolerância ao frio para acarás-bandeira e tilápia-do-Nilo pode ter ocorrido pelo fato dos peixes de água doce apresentarem boa capacidade para dessaturar e alongar ácidos graxos (Moreira et al., 2001). Dessa forma, os peixes poderiam aumentar o nível de ácidos graxos poliinsaturados nas membranas celulares, melhorando a fluidez da membrana, independente do seu fornecimento na dieta.

Craig et al. (1995) avaliaram a tolerância a baixas temperaturas para juvenis de *Sciaenops ocellatus* alimentados com dietas à base de óleo de peixe (óleo de menhaden), de coco, de milho e óleo de peixe saturado. Após seis semanas de alimentação, os peixes foram submetidos a um ensaio de tolerância crônica ao frio, onde a temperatura foi gradualmente reduzida durante três semanas. Os autores observaram que os peixes alimentados com a dieta contendo óleo de peixe tiveram temperatura letal mediana significativamente mais baixa que os peixes alimentados com as outras dietas. Tal resultado sugere que a

inclusão de altos níveis de ácidos graxos poliinsaturados da serie n-3, resultaram numa melhor proporção (n-3/n-6), aumentando a tolerância ao frio para juvenis de *Sciaenops ocellatus*.

Outra possibilidade para explicar a ausência de efeito significativo dos tratamentos se deve ao fato da temperatura da água ter sido diminuída a cada 24 horas, dificultando a aclimação dos peixes. O efeito imediato da redução da temperatura é a diminuição do metabolismo dos peixes, com redução da atividade de todas as enzimas (Schmidt-Nielsen, 1996), inclusive as dessaturases necessárias para a adaptação homeoviscosa. Assim, são necessários alguns dias para que ocorra a adaptação enzimática, com a produção de mais enzimas e/ou novas isoformas adaptadas a baixas temperaturas. A redução constante da temperatura pode ter causado efeito deletério para os peixes, antes que esses pudessem promover a adaptação enzimática e, conseqüentemente, a adaptação homeoviscosa.

Tabela 04. Valores médios de temperatura na qual houve mortalidade igual ou superior a 50%, para juvenis de acará-bandeira alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios

Tratamentos	Temperatura	
	Frio (°C)	Calor (°C)
Óleo de canola	12,33	39,00
Óleo de linhaça	12,00	39,00
Óleo de oliva	12,67	38,67
Óleo soja	12,33	39,00
CV(%)	6,62	0,94

Tolerância ao calor de juvenis de acará-bandeira alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídeos

Com o aumento da temperatura, os peixes mantiveram-se vivos até 37°C, iniciando a mortalidade na temperatura de 38°C e alcançando 100% aos 40°C. Dessa forma, com a mortalidade abrupta dos peixes, não foi possível obter as expressões de probabilidade de sobrevivência dos peixes em função do aumento da temperatura, bem como calcular os valores de temperatura letal (TL₅₀) para os peixes de cada tratamento. Portanto, para comparação entre tratamentos foram utilizados os valores de temperatura nas quais houve mortalidade igual ou superior a 50% dos peixes.

Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para os valores de temperatura na qual a mortalidade dos peixes foi igual ou superior a 50% entre os peixes alimentados com as dietas contendo diferentes óleos vegetais (Tabela 4). A tolerância ao calor de juvenis de acará-bandeira, no presente estudo foi semelhante à observada por Pérez et al. (2003) para juvenis da mesma espécie. Os referidos autores avaliaram a temperatura crítica máxima (CT_{max}) para juvenis de acará-bandeira aclimatados a 20, 24, 28 e 30°C, que apresentaram valores de CT_{max} de 36,9; 37,6; 40,6 e 40,8 °C, respectivamente.

A ausência de efeito significativo das diferentes fontes de lipídeos na dieta para tolerância ao calor de juvenis de acará-bandeira pode ser decorrente do fato da temperatura da água ter sido aumentada a cada 24 horas, dificultando a aclimação dos peixes. O aumento constante da temperatura pode ter causado efeito deletério para os peixes, antes que esses pudessem promover a adaptação homeoviscosa.

Conclusões

A inclusão de óleos vegetais, com diferentes composições de ácidos graxos, na dieta não influenciou o desempenho produtivo de juvenis de acará-bandeira.

A inclusão de óleos vegetais, com diferentes composições de ácidos graxos, na dieta não influenciou a tolerância ao frio e ao calor para juvenis de acará-bandeira.

Referências Bibliográficas

ANIDO, R.J.V. **Substituição do óleo de peixe por óleos vegetais em dietas para jundiá *Rhamdia quelen*: efeito no desempenho e no perfil de ácidos graxos da composição corporal.** Porto Alegre, RS: UFRS, 109p., 2006. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

ATWOOD, H.L.; TOMASSO, J.R.; WEBB, K.; GATLIN, D.M. Low-temperature tolerance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: effects of environmental and dietary factors. **Aquaculture Research**, v. 34, p. 241-251, 2003.

CRAIG, S.R.; NEILL, W.H.; GATLIN, D.M. Effects of dietary lipid and environmental salinity on growth, body composition, and cold tolerance of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 14, p. 49-61, 1995.

FRACALOSSO, D.M.; LOVELL, R.T. Growth and liver polar fatty acid composition of year-1 channel catfish fed various lipids sources at two water temperatures, **The American Fisheries Society**, v. 57, p. 107-113, 1995.

FUJIMOTO, R.Y.; VENDRUSCOLO, L.; SCHALCH, S.H.C.; MORAES, F.R. Avaliação de três diferentes métodos para o controle de monogenéticos e *Capillaria* sp. (nematoda: capillariidae), parasitos de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare* Liechtenstein, 1823). **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 32, n. 2, p. 183-190, 2006.

GEURDEN, I.; CURVIER, A.; GONDOUN, E.; OLSEN, R.E.; RUOHONEN, K.; KAUSHIK, S; BOUJARD, T. Rainbow trout can discriminate between feeds with different oil sources. **Physiology & Behavior**, v. 85, p. 107-114, 2005.

GRAEFF, A.; TOMAZELLI, A. Fontes e níveis de óleos na alimentação de carpa comum (*Cyprinus carpio* L.) na fase de crescimento. **Ciênc. agrotec.**, v. 31, n. 5, p. 1545-1551, 2007.

HANSEN, J.; RUEDY, R.; GLASCOE, J.; SATO, M. GISS analysis of surface temperature change. **J. Geophys. Res.**, v. 104, p. 30997-31022, 1999.

HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; MEURER, F.; SCHAMBER, C.R. Uso de diferentes óleos vegetais para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase inicial. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000.

HAZEL, J.R.; WILLIAMS, E.E. The role of alterations in membrane lipid composition in enabling physiological adaptation of organisms to their physical environment. **Prog. Lipid Res.**, v. 29, p. 167-227, 1990.

HIGGS, D.A.; DONG, F.M. Lipids and fatty acids. In: STICKNEY, R.R. (ed.) **Encyclopedia of Aquaculture**, New York: John Wiley & Sons, p. 476-496, 2000.

HSIEH, S.L.; CHEN, Y.N.; KUO, C.M. Physiological responses, desaturase activity and fatty acid composition in milkfish (*Chanos chanos*) under cold acclimation. **Aquaculture**, v. 220, p. 903-918, 2003.

JONES, P.D.; NEW, M.; PARKER, D.E.; MARTIN, S.; RIGOR, I.G. Surface air temperature and its changes over the past 150 years. **Rev. Geophys.**, v. 37, p. 173-199, 1999.

LOSEKANN, M.E.; NETO, J.R.; EMANUELLI, T.; PEDRON, F.A.; LAZZARI, R.; BERGAMIN, G.T.; CORREIA, V.; SIMÕES, R.S. Alimentação do jundiá com dietas contendo óleos de arroz, canola ou soja. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 225-230, 2008.

MATSUSHITA, M.; JUSTI, K.C.; PADRE, R.G.; MILINSK, M.C.; HAYASHI, C.; GOMES, S.T.M.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N.E. Influence of diets enriched with different vegetable oils on the performance and fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. **Acta Sci. Technol.**, v. 28, n. 2, p. 125-131, 2006.

MIRANDA, E.C.; PEZZATO, A.C.; PEZZATO, L.E.; FURUYA, W.M. Disponibilidade aparente de fósforo em ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 3, p. 669-675, 2000.

MISHRA, K.; SAMANTARAY, K. Interacting effects of dietary lipid level and temperature on growth, body composition and fatty acid profile of rohu, *Labeo rohita* (Hamilton). **Aquaculture Nutrition**, v. 10, p. 359-369, 2004.

MOREIRA, A.B.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. Fatty acids profile and cholesterol contents of Three Brazilian *Brycon* freshwater fishes. **Journal Food Composition and Analysis**, v. 14, p. 565-574, 2001.

PÉREZ, E.; DI AZ, F.; ESPINA, S. Thermoregulatory behavior and critical thermal limits of angelfish *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) (Pisces: Cichlidae). **Journal of Thermal Biology**, v. 28, p. 531-537, 2003.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.M.; BARROS, M.M.; PINTO, L.G.Q.; FURUYA, W.M.; PEZZATO, A.C. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1595-1604, 2002.

RIBEIRO, F.A.S.; RODRIGUES, L.A.; FERNANDES, J.B.K. Desempenho de juvenis de Acará-Bandeira (*Pterophyllum scalare*) com diferentes níveis de proteína bruta na dieta. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 33, n. 2, p.195-203, 2007.

RIBEIRO, P.A.P. **Efeito de fontes de ácidos graxos na dieta e da redução da temperatura sobre o metabolismo lipídico de tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*) e trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*)**. Lavras, MG: UFLA, 162p., 2007. Tese (Doutorado em zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2007.

RICKER, W.E. Growth rates and models, In: HOAR, W.S.; RANDALL, D.J.; BRETT, J.R. (Eds.), **Fish Physiology**, v. 8: Bioenergetics and Growth. Academic Press, London, p. 677-743, 1979.

RODRIGUES, L.A; FERNANDES, J.B.K. Influência do processamento da dieta no desempenho produtivo do acará bandeira (*Pterophyllum scalare*). **Acta Scientiarum**, v. 28, n. 1, p. 113-119, 2006.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ª Ed., Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 186p., 2005.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia animal: adaptação e ambiente**, São Paulo: Ed. Santos, 611p., 1996.

SHERWOOD, L.; KLANDORF, H.; YANCEY, P. **Animal physiology - From genes to organisms**. Thomson Brooks/Cole, Belmont, CA, USA, 1st. Ed, 816p., 2005.

SINGER, S.J.; NICOLSON, G.L. The fluid mosaic model of the structure of cell membranes. **Science**, v. 175, p.720-731, 1972.

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

VAZZOLER, A.E.A.M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática.** Maringá: EDUEM, 1996.

WILLIAMS, E.E.; HAZEL, J.R. Restructuring of plasma membrane phospholipids in isolated hepatocytes of rainbow trout during brief in vitro cold exposure. **J. Comp. Physiol. [B]**, v. 164, p. 600-608, 1995.

WILLIAMS, E.E. Membrane Lipids: What membrane physical properties are conserved during physiochemically-induced membrane restructuring? **Amer. Zool.**, v. 38, p. 280-290, 1998.

ZUANON, J.A.S.; SALARO, A.L.; BALBINO, E.M.; SARAIVA, A.; QUADROS, M.; FONTANARI, R.L. Níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de acará-bandeira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 1893-1896, 2006.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças na temperatura da água podem influenciar diversos processos fisiológicos nos peixes, tanto em seus ambientes naturais como em cativeiro, acarretando menor crescimento, reprodução e maior sensibilidade a doenças. Assim, torna-se necessário compreendermos melhor os efeitos da variação da temperatura ambiente sobre a fisiologia dos peixes, e os processos desencadeados para o restabelecimento da homeostase, em especial a adaptação homeoviscosa.

Diversas pesquisas têm sido realizadas com intuito de avaliar a influência de fontes lipídicas da dieta e da temperatura ambiente na composição de ácidos graxos dos peixes. Essas pesquisas apontam que a principal estratégia dos peixes para adaptação às variações de temperaturas são modificações na composição dos ácidos graxos dos fosfolipídios das membranas celulares. Entretanto, a maioria dos experimentos realizados não demonstrou diferenças na tolerância a temperaturas extremas, mesmo com a observação de diferenças na composição lipídica dos peixes. Portanto, é preciso estabelecer novos protocolos experimentais, que permitam avaliar melhor as possíveis alterações em diferentes parâmetros fisiológicos decorrentes da adaptação a novas temperaturas. Novos experimentos precisam ser realizados onde a variação de temperatura seja de menor amplitude, ou com maiores intervalos de tempo.

A realização desses trabalhos poderia significar consideráveis avanços para a criação de peixes ornamentais, uma vez que esses peixes, em geral, são criados em tanques e viveiros de pequeno volume e, portanto, sujeitos a maiores variações de temperatura, tanto no ciclo dia-noite, como ao longo das estações do ano.

O campo para as pesquisas sobre o uso de fontes de lipídeos em dietas para peixes ornamentais é bastante amplo, podendo-se destacar a avaliação de níveis de lipídeos nas dietas para as diversas espécies, e seu efeito poupador de proteínas, sua interação com vitaminas lipossolúveis, como regulador da capacidade imunológica e da resistência a doenças, dentre outros.

Tais pesquisas podem proporcionar ganhos significativos no rendimento econômico da produção de peixes ornamentais, proporcionando conhecimentos necessários para o estabelecimento do rápido crescimento, melhora da eficiência de utilização dos nutrientes e redução da mortalidade em situações estressantes como temperaturas extremas.