GALILEU CROVATTO VERAS

NÍVEIS DE PROTEÍNA E ENERGIA EM DIETAS PARA ALEVINOS 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

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

GALILEU CROVATTO VERAS

NÍVEIS DE PROTEÍNA E ENERGIA EM DIETAS PARA ALEVINOS 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*.

APROVADO: 23 de janeiro de 2009.

Prof. Dr. Antonio Policarpo Souza Carneiro

Prof. Dr. Jener Alexandre Sampaio Zuanon (Co-Orientador)

Profª. Dra. Priscila Vieira Rosa Logato

Prof. Dr. Luis David Solis Murgas

Profª. Dra. Ana Lúcia Salaro (Orientador)

Aos meus pais, João Carlos Veras e Maria Aparecida Crovatto Veras, pelo exemplo de caráter, dedicação e amor incondicional em todas as fases de minha vida. Amo vocês!

Em memória a minha avó Luzia Fernandes Veras, que sempre me apoiou e acreditou em meu potencial. Hoje não está mais entre nós, mas viverá sempre em meu coração!

À minha namorada Tatiana Vital Baião pela compreensão nos momentos que estive ausente e pelo amor, carinho e incentivo em todos os momentos em que precisei. Te amo!

A toda minha família que sempre me apoiou.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, João Carlos Veras e Maria Aparecida Crovatto Veras pelo amor, confiança, incentivo e apoio irrestrito em todas as etapas de minha vida, e agora pela realização deste sonho.

À minha namorada Tatiana Vital Baião pela paciência, amor, carinho e por nunca ter me deixado desanimar nos momentos mais difíceis desta etapa de minha vida.

À orientadora Profa. Dra. Ana Lúcia Salaro pela amizade, experiência profissional, empenho e dedicação ao longo desses anos de trabalho e amizade.

Ao co-orientador Prof. Dr. Jener Alexandre Sampaio Zuanon pela amizade, ajuda com a interpretação dos dados e pelas discussões realizadas sobre o experimento.

Ao Prof. Dr. Antonio Policarpo Souza Carneiro, pelas orientações e ajuda nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Edênio Dettman, pela disponibilização do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia (DZO) para a realização das análises químicas.

Ao Prof. PhD. Jorge Abdala Dergam por ter disponibilizado as dependências do Laboratório de Citogenética para armazenamento das amostras.

Aos estagiários do Setor de Piscicultura: William Chaves, Mateus Moraes Tavares, Daniel Abreu Vasconcelo Campelo, Marcelo Duarte Pontes, Luiz Thiago V. Miranda, Rafael de Filippo Gori, Wesley Freitas da Annunciação, Isabel Gertrudes A. de Araújo Neves, Gustavo Henrique Franco Martins e José Carlos de Oliveira Junior.

Aos alunos de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal: Thiago Rota Alves Felipe e Andréa Kiyoko Ikeda, orientados da profa. Dra. Ana Lúcia Salaro e do prof. Dr. Jener Alexandre Sampaio Zuanon, pela força e apoio para realização desta pesquisa.

Ao amigo, hoje mestre, Rodrigo Yutaka Dichoff Kasai e sua família pela amizade e experiência profissional na Piscicultura Piraí – MS.

Aos funcionários do Setor de Piscicultura: Paulo Soares Bernardo e João Antonio de Oliveira, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, pelo ensinamento prático e apoio durante a realização desta pesquisa.

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.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia (DZO – UFV), Faustino Pereira Monteiro, Mário Julião, Valdir Francisco Monteiro, Wellington Paulo da Costa e Vera Lúcia da Silva pela amizade, ensinamento e apoio irrestrito durante as análises laboratoriais.

Aos funcionários da Secretária do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa.

Aos professores Dra. Ana Lúcia Salaro, Dra. Priscila Vieira Rosa Logato, Dr. Antonio Policarpo Souza Carneiro, Dr. Luis David Solis Murgas, Dr. Jener Alexandre Sampaio Zuanon, 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 graduação no Departamento de Zootecnia, e Mestrado no Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, pelo Departamento de Biologia Animal.

Aos Amigos da República Muriçoca: Pedro Luis Braga Bernadino (Pedrão, Pedrim, Pedroca, Baiano: “Quieta moço!!!”), Brumell Pereira Paixão (Garga: “Uh véi, pra

nóis!!!"), Robson Bruniera (Latino, Lala: "Só tomo um bom vinho!!!"), Leonardo (Vovô, Velhinho: "Foooogo!!!") e Geraldo (Gera: "Oh Gera cadê....").

Aos Amigos distantes, mas sempre presentes: Gabriel (Peter), Renatinho, Alex Show, Lucas (Lukinha), Lúcio, Cristiano (Kiki), Fábio Gralack (Campeão), Diogo (Monstrão).

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

MUITO OBRIGADO.

BIOGRAFIA

GALILEU CROVATTO VERAS, filho de João Carlos Veras e Maria Aparecida Crovatto Veras, nasceu em 11 de dezembro de 1980 na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

Em 2002, ingressou na Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde, em março de 2007, graduou-se em Zootecnia.

Em maio de 2007, iniciou o curso no Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, em nível de Mestrado, no Departamento de Biologia Animal, na Área de Nutrição e Produção de Peixes pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), defendendo a dissertação em 23 de janeiro de 2009.

SUMÁRIO

Página

RESUMO.....ix

ABSTRACT xi

CONSIDERAÇÕES INICIAIS 1

Referências Bibliográficas.....13

CAPÍTULO I

NÍVEIS DE PROTEÍNA E ENERGIA EM DIETAS PARA ALEVINOS DE TRAIRÃO *Hoplias lacerdae*.....22

RESUMO 23

ABSTRACT 24

Introdução.....25

Material e Métodos.....27

Resultados.....31

Discussão.....34

Referências Bibliográficas.....42

Tabela 1. Valores da composição percentual e química das dietas experimentais em relação a matéria natural.....50

Tabela 2. Valores médios para ganho de peso (GP), ganho de comprimento (GC), taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar (CA), consumo de ração (CR) e taxa de eficiência protéica (TEP) de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae*, e resumo da análise de variância em função dos níveis de proteína bruta PB (%) e energia bruta EB (kcal/kg) da dieta 51

Tabela 3. Valores médios para proteína corporal (PC), lipídio corporal (LC), matéria mineral (MM), matéria seca (MS), umidade (UM), retenção de proteína (RP) e retenção de energia bruta (REB) de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae*, e resumo da análise de variância em função dos níveis de proteína bruta PB (%) e energia bruta EB (kcal/kg) da dieta 52

Tabela 4. Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para proteína corporal (PC), lipídio corporal (LC), matéria mineral (MM), matéria seca

(MS) e umidade (UM), de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae*, em função dos níveis de PB (%) e energia bruta EB (kcal/kg) da dieta. 53

Tabela 5. Equação de regressão ajustada e coeficiente de determinação para retenção de proteína (RP) e retenção de energia bruta (REB) de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae*, em função dos níveis de proteína bruta PB (%) e energia bruta (kcal/kg) na dieta. 54

Figura 1. Representação gráfica do ganho de peso de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae* em função dos níveis protéicos das dietas 55

Figura 2. Representação gráfica do ganho de comprimento de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae* em função dos níveis protéicos das dietas 56

Figura 3. Representação gráfica da taxa de crescimento específco de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae* em função dos níveis protéicos das dietas 57

Figura 4. Representação gráfica da conversão alimentar de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae* em função dos níveis protéicos das dietas 58

Figura 5. Representação gráfica dos níveis de lipídio corporal de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae* em função dos níveis de energia das dietas 59

Figura 6. Representação gráfica dos níveis de retenção de energia bruta de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae* em função dos níveis protéicos das dietas 60

CONSIDERAÇÕES FINAIS 61

RESUMO

VERAS, Galieu Crovatto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2009. **Níveis de proteína e energia em dietas para alevinos de trairão *Hoplias lacerdae*.** Orientadora: Ana Lúcia Salaro. Co-orientadores: Edênio Detmann, Jener Alexandre Sampaio Zuanon e Jorge Abdala Dergam dos Santos

Com a presente pesquisa, buscou-se avaliar níveis de proteína (PB) e energia bruta (EB) para alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 4x3, sendo quatro níveis de proteína bruta (35, 39, 43 e 47%) e três níveis de energia bruta (4100, 4300 e 4500 kcal EB/kg). Alevinos de trairão com 1,85 ± 0,047 g de peso médio e 4,74 ± 0,05 cm de comprimento médio foram distribuídos em 48 aquários contendo sete litros de água, temperatura controlada, filtro biológico e fotoperíodo de 12 horas, na densidade de estocagem de 1,14 peixes por litro. Os peixes foram alimentados com as dietas experimentais nos horários de 8h:00min; 12h:00min e 16h:00min, por um período de 60 dias. Ao final do experimento foi avaliada a taxa de sobrevivência; os índices de desempenho: ganhos de peso (GP) e comprimento (GC), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), taxas de crescimento específico (TCE) e eficiência protéica (TEP); a composição corporal: proteína (PC) e lipídio corporal (LC), matéria mineral (MM), matéria seca (MS) e umidade (UM); e a retenção de proteína (RP) e energia bruta (REB). A sobrevivência média dos peixes dos diferentes tratamentos foi de 99,22%, não sendo influenciada pelos níveis de PB e EB da dieta. Não houve interação significativa entre PB e EB sobre os índices de desempenho ($P > 0,01$) e os mesmos não foram influenciados pelo nível de EB da dieta ($P > 0,01$). Entretanto, observou-se aumento linear no GP, GC e TCE, e redução linear da CA com o aumento dos níveis de PB da dieta ($P < 0,01$). Para os índices de composição corporal houve interação significativa entre PB e EB sobre a PC e MM ($P < 0,01$). Para o nível de 35 e 47% de PB houve efeito quadrático da EB sobre a PC, com valores máximos estimados de

15,91% para EB de 4294,11 kcal/kg e 17,26% para EB de 4250 kcal/kg, respectivamente. Para os níveis de 39 e 43% de PB houve aumento linear da PC com os crescentes níveis de energia da dieta. Para o nível de 4100 kcal de EB/kg foi observado aumento linear da PC com os crescentes níveis de PB da dieta, enquanto que, para o nível de 4500 kcal de EB/kg houve efeito quadrático da PB sobre a proteína corporal, com valor máximo estimado de 16,95% para 41,88% de PB da dieta. Para o nível de 4300 kcal de EB/kg não houve efeito significativo dos níveis de PB da dieta sobre a PC. A matéria mineral, para o nível de 35% de PB, apresentou redução linear com os níveis crescentes de EB da dieta, não apresentando efeito significativo dos níveis de EB sobre a MM para os demais níveis de PB da dieta. Nos níveis de 4300 e 4500 kcal de EB/kg houve aumento linear da MM com os crescentes níveis de PB da dieta, não apresentando efeito significativo para o nível de 4100 kcal de EB/kg. O lipídio corporal apresentou aumento linear com os níveis crescentes de EB da dieta ($P < 0,01$). A umidade apresentou decréscimo linear com os níveis crescentes de PB e EB da dieta ($P < 0,01$). A retenção de energia bruta apresentou aumento linear com os níveis crescentes de PB da dieta ($P < 0,01$), porém a retenção de proteína não foi influenciada pelos níveis de PB e EB da dieta ($P > 0,01$). O nível mais elevado de proteína na dieta (47% de PB) resultou nos melhores índices de desempenho destes animais, assim como melhor retenção de energia, independente dos níveis de energia da dieta. Entretanto, o maior valor estimado para proteína corporal foi para dieta contendo 47% de PB e 4250 kcal de EB/kg. Com os resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se concluir que a dieta para alevinos de trairão deve conter 47% de PB e 4250 kcal de EB/kg.

ABSTRACT

VERAS, Galileu Crovatto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, January of 2009. **Levels of protein and energy in diets for fingerlings of trairão *Hoplias lacerdae*.** Adviser: Ana Lúcia Salaro. Co-Advisers:, Edênio Detmann e Jener Alexandre Sampaio Zuanon and Jorge Abdala Dergam dos Santos.

Through the present research work, evaluating the levels of crude protein (CP) and gross energy (GE) for fingerlings of trairão (*Hoplias lacerdae*) was sought. The completely randomized design with four replicates in factorial scheme 4 x 3 were utilized, namely, four levels of crude protein (35; 39; 43 and 47%) and three levels of gross energy (4100; 4300 and 4500 kcal GE/Kg). Trairão fingerlings of 1.85 ± 0.047 g of average weight and 4.74 ± 0.05 cm in average length were distributed into 48 aquaria containing seven liters of water, controlled temperature, biological filter and 12-hour photoperiod at the stocking rate of 1.14 fish per liter. The fish were fed the experimental diets at the times of 8: 00 a.m; 12:00 a.m and 16:00 p.m for a 60 days period. At the end of the experiment, survival rate; the performance indices: weight gains (WG) and length (LG), feed intake (FI), feed conversion ratio (FCR), specific growth rates (SGR) and protein efficiency (PER); the body composition: body protein (BP) and lipid (BL), mineral matter (MM), dry matter (DM) and moisture (MO); and protein retention (PR) and gross energy (GER). The average survival of the fish of the different treatments was of 99.2%, its not being influenced at all by the levels of dietary CP and GE. There was no significant interaction between CP and GE on the performance rates ($P > 0.01$) and the same ones were not influenced by the level of dietary GE ($P > 0.01$). Nevertheless, a linear increase was found on WG, WL and SGR and a linear reduction of FCR with increasing levels of CP of the diet ($P < 0.01$). For the body composition indices, there was a significant interaction between CP and GE on both BP and MM ($P<0.01$). For the level of 35 and 47% of CP, there was a quadratic effect of GE on BP, with maximum values estimated of 15.91 for GE of 4294.11 kcal/kg and of 17.26% for GE of 4250

kcal/kg, respectively. For the levels of 39 and 43% of CP, there was a linear increase of BP with increasing levels of dietary energy. For the level of 4100 kg of GE/kg, a linear increase of BP with the growing levels of dietary CP was found, while for the level of 4500 kcal/kg of GE/kg, a quadratic effect on body protein occurred, with maximum value estimated of 16.95% for 41.88% of dietary CP. For the level of 4300kcal of GE/kg, there was no significant effect of the levels of dietary CP on BP. The mineral matter for the level of 35% of CP presented a linear reduction with the growing levels of dietary GE, not presenting any significant effect of the levels of GE on MM for the other levels of CP of the diet. At the levels of 4300 and 4500 kcal of GE/Kg, there was a linear increase of MM with the growing levels of dietary CP, presenting no significant effect for the level of 4100 kcal of GE/kg. Body lipid presented no linear increase with the increasing levels of CP and GE in the diet ($P < 0.01$). Moisture presented a linear decrease with the growing levels of CP in the diet ($P < 0.01$), but protein retention was not influenced by the levels of CP and GE of the diet ($P < 0.01$). The highest level of dietary protein (47% of CP) resulted into the best performance rates of these animals as well as improved energy retention, independent of the levels of energy in the diet. However, the highest estimated value for body protein was for the diet containing 47% of CP and 4250 kcal of GE/KG. From the results obtained in this work, it follows that the diet for trairão fingerlings should contain 47% of CP and 4250 kcal of GE/Kg.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Considerações Iniciais

Grande parte dos peixes utilizados para produção é composta de espécies que apresentam hábitos alimentares onívoros e herbívoros, sendo apenas 12% de espécies carnívoras (TAKAHASHI, 2005). Essa diferença deve-se a entraves na criação das espécies carnívoras, principalmente no que diz respeito à alimentação. Na produção convencional os peixes carnívoros são alimentados com peixes forrageiros, havendo necessidade de maiores áreas para produção. Agravando essa situação, são necessários no mínimo cinco quilos de peixe forrageiro para a produção de um quilo de peixe carnívoro (ANDERSON, 1974; KUBITZA, 1995a; SLOANE e LOVSHIN, 1995). Recentemente, com a geração de tecnologias empregadas no condicionamento e treinamento alimentar de larvas e alevinos a aceitar dietas processadas, vem-se tornando viável economicamente a produção comercial de peixes carnívoros.

Vários fatores podem influenciar o sucesso do condicionamento e treinamento alimentar de peixes carnívoros, como o atendimento das exigências nutricionais, a composição dos alimentos utilizados na formulação das dietas (FOX, 1975; DE ANGELIS et al., 1979; KASAI, 2007), as características físicas das dietas, o tamanho dos peixes e o tempo de transição entre as dietas. Tais fatores variam de espécie para espécie (CAVERO et al., 2003a,b; DA SILVA, 2008). Assim, na composição das dietas para o condicionamento alimentar podem ser utilizados ingredientes úmidos como, por exemplo, o coração de boi (LUZ et al., 2002b; KASAI, 2007; DA SILVA 2008) e peixes moídos (SLOANE e LOVSHIN, 1995; MOURA, 1998).

Para que o condicionamento alimentar dos peixes torne-se mais eficiente, recomenda-se iniciar o processo com animais de três a cinco centímetros de comprimento (SNOW, 1968; MOURA, 1998; LUZ et al., 2002b), uma vez que, peixes nessa faixa de comprimento respondem melhor a mudança da dieta, devido a suas

condições fisiológicas quando comparados com peixes menores (SNOW, 1968). É necessário também, manter peixes de mesmo tamanho dentro das unidades de produção, proporcionar alimento em quantidade suficiente e constante para aumentar a chance de aprendizagem dos animais, além de realizar freqüentes classificações periódicas (HEIDINGER, 2000; LUZ et al., 2000; SALARO et. al., 2003). Durante as classificações periódicas, os peixes menores devem voltar às dietas iniciais para que estes possam ser condicionados com maior eficiência.

No treinamento alimentar de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*), bons resultados foram obtidos com o uso de coração de boi como ingrediente úmido; animais com três centímetros de comprimento e intervalos de três e quatro dias para transição entre as dietas (LUZ et al., 2002b; LUZ, 2004; KASAI, 2007, DA SILVA, 2008).

Uma vez que os animais estejam condicionados a aceitar dietas processadas, os mesmos tendem a manter esse hábito desde que o fornecimento da dieta não seja interrompido (ONO, 2004). Seguindo essas recomendações, cerca de 60 a 80% dos peixes que iniciaram o processo de condicionamento aprendem a se alimentar com dietas processadas ao final do treinamento (SLOANE e LOVSHIN, 1995). Entretanto, para o completo sucesso da produção intensiva de espécies carnívoras tornam-se necessárias pesquisas, principalmente no que diz respeito à nutrição, que vêm demandando por geração de tecnologias adequadas (FAO, 2002) como 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. Tais conhecimentos nortearão a formulação de rações comerciais.

As exigências nutricionais em proteína e energia para peixes estão relacionadas principalmente com a espécie, fase de desenvolvimento, hábito alimentar, qualidade da proteína e a relação entre energia e proteína da dieta (LEE e PUTNAM, 1973;

PEZZATO, 1997; AI et al., 2004; TUAN e WILLIAMS, 2007). Portanto, a formulação e a composição da ração quanto aos níveis de proteína e lipídios podem determinar o sucesso nutricional da espécie, uma vez que, influenciam diretamente no desempenho e na composição corporal dos peixes, assim como podem reduzir os custos e o impacto no ambiente aquático (SCHULZ et al., 2008).

Sabe-se que, para atender as exigências nutricionais dos peixes, estes necessitam dos mesmos nutrientes que os animais terrestres para realização de suas funções vitais. Esses nutrientes também são fundamentais para o crescimento e reprodução, os quais são oriundos da alimentação natural ou artificial (ROTTA, 2002). Como o ambiente aquático apresenta-se escasso em carboidratos naturais, as proteínas e os lipídios tornaram-se os principais nutrientes energéticos para os peixes (LOVELL, 1998), principalmente para espécies carnívoras.

A proteína é provavelmente o mais importante dos nutrientes de uma ração, por afetar diretamente o desenvolvimento dos peixes e ser o componente mais oneroso (LOVELL, 1989; AI et al., 2004; CHO et al., 2005; MILLER et al., 2005). Desta forma, a quantidade a ser utilizada na ração deverá ser a mínima necessária para atender as exigências nutricionais em aminoácidos essenciais, que proporcionarão o máximo crescimento dos peixes (NRC, 1993).

As proteínas desempenham várias funções estruturais como desenvolvimento da matriz óssea e do tecido conjuntivo, além da participação no controle metabólico, transporte de nutrientes, catálise de transformações químicas, contração muscular e no sistema imunológico (DEVLIN, 1998), portanto, sendo fundamental na dieta dos animais.

Os peixes, assim como outros animais, alimentam-se da proteína para atender as exigências em aminoácidos essenciais e não essenciais. A proteína ao ser consumida é

hidrolizada enzimaticamente no trato digestório, liberando aminoácidos que são distribuídos na corrente sanguínea para utilização no processo de síntese e degradação, para crescimento, reprodução e ou fonte de energia (MILLWARD, 1989; WILSON, 2002). Entretanto, a utilização da proteína na composição de ração comercial não deve ser priorizada como fonte de energia devido ao seu elevado custo.

O valor nutricional de uma proteína é função da digestibilidade e da composição em aminoácidos. Alguns ingredientes, embora contenham altos teores de proteína bruta, apresentam reduzida digestibilidade, portanto, são de baixo valor nutricional, não sendo recomendados na formulação de rações comerciais. Tais ingredientes não contribuem nas proporções adequadas em aminoácidos para suprirem as exigências nutricionais das espécies, aumentando assim a produção de produtos nitrogenados no ambiente aquático (CHO, 1990).

As dietas devem fornecer a quantidade mínima de cada aminoácido, mantendo sempre a relação constante entre suas concentrações. O excesso ou deficiência de certos aminoácidos pode ocasionar desequilíbrio nas relações e interações entre os aminoácidos, levando ao antagonismo, afetando a taxa de ingestão, transporte de nutrientes, catabolismo, taxa de síntese e degradação dos tecidos e formação de metabólitos tóxicos (JARAMILLO, 1996).

O fornecimento de dietas com deficiência protéica, ou com a composição inadequada em aminoácidos, pode levar a redução no crescimento, diminuição da eficiência alimentar, queda da imunidade e perda de peso dos peixes em função da mobilização da proteína de alguns tecidos para manutenção das funções vitais (MILLWARD, 1989; NRC, 1993; WILSON, 2002). Por outro lado, o excesso de proteína causa desbalanço na relação energia e proteína da dieta, fazendo com que os peixes aumentem o consumo de alimento para suprir as necessidades energéticas, o que

conseqüentemente leva a piora na conversão alimentar e no ganho de peso, além de converter parte da proteína da dieta em gordura corporal (NRC, 1993; WILSON, 2002; PIEDRAS et al., 2004). Acrescido a isso, os compostos nitrogenados oriundos de uma dieta com excesso de proteína contribuem potencialmente com o impacto dos efluentes gerados nos sistemas de produção (MILLER et al., 2005).

As espécies carnívoras apresentam de uma forma geral, maior exigência em proteína (KIM e LEE, 2005) quando comparadas com espécies generalistas, podendo variar de 40 a 50% de proteína na dieta (DE SILVA et al., 2002; DENG et al., 2006). Assim, para alevinos de tucunaré (*Cichla* sp.) dietas contendo 41% de proteína bruta e 3500 kcal de energia digestível/kg de ração suprem as exigências nutricionais desses animais (SAMPAIO et al., 2000), enquanto que alevinos e juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) necessitam de apenas 32 e 25% de proteína bruta na dieta, respectivamente (EL-SAIDY e GABER, 2005). Confirmando a alta exigência de proteína na dieta por espécies carnívoras, juvenis de pirarucu (*Arapaima gigas*) também necessitam de rações contendo elevados níveis de proteína, a qual está em torno de 48,6% de proteína bruta (ITUASSÚ et al., 2005).

Dentro de uma mesma espécie, peixes maiores necessitam proporcionalmente de menores níveis de proteína que os peixes mais jovens (WINFFREE e STCKNEY, 1981). Estudos com salmões demonstraram que nas fases iniciais estes animais necessitam de dietas com 45 a 50% de proteína bruta, enquanto que na fase juvenil e adulta a proteína pode ser reduzida a níveis de 40 a 35%, respectivamente (NRC, 1993; WILSON, 2002). Efeito similar foi verificado com pós-larvas (40% PB), alevinos (30 a 35%) e adultos (25 a 35%) de bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) (WILSON, 2002). Este decréscimo na exigência de proteína com o aumento do tamanho e do peso

corporal dos animais relaciona-se a redução dos processos metabólicos e de gasto energético por unidade de peso corporal (JOBLING, 1994).

As dietas disponíveis no mercado são, em sua maioria, formuladas com base em proteína bruta, apresentando em geral um aporte em aminoácidos superior ao exigido pelos animais (BOTARO et al., 2007). Entretanto, recentemente pesquisas vêm sendo realizadas para atender as exigências nutricionais em aminoácidos com base no conceito de proteína ideal, reduzindo assim os níveis de proteína bruta na dieta para peixes.

O conceito de proteína ideal é definido como o balanço exato de aminoácidos que é capaz de prover, sem excesso ou falta, as exigências de todos os aminoácidos necessários para a manutenção do animal e a máxima deposição protéica. A aplicação desse conceito estende-se a uma variedade de situações, pois mesmo que a quantidade absoluta de aminoácidos mude por diversas circunstâncias, as proporções continuam estáveis entre os aminoácidos. (PEZZATO et al., 2004; BOMFIM et al., 2008). Para isso, a lisina é utilizada como aminoácido referência, estabelecendo sua proporção aos demais aminoácidos essenciais de forma que se obtenha um perfil ideal de aminoácidos que atenda às exigências de mantença e a deposição protéica (BOTARO et al., 2007; BOMFIM et al., 2008).

A exigência em proteína também pode ser influenciada pela relação energia e proteína da dieta, podendo ser alterada pela quantidade e qualidade das fontes de energia. Para algumas espécies de peixes, a ótima relação energia: proteína já foi determinada, indicando relações de 8 a 10 kcal de energia digestível/g de proteína bruta na dieta como níveis ótimos. Para aves e suínos essa relação varia de 14 a 20 kcal de ED/g de PB (GATTLIN et al., 1986; SMITH, 1989). Assim, para os peixes, a alta exigência em proteína é decorrente da baixa exigência em energia desses animais.

Deste modo, com a utilização de carboidratos e ou lipídios como fontes energéticas, estes nutrientes poderão contribuir para que a proteína da dieta não seja utilizada como fonte de energia (PAGE e ANDREWS, 1973; NRC, 1993; MARTINO et al., 2002a,b) e sim para o crescimento do animal. Tal processo é conhecido como efeito poupador de proteína (EL-SAYED e TESHIMA, 1992; GRISDALLE-HELLAND e HELLAND, 1997, NANKERVIS et al., 2000; MORAIS et al., 2001; AI, et al., 2004). Neste sentido, pesquisas com diferentes níveis de proteína e energia vêm sendo realizadas para se comprovar o efeito poupador da proteína em peixes. Entretanto, vale ressaltar que, ao se variar simultaneamente os níveis proteína e energia de uma dieta, a relação energia: proteína fica comprometida, principalmente por ser possível estabelecer a mesma relação com diferentes níveis de energia e proteína da dieta. Conseqüentemente, será possível obter-se desempenhos diferenciados dos animais com dietas de mesma relação energia: proteína.

Vários estudos com espécies carnívoras, como o *Lateolabrax japonicus* (AI et al., 2004) *Pseudobagrus fulvidraco* (KIM e LEE, 2005), *Scophthalmus maximus* L, (CHO et al., 2005), garoupas *Epinephelus malabaricus* (TUAN e WILLIAMS, 2007), truta arco íris *Oncorhynchus mykiss* (ELIASON et al., 2007), surubim *Pseudoplatystoma coruscans* (MARTINO et al., 2002a) e onívoras como a tilápia vermelha (DE SILVA et al., 1991) e jundiá *Rhamdia quelen* (MEYER e FRACALOSSI, 2004) comprovam a relação existente entre proteína e energia e o efeito poupador da proteína da dieta.

Entretanto, é preciso ter cautela com o incremento de energia na dieta, pois o excesso dessa poderá reduzir o consumo e conseqüentemente diminuir a ingestão de proteína e de outros nutrientes essenciais para o crescimento dos peixes (PAGE e ANDREWS 1973; LOVELL, 1989; CHO et al., 2005), podendo ainda levar ao acúmulo

de gordura corporal nos animais (CHO, 1990; NRC, 1993). Observou-se acúmulo de gordura corporal em juvenis de surubim *Pseudoplatystom coruscans* (MARTINO, et al., 2002a), *Lateolabrax japonicus* (AI et al., 2004) e *Scophthalmus maximus* L (CHO et al., 2005) quando estes animais foram alimentados com dietas contendo maiores níveis de energia e lipídios, embora tenham apresentado melhores índices de desempenho produtivo.

O aumento de gordura corporal reduz o rendimento de carcaça, a qualidade da carne e o tempo de armazenamento dos peixes para o consumo. Portanto, se levado em consideração também o rendimento e a qualidade do produto final, o uso de níveis mais elevados de proteína na dieta tenderia a ser o mais aconselhado (SAMPAIO et al., 2000). Por outro lado, a deficiência em energia derivada de lipídios e carboidratos poderá resultar no aumento do consumo de ração e da conversão alimentar, reduzir o ganho de peso e potencializar a utilização da proteína como fonte de energia para compensar esta condição (NRC, 1993).

Embora os peixes necessitem de suprimento de energia, esta não pode ser classificada como um nutriente, uma vez que é oriunda da oxidação de carboidratos, lipídios e aminoácidos provenientes do alimento ou das reservas corporais (NRC, 1993). Assim, para que os peixes possam realizar todas as suas funções como manutenção do balanço osmótico, excreção, atividade muscular, reprodução e formação de novos tecidos, é preciso que haja adequado suprimento de energia (BUREAU, 2002).

A demanda energética é constante nos animais, porém para os peixes a quantidade de energia necessária é menor do que para aves e mamíferos. Provavelmente, tal demanda esteja relacionada a não necessidade desses animais em manter a temperatura corpórea constante, ao pequeno gasto energético para excretar os

produtos nitrogenados na forma de amônia, assim como menor atividade muscular para manutenção na coluna de água (NRC, 1993; LOVELL, 1998; PEZZATO et al., 2004).

A principal fonte de energia para peixes carnívoros são os lipídios, importantes fornecedores de ácidos graxos essenciais. Os ácidos graxos são necessários para o crescimento, desenvolvimento neural e visual, reprodução e qualidade do filé (BALFRRY e HIGGS, 2001), garantindo também a manutenção da integridade estrutural e funcional das membranas (SARGENT et al., 1999).

Os ácidos graxos poliinsaturados como, por exemplo, o ácido araquidônico 20:4 (n-6), funcionam como precursores de hormônios eicosanóides, envolvidos em funções bioquímicas e fisiológicas como os processos inflamatórios da dor, da resposta ao estresse, da liberação gástrica de ácidos e na reprodução dos vertebrados como precursor metabólico das diversas formas de prostaglandinas (SARGENT, 1995; NELSON e COX, 2002).

O adequado balanço dos ácidos graxos essenciais saturados e insaturados na composição dos fosfolipídios de membrana é que determinam a fluidez da membrana. Portanto, em baixas temperaturas os peixes alteram a composição dos fosfolipídios das membranas em resposta às mudanças de temperatura do ambiente, sendo que os ácidos graxos do tipo ômega-3 têm o papel de manter a viscosidade da membrana fosfolipídica em momentos de baixas temperaturas (NRC, 1993).

Sabe-se que as espécies de águas frias, marinhas e carnívoras apresentam maior habilidade em utilizar lipídios como fonte de energia quando comparados com carboidratos (NRC, 1993). De uma forma geral, os peixes carnívoros apresentam dificuldade em hidrolisar carboidratos, provavelmente pela reduzida atividade amilolítica do trato digestório (WILSON, 1994). Tal dificuldade pode estar relacionada com a complexidade ou estrutura físico-química dos carboidratos presentes nos

alimentos (GATLIN III, 1999). Assim, os lipídios são a principal fonte de suprimento de energia para peixes carnívoros.

Estabelecido a exigência nutricional em proteína e energia, o lipídio e ou carboidrato da dieta poderão ser utilizados preferencialmente como fonte de energia, sendo a proteína voltada principalmente para síntese protéica na formação de tecido muscular. Portanto, a possibilidade de reduzir a proteína da dieta poderá contribuir com a redução do impacto dos compostos nitrogenados nos efluentes dos sistemas de cultivo, assim como no custo de produção (MILLER et al., 2005).

Dentre as espécies carnívoras, o trairão (*Hoplias lacerdae*) destaca-se por ser uma espécie de grande potencial para a piscicultura por adaptar-se bem as condições de cativeiro, apresentar carne de excelente qualidade (NEVES et al., 1996; ANDRADE et al., 1998), ser uma espécie rústica, desovar naturalmente em cativeiro, apresentar elevado ganho de peso e baixo dispêndio de energia devido a sua sedentariedade (GONTIJO, 1984).

Esta espécie pertence à família Erithrinidae, que é constituída por peixes predadores encontrados em vários "habitats" como águas rasas e córregos, apresentando adaptações importantes a alterações bruscas do ambiente, como por exemplo, a concentração de oxigênio dissolvido (RANTIN et al., 1992). O gênero *Hoplias*, no qual se classifica o trairão é amplamente distribuído pelas bacias hidrográficas brasileiras (BORN e BERTOLLO, 2006), diferindo dos demais Erithrinídeos, por habitar córregos bem oxigenados (GODOY, 1975).

Atualmente no Brasil, são conhecidas três espécies do gênero *Hoplias*: a traíra (*Hoplias malabaricus*), o trairão-amazônico ou traíra-monstro (*Hoplias macrophtalmus*) e o trairão (*Hoplias lacerdae*). A traíra é a mais comum, podendo ser encontradas em quase todas as bacias hidrográficas das Américas do Sul e Central; o trairão-amazônico

encontra-se na Guiana Francesa e Suriname, sendo que, no Brasil ocorre de forma endêmica na bacia Costeira do Norte e Amapá; e o trairão sendo encontrado nas bacias do rio Ribeira, São Francisco, Jequitinhonha e Paraná (REZENDE et al., 2007).

Devido à importância do trairão para a piscicultura nacional, pode-se encontrar na literatura trabalhos relacionados como a alimentação de alevinos com rações comerciais em tanques de cultivo (LUZ et al., 2001), larvicultura em água doce e salinizada (LUZ & PORTELLA., 2002a), condicionamento alimentar dos alevinos (LUZ et. al., 2002), densidades de estocagem na produção de alevinos (SALARO et al., 2003), freqüência alimentar na larvicultura (LUZ & PORTELLA, 2005), utilização de vitamina C no condicionamento alimentar (KASAI, 2007), manejo alimentar e tempo de transição entre as dietas no condicionamento alimentar de alevinos (DA SILVA, 2008); e níveis de arraçoamento para juvenis de trairão (SALARO et al., 2008). Entretanto, ainda são escassas informações a respeito das exigências nutricionais básicas desta espécie, principalmente exigências em proteína e energia, as quais são cruciais para que a criação em cativeiro desta espécie possa ser realizada em larga escala e se torne viável economicamente.

Baseado no exposto acima, com esta pesquisa objetivou-se determinar os níveis de proteína e energia em dietas para alevinos de trairão, por meio da avaliação da taxa de sobrevivência, índices de desempenho, composição corporal e retenção de proteína e energia bruta. Assim, o presente estudo será apresentado sob a forma de artigo intitulado: NÍVEIS DE PROTEÍNA E ENERGIA EM DIETAS PARA ALEVINOS DE TRAIRÃO *Hoplias lacerdae*, o qual foi redigido segundo normas para publicação da Revista Aquaculture Nutrition.

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.

ANDERSON, R. J. Feeding artificial diets to small mouth bass. **The Progressive Fish Culturist**, v.36, p. 145-151, 1974.

ANDRADE, D.R.; VIDAL, M.V.J.; SHIMODA, E. Criação do trairão *Hoplias lacerdae.* **Boletim Técnico UENF,** v. 3, n. 4, p. 23, 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, p213-234, 2001.

BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T.; DONZELE, J.L.; FERREIRA, A.S.; RIBEIRO, F.B.; TAKISHITA, S.S. Exigência de metionina mais cistina, com base no conceito de proteína ideal, em rações de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.783-790, 2008.

BORN, G.G.; BERTOLLO, L.A.C. A new sympatric region for distinct karyotypic forms of *Hoplias malabaricus*(Pisces, Erythrinidae). **Brazilian Journal Biology**, v.66, n. 1B, p. 205-210, 2006.

BOTARO, D.; FURUYIA, W.M.; SILVA, L.C.R.; SANTOS; L.D.; SILVA, T.S.C.; SANTOS, V.G. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.517-525, 2007.

BUREAU, D.P. Bioenergetics. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Ed.3). **Fish Nutrition**. Orlando: Academic Press, cap.1, p.2-59, 2002.

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. 2003a.

CAVERO, B.A.S.; ITUASSÚ, D.R.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; BORDINHON, A.M.; FONSECA, F.A.L.; ONO, E.A. Uso de alimento vivo como dieta inicial no treinamento alimentar de juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38(8), p. 1011-1015. 2003b.

CHO, C.Y. Fish nutrition, feeds, and feeding: with special emphasis on salmonid aquaculture. **Food Reviews International**, v.6, n.3, p.333-357, 1990.

CHO, S.H; LEE, S.M.; LEE, S.M.; LEE, J.H. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L) reared under optimum salinity and temperature conditions. **Aquaculture Nutrition**, v.11, p.235-240, 2005.

DA SILVA, C.D. **Manejo alimentar durante o condicionamento alimentar de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*)**. 2007. 70p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Universidade Federal de Viçosa. 2008.

DE ANGELIS, D.L.; COX, D.K.; COTANT, C.C. Cannibalism and size dispersal in Young-of-the-year largemouth bass: experimentand model. **Ecologic Modell**, 8, p.133-148, 1979.

DE SILVA, S.S.; GUNASEKERA, R.M., SHIM, K.F. Interactions of varying dietary protein and lipid levels in young red tilapia: evidence of protein sparing. **Aquaculture,** v.95, p. 305-318, 1991.

DE SILVA, S.S.; GUNASEKERA, R.M; COLLINS, R.A; INGRAM, B.A. Performance of juvenile Murray cod, *Maccullochella peelii peelii* (Mitchell), feed with diets of different protein to energy ratio. **Aquaculture Nutrition**, v.8, p.79-85, 2002.

DENG, J.; MAI, K.; AI, Q.; ZHANG, W.; WANG, X.; XU, W.; LIUFU, Z. Effects of repacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake and growth of juvenile Japanese founder, *Paralichthys olivaceus*. **Aquaculture**, v.258, p.503-513, 2006.

DEVLIN, T.M. **Manual de bioquímica com correlações químicas.** 4.ed. São Paulo: Edgard Blucher, p.1007, 1998.

ELIASON, E.J.; HIGSS, D.A.; FARRELL, A.P. Effects of isoenergetic diets with different protein and lipid content on the growth performance and heat increment of rainbow trout. **Aquaculture**, v..272, p.723-736, 2007.

EL-SAIDY, D.M.S.D.; GABER, M.M.A. Effect of dietary protein levels and feeding rates on growth performance, production traits and body composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), cultured in concrete tanks. **Aquaculture Research**, v.36, p.163-171, 2005.

EL-SAYED, A.M.; TESHIMA, S.I. Protein and energy requirements of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fry. **Aquaculture**, v. 103, p. 55-63, 1992.

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

FOX, L.R. Cannibalism in Natural Populations. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.6, p.87-106, 1975.

GATLIN, D.M; POE, W.E; WILSON, R.P. Protein and energy requirement of fingerling channel catfish for maintenance and maximum growth. **Journal of Nutrition**, v.116, p.2121-2131, 1986.

GATLIN III, 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.

GODOY, M.P. **Peixes do Brasil: Subordem Characoidei – Bacia do Rio Mogi Guassu.** Piracicaba: Franciscana, 1975.

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

GRISDALE-HELLAND, B.; HELLAND, S.J. Replacement of protein by fat and carbohydrate in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*) at the end of freshwater stage. **Aquaculture,** v.152, p.167-180, 1997.

HEIDINGER, R. C. A white paper on the status and needs of largemouth bass culture in the north central region. **Fisheries and Illinois Aquaculture Center**. 29p. 2000.

ITUASSÚ, D.R.; PEREIRA FILHO, M.; ROUBACH, R.; CRECÊNCIA, R.; CAVERO, B.A.S.; GANDRA, A.L. Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.40, n.3, p.255-259, 2005.

JARAMILLO, M.P.S. Nutrients essenciales. In: JARAMILLO, M.P.S.; GÓMEZ, H.R.; DAZA, P.V. (Ed). **Fundamentos de nutrición y alimentación en acuicultura.** Bogotá: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, p.53-63, 1996.

JOBLING, M. **Fish Bioenergetics**. London: Chapman & Hall, p.309, 1994.

KASAI, R.D.Y. **Vitamina C em dietas iniciais para alevinos de trairão *Hoplias lacerdae***. 2007. 55p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Universidade Federal de Viçosa. 2007.

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

KUBITZA, F. **Intensive culture of largemouth bass: production of advanced juveniles and food-size fish.** Auburn, 1995a. 122p. Thesis (Ph. D.) – Auburn University.

LEE, D.J.; PUTNAM, G.B. The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.103, p.916-922, 1973.

LOVELL, R. T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, p. 260, 1989.

LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. London: Kluwer Academic Publishers, 1998. 267p.

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, 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, 2002a.

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

LUZ, R.K. A**spectos da Larvicultura do trairão *Hoplias lacerdae*: Manejo alimentar, Densidade de Estocagem e Teste de exposição ao Ar**. 2004. 120p. Tese (Doutorado em Aqüicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

LUZ, R. K.; PORTELLA, M.C. Frequência alimentar na larvicultura do trairão (*Hoplias* lacerdae). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1442- 1448, 2005.

MARTINO, R.C.; CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L.; TRUGO, L.C. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubim, *Pseudoplatystoma coruscans.* **Aquaculture**, v.209, p.209-218, 2002a.

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

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

MILLER, C.L.; DAVIS, D.A.; PHELPS, R.P. The effects of dietary protein and lipid on growth and body composition of juvenile and sub-adult red sapper, *Lutjanus campechanus* (Poey 1860). **Aquaculture Research**, v.36, p.52-60, 2005.

MILLWARD, D. J. The nutritional regulation of muscle growth and protein turnover. **Aquaculture, v.**79, p. 1-28, 1989.

MORAIS, S.; BELL, J.G.; ROBERTSON, D.A.; ROY, W.J.; MORRIS, P.C. Protein/lipid ratios in extruded diets for Atlantic cod *(Gadus morhua* L.): effects on growth, feed utilization, muscle composition and liver histology. **Aquaculture,** v.203, p.101-119, 2001.

MOURA, M. A. M. **Estratégias de condicionamento alimentar do tucunaré (*Cichla* sp)**. Piracicaba, 1998. 43p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo.

NANKERVIS, L.; MATTHEWS, S.J.; APPLEFORD, P. Effect of dietary non-protein energy source on growth, nutrient retention and circulating insulin-like growth factor I and triiodothyronine levels in juvenile barra-mundi, *Lates calcarifer.* **Aquaculture,** v. 191, p. 323-335, 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**. 3ª Ed. São Paulo: Servier, p.687, 2002.

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*).** Belo Horizonte, 1996, p.74. Dissertação Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

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

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

PEZZATO, L.E. O estabelecimento das exigências nutricionais das espécies cultivadas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, p.45-62, 1997.

PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C; FRACALOSSI, D.M; CASTAGNOLLI, N. (Ed.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva.** São Paulo: TecArt, cap.5; p.75-169, 2004.

PIEDRAS, S. R. N.; POUEY, J. L. O. F.; RUTZ, F. Efeitos de diferentes níveis de proteína bruta e de energia digestível na dieta sobre o desempenho de alevinos de peixe-rei. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.10, n.1, p.97-101, jan-mar, 2004.

RANTIN, F.T.; KALININ, A.L.; GLASS, M.L. FERNANDES, M.N. Respiratory responses in relation to mode of life of two erythrinid species (*Hoplias malabaricus* and *Hoplias lacerdae*). **J. Fish Biol.** 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.

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.

SAMPAIO, A.M.B.M.; KUBITZA, F.; CYRINO, J.E.P. Relação energia: proteína na nutrição do tucunaré. **Scientia Agricola**, v.57, p.213-219, abr/jun. 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 derections. **Aquaculture**, v.17, p.217-229, 1999.

SCHULZ, C.; HUBER, M.; OGUNJI, J.; RENERT, B. Effects of varying dietary protein to lipid ratios on growth performance and body composition of juvenile pike perch (*Sander lucioperca*). **Aquaculture Nutrition**, v.14, p.166-173, 2008.

SLOANE, M.B.; LOVSHIN, L.L. Feed training and intensive production of advanced largemouth bass fingerlings: a review. **Reviews in Fisheries Science**, v.3, n.1, p. 65-89. 1995.

SMITH, R.R. Nutritional energetics. In: HALVER, J. (Ed.) **Fish nutrition**. Washington: Academic Press, 1989. cap.1, p.1-29.

SNOW, J.R. Production of six – to eight-inch largemouth bass for special purposes. The Progressive Fish Culturist, v.30, p.144-152. 1968.

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

TUAN, L.A.; WILLIAMS, K.C. Optimum dietary protein and lipid specifications for juvenile Malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*). **Aquaculture**, v.267, p.129-138, 2007.

WILSON, R.P. Utilization of dietary carbohydrate by fish. **Aquaculture,** v.124, p. 67-80, 1994.

WILSON, R.P. Amino acids and proteins. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Ed.3). **Fish nutrition**. Orlando: Academic Press, cap.3, p.144-179, 2002.

WINFREE, R.A.; STICKNEY, R.R. Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of Tilapia aurea. **Journal of Nutrition**, v.111, p. 1001-1012, 1981.

CAPÍTULO I

NÍVEIS DE PROTEÍNA E ENERGIA EM DIETAS PARA ALEVINOS DE TRAIRÃO *Hoplias lacerdae*

NÍVEIS DE PROTEÍNA E ENERGIA EM DIETAS PARA ALEVINOS DE TRAIRÃO *Hoplias lacerdae*

Resumo

Com esta pesquisa avaliou-se os níveis de proteína (PB) e energia bruta (EB) para alevinos de trairão. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 4x3, sendo quatro níveis de PB (35; 39; 43 e 47%) e três níveis de EB (4100; 4300 e 4500 kcal EB/kg). Alevinos de trairão (1,85 ± 0,047 g e 4,74 ± 0,05 cm) foram distribuídos em 48 aquários e avaliados quanto a taxa de sobrevivência, índices de desempenho, composição corporal e retenção de energia e proteína. Observou-se taxa de sobrevivência de 99,22% e melhora linear nos índices de ganhos de peso e comprimento, taxa de crescimento específico e conversão alimentar com o aumento dos níveis de PB da dieta. Para os índices de composição corporal houve interação significativa entre PB e EB sobre a proteína corporal e a matéria mineral ($P < 0,01$). O lipídio corporal apresentou aumento linear com o aumento da EB da dieta ($P < 0,01$). A retenção de energia bruta apresentou aumento linear com os níveis crescentes de PB da dieta ($P < 0,01$). A retenção de proteína bruta não foi influenciada pelos níveis de PB e EB da dieta ($P > 0,01$). O nível de 47% de PB resultou nos melhores índices de desempenho e retenção de energia, independente dos níveis de EB da dieta. Entretanto, o maior valor estimado para proteína corporal foi observado com dieta contendo 47% de PB e 4250 kcal de EB/kg. Portanto, conclui-se que as dietas de alevinos de trairão devem conter 47% de PB e 4250 kcal de EB/kg.

PALAVRAS-CHAVE: *Hoplias lacerdae*, proteína corporal, lipídio corporal, retenção de energia, retenção de proteína

LEVELS OF PROTEIN AND ENERGY IN DIETS FOR FINGERLINGS OF TRAIRÃO *Hopias lacedae*

Abstract

Through this research work, the levels of crude protein (CP) and gross energy (GE) for trairão fingerlings were evaluated. The completely randomized design with four replicates in factorial scheme 4 x 3 was utilized, that is, four levels of CP (35; 39; 43 and 47%) and three levels of GE (4100; 4300 and 4500 kcal of GE/kg. Trairão fingerlings (1.85 ± 0.047g and 4.74 ± 0.05cm) were distributed into 48 aquaria and evaluated as to survival rate, performance indices, body composition and energy and protein retention. A survival rate of 99.22% and a linear improvement in the indices of weight and length gains, specific growth rate and feed conversion with increasing levels of CP in the diet were observed. For the body composition indices, there was a significant interaction between CP and GE on body protein and mineral matter ($P < 0.01$). Gross energy retention presented a linear increase with the growing levels of dietary CP ($P < 0.01$). Crude protein retention was not influenced by the levels of CP and GE in the diet ($P > 0.01$). The level 47% of CP resulted into the best indices of performance and energy retention, independent of the levels of dietary GE. Nevertheless, the highest value estimated for body protein was found with the diet containing 47% of CP and 4250 kcal of GE/kg. Therefore, it follows that the diets for fingerlings should contain 47% of CP and 4250 kcal of GE/kg.

KEY WORDS: *Hoplias lacerdae*, body protein, body lipid, energy retention, protein retention.

Introdução

A proteína é provavelmente o mais importante dos nutrientes, por afetar diretamente o desenvolvimento dos peixes e ser o componente mais oneroso da ração (Lovell, 1989; Ai *et al,* 2004; Cho *et al.* 2005; Miller *et al.* 2005). Desta forma, a quantidade de proteína a ser utilizada na ração deverá ser a mínima necessária para atender as exigências nutricionais em aminoácidos e proporcionar o máximo crescimento aos peixes (NRC, 1993).

Dietas com deficiência protéica ou com composição em aminoácidos inadequada podem levar a redução no crescimento, diminuição da eficiência alimentar, queda da imunidade e perda de peso dos animais em função da mobilização da proteína de alguns tecidos para manutenção das funções vitais (Millward, 1989; NRC, 1993; Wilson, 2002). Por outro lado, altos níveis de proteína geralmente causam desbalanço na relação energia: proteína, o que leva os peixes a suprirem suas necessidades de energia aumentando o consumo de ração e piorando a conversão alimentar (NRC, 1993; Wilson, 2002; Piedras *et al.* 2004). Acrescido a isso, os compostos nitrogenados oriundos do excesso de proteína da dieta contribuem potencialmente com o impacto dos efluentes gerados nos sistemas de produção (Miller *et al.* 2005; Schulz *et al.* 2008).

As espécies carnívoras apresentam, de forma geral, maior exigência em proteína, (Kim & Lee, 2005), a qual pode variar de 40 a 50% de proteína na dieta (De Silva *et al.* 2002; Deng *et al.* 2006). Entretanto, esta exigência em proteína pode ser influenciada pela relação energia: proteína da dieta, podendo ser alterada pela quantidade e qualidade das fontes de energia. Deste modo, com a utilização de carboidratos e ou lipídios como fontes energéticas, estes nutrientes poderão contribuir para que a proteína da dieta não seja utilizada como fonte de energia (Page & Andrews, 1973; NRC, 1993; Martino *et al*. 2002a,b) e sim para o

crescimento do animal. Tal processo é conhecido como efeito poupador de proteína (Ai, *et al*. 2004).

Por outro lado, o excesso de energia poderá reduzir o consumo e conseqüentemente diminuir a ingestão de proteína e de outros nutrientes essenciais para o crescimento dos peixes (Page & Andrews, 1973; Lovell, 1989; Cho *et al*. 2005), assim como levar ao acúmulo de gordura corporal nos animais (Bromley, 1980; Winfre & Sticney, 1981; NRC, 1993).

As espécies carnívoras utilizam a proteína e os lipídios como principais nutrientes para formação de tecido corporal e obtenção de energia (Cyrino *et al*. 2000), portanto, níveis adequados de energia e proteína nas dietas tornam-se fundamentais, para subsidiar as formulações de rações para estas espécies, e assim contribuir na obtenção de bons resultados produtivos, econômicos e ambientais.

Dentre as espécies carnívoras, o trairão (*Hoplias lacerdae*), destaca-se por ser uma espécie de grande potencial para a piscicultura por adaptar-se bem as condições de cativeiro, apresentar características desejáveis a pesca esportiva, possuir carne de excelente qualidade (Neves, 1996; Andrade *et al*. 1998; Luz *et al.* 2002), ser uma espécie rústica, desovar naturalmente em cativeiro, apresentar elevado ganho de peso e baixo dispêndio de energia devido a sua sedentariedade (Gontijo, 1984; Luz & Portella, 2005). Portanto, pelo exposto acima, com esta pesquisa objetivou-se determinar níveis de proteína e energia em dietas para alevinos de trairão *Hoplias lacerdae*.

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 60 dias.

Período pré-experimental

Alevinos de trairão condicionados a aceitar rações processadas foram estocados por um período de 30 dias em dois aquários de 100 litros, contendo filtro biológico, aeração e temperatura constantes (26 ± 1,5ºC). Durante o período pré-experimental, os peixes foram alimentados à vontade nos horários de 8h:00min, 12h:00min e 17h:00min, com ração comercial extrusada contendo 42% de proteína bruta, 7% de extrato etéreo, 5% de fibra bruta 15% matéria mineral, 4% de cálcio, 1,5% de fósforo total e 8% de umidade.

Delineamento e dietas experimentais

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições em esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro níveis de proteína bruta (35; 39; 43 e 47%) e três de energia bruta (4100; 4300; 4500 kcal de EB/kg).

Para a formulação das dietas experimentais (Tabela 1) utilizou-se a tabela de composição química dos ingredientes estabelecida por Rostagno *et al.* (2005). Após formulação, as dietas experimentais foram peletizadas em moedor comercial elétrico, secas em estufa (55°C) por 24 horas, trituradas em moinho manual e peneiradas para obtenção de peletes de dois mm de diâmetro. Uma amostra de cada dieta experimental foi submetida à análise da composição química de acordo com as metodologias descritas pela AOAC (1990).

Peixes e condição experimental

Foram utilizados 384 alevinos de trairão com peso e comprimento médio inicial de 1,85 ± 0,07 g e 4,74 ± 0,05 cm, respectivamente. Estes animais foram submetidos a jejum por 12 horas e em seguida distribuídos em 48 aquários (35x30x14cm) com sete litros de água e fotoperíodo de 12 horas.

Os aquários foram equipados com filtro biológico, aeração constante, sistema de aquecimento composto por termostatos ajustados a 26 ± 1,5 ºC, os quais eram ligados a aquecedores de 10 W por aquário e monitorados três vezes ao dia antes dos horários das alimentações. Todos os aquários foram cobertos com tela preta com dois milímetros de abertura para evitar a fuga dos peixes.

Diariamente, nos horários de 8h:00min, 12h:00min e 16h:00min os peixes foram alimentados à vontade com as dietas experimentais. Durante as alimentações foi observada a disputa pelo alimento e a presença de canibalismo.

Três vezes por semana foi realizada a limpeza dos aquários por meio do sifonamento das fezes. A água de reposição foi armazenada em caixa de 500 litros, com aeração e temperatura ajustada por meio de termostato e aquecedor em temperatura igual a dos aquários experimentais.

Parâmetros avaliados

Ao final do experimento foram avaliados a taxa de sobrevivência, os índices de desempenho, a composição corporal e os índices de retenção de proteína e energia dos peixes, pelas seguintes expressões: taxa de sobrevivência – S (%) = (número de peixes final/ número de peixes inicial) x 100; ganho de comprimento – GC (cm) = (comprimento final –

comprimento inicial); ganho de peso – GP (g) = (peso final – peso inicial); consumo de ração – CR (g)= (consumo de ração total/ peixe); conversão alimentar – CA = (quantidade de alimento consumido/ ganho de peso); taxa de crescimento específico – TCE (%/dia) = 100 x [(ln peso final- ln peso inicial)/ período experimental]; taxa de eficiência protéica – TEP = (ganho de peso/ consumo de proteína); retenção de proteína corporal – RP (%) = 100 x [(proteína corporal final x peso final) – (proteína corporal inicial x peso inicial)/ consumo de proteína]; retenção de energia bruta corporal – REB (%) = 100 x [(energia corporal final x peso final) – (energia corporal inicial x peso inicial)/ consumo de energia].

Análises químicas

No início do período experimental, um lote de oito peixes foi submetido à eutanásia por choque térmico em água com gelo e armazenado em freezer (-80ºC) para posterior análise da composição química corporal dos animais, sendo o mesmo procedimento adotado ao final do experimento com todos os peixes. As amostras das dietas experimentais também foram analisadas quanto à composição química. As análises da composição corporal e das dietas experimentais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – UFV, conforme metodologias descritas pela AOAC (1990).

Para preparação das análises, as amostras de peixes foram liofilizadas, pré-desengorduradas e trituradas em moinho de bola. A matéria seca das amostras dos peixes e dietas experimentais foi determinada após secagem em estufa a 105°, e em seguida determinada a matéria mineral pela incineração em mufla a 600°C. A proteína bruta foi determinada pelo método de micro Kjeldahl; o extrato etéreo pela extração com éter etílico de

petróleo; a fibra bruta por digestão com ácido sulfúrico e hidróxido de sódio apenas para as amostras de ração; e a energia bruta determinada por meio de bomba calorimétrica.

Análises estatísticas

Os resultados de desempenho, composição corporal e retenção de proteína e energia foram avaliados por meio da análise de variância para estudar o efeito da interação entre os níveis de proteína e energia da dieta e análise de regressão simples em função dos níveis de proteína e energia da dieta, utilizando o programa SAEG (2007).

Para escolha do modelo de regressão foram considerados a significância dos coeficientes de regressão, a magnitude dos coeficientes de determinação calculado em função da soma de quadrado de tratamentos, bem como o comportamento das variáveis em estudo.

Resultados

Não foi observado agressividade, dominância e canibalismo entre os peixes dos diferentes tratamentos. Observou-se taxa média de 99,22% de sobrevivência.

Para os índices de desempenho: ganhos de peso e comprimento, taxa de crescimento específico, conversão alimentar, consumo de ração e taxa de eficiência protéica, não houve interação significativa entre os níveis de proteína e energia da dieta. Estes índices de desempenho também não foram influenciados pelos níveis energéticos das dietas experimentais ($P > 0,01$) (Tabela 2).

Não houve efeito significativo dos níveis de proteína na dieta sobre o consumo de ração e a taxa de eficiência protéica ($P > 0,01$). Entretanto, os ganhos de peso e de comprimento e a taxa de crescimento específico apresentaram aumento linear com os níveis crescentes de proteína da dieta ($P < 0,01$) (Figuras 1, 2 e 3), bem como redução linear da conversão alimentar em função dos níveis de proteína da dieta, (`$P < 0,01$) (Tabela 2 e Figura 4).

A análise da composição corporal inicial dos peixes apresentou médias de 15,27% de proteína corporal, 6,18% de lipídio corporal, 3712 kcal de EB/kg, 3,50% de matéria mineral 89,82% de matéria seca, 25,62% de umidade.

Houve interação significativa entre os níveis de proteína e energia da dieta sobre a proteína corporal e a matéria mineral ($P < 0,01$) (Tabela 3). Para o nível de 35% de PB na dieta houve efeito quadrático dos níveis de energia na dieta sobre a proteína corporal, com valor máximo estimado de 15,91% com o nível de 4291,11 Kcal de EB/kg ($P < 0,01$). O mesmo efeito foi observado para o nível de 47% de PB em função dos níveis de energia da dieta, apresentando valor máximo estimado de 17,26% de proteína corporal com o nível de 4250 kcal de EB/kg ($P < 0,01$). Entretanto, para os níveis de 39 e 43% de PB houve aumento

linear da proteína corporal com os níveis crescentes de energia da dieta (P < 0,01).

Para o nível de 4100 kcal de EB/kg houve aumento linear da proteína corporal em função dos níveis de proteína da dieta (P < 0,01). Porém, para o nível de 4500 kcal de EB/kg, houve efeito quadrático dos níveis de proteína da dieta sobre a proteína corporal, sendo o valor máximo estimado de 16,95% com o nível de 41,88% de PB (P < 0,01). Entretanto, para o nível de 4300 kcal de EB/kg não houve efeito significativo dos níveis de PB da dieta sobre a proteína corporal (P > 0,01) (Tabela 4).

A matéria mineral apresentou redução linear para o nível de 35% de PB com os níveis crescentes de energia da dieta (P < 0,01). Porém, não houve efeito significativo para os níveis de 39; 43 e 47% de PB, com os níveis crescentes de energia da dieta (p > 0,01).

Para os níveis 4300 e 4500 kcal de EB/kg foi verificado aumento linear da matéria mineral com os crescentes níveis de proteína da dieta (P < 0,01). Entretanto, para o nível de 4100 kcal de EB/kg em função dos níveis de proteína da dieta, não houve efeito significativo sobre a matéria mineral (P > 0,01) (Tabela 4).

Não houve interação significativa entre os níveis de proteína e energia, assim como não houve efeito dos níveis de proteína da dieta sobre o lipídio corporal (P > 0,01). Entretanto, o lipídio corporal apresentou aumento linear com os níveis crescentes de energia da dieta (P < 0,01) (Tabelas 3 e 4; e Figura 5).

Para matéria seca não foi observado efeito da interação entre os níveis de proteína e energia da dieta (P > 0,01). Porém, foi observado aumento linear da matéria seca com o aumento dos níveis protéicos e energéticos da dieta. Efeito contrário foi observado para umidade corporal, onde o aumento dos níveis de proteína e energia da dieta ocasionou redução linear da umidade (P < 0,01) (Tabelas 3 e 4).

Não houve efeito significativo da interação ente os níveis de proteína e energia, bem como não houve efeito significativo dos níveis protéicos e energéticos da dieta sobre a

retenção de proteína (P > 0,01) (Tabela 3).

Em relação à retenção de energia bruta, não houve efeito significativo da interação entre os níveis de proteína e energia, assim como dos níveis energéticos da dieta. Entretanto, houve aumento linear da retenção de energia bruta com os crescentes níveis de proteína da dieta (P < 0,01) (Tabelas 4 e 5; e Figura 6).

Discussão

Em todos os tratamentos, não foi observado canibalismo entre os peixes. Houve mortalidade de apenas três peixes durante todo o período experimental, a qual foi decorrente à fuga dos mesmos. Por se tratar de uma espécie carnívora, com canibalismo já nos primeiros dias de vida (Baras & Jobling, 2002), a alta taxa de sobrevivência e a ausência de canibalismo demonstrado neste experimento podem ser decorrentes da freqüência alimentar (Hecht & Piennar, 1993; Liao *et al,* 2001; Kestemont *et al.* 2003; Al-Hafedh & Ali; 2004; Babiak *et al*. 2004; Kucska *et al.* 2005), do fornecimento de alimento de forma suficiente e constante, do manejo adotado durante o experimento (Heidinger, 2000; Luz *et al*. 2000; Salaro *et. al.* 2003) e da manutenção de animais de mesmo tamanho dentro das unidades experimentais.

A desuniformidade em comprimento dos peixes dentro de um mesmo grupo pode ser causada por diferenças genotípicas individuais (Baras & Jobling, 2002; Schütz, 2003) ou o não condicionamento alimentar adequado dos animais, podendo ser responsável pela dominância social dos indivíduos maiores, o que leva ao estabelecimento de comportamento agressivo entre os peixes (Hecht & Appelbaum, 1988; Luz *et al*. 2000). Além dessas variáveis, os fatores nutricionais como a composição do alimento e o não atendimento das exigências nutricionais, podem influenciar nas taxas de canibalismo dos peixes (Fox, 1975; De Angelis *et al*. 1979; Luz *et al.* 2000).

É possível também, que a alta taxa de sobrevivência esteja associada ao sucesso do condicionamento e do treinamento alimentar que esses alevinos foram submetidos antes do período experimental. Estudos com larvas e alevinos desta mesma espécie apresentaram taxas de sobrevivência semelhantes ao do presente estudo (Luz *et al.* 2001; Luz *et al*. 2002; Luz & Portella, 2002; Salaro *et al*., 2003; Luz & Portella, 2005; Salaro *et al*. 2008).

Em relação aos índices de desempenho, a dieta contendo 47% de PB apresentou os

melhores resultados para os ganhos de peso e comprimento, e taxa de crescimento específico, independente do nível de energia na dieta.

Com base nos índices de desempenho, recomenda-se o nível de 4100 kcal de EB/kg de ração, uma vez que não houve efeito significativo dos níveis de energia na dieta para esses índices de desempenho. Esta baixa exigência em energia pelos alevinos de trairão pode ser atribuída a características específicas da espécie, como sedentarismo; comportamento de espreita para a caça do alimento; e o tipo de reprodução não migratório, atividades que demandam por baixa energia. Entretanto, juvenis de surubim *Pseudoplatystoma coruscans*, apresentaram melhores índices de desempenho com níveis de 5140 kcal de EB/kg na dieta, o que pode ser explicado pela intensa atividade na coluna de água durante o período noturno a procura de alimento e sua característica reprodutiva migratória (Martino *et al.* 2002a).

A alta exigência em proteína para alevinos de trairão, observada no presente estudo, pode ser devido ao estágio de desenvolvimento dos peixes, uma vez que animais mais jovens apresentam maior exigência por proteína. É possível também, que a alta demanda em proteína seja decorrente do fato da proteína ser a fonte de energia preferencial nas rotas metabólicas dos peixes (Hepher, 1988; Meyer & Fracalossi, 2004). Alta exigência em proteína também foi demonstrada em estudo com espécies carnívoras como: truta marron *Salmo trutta* (Arzel *et al.* 1995), o híbrido *Morone chrysops* X *M. saxatilis* (Webster *et al.* 1995), tucunaré *Cichla* sp (Sampaio *et al.* 2000), *Pseudobagrus fulvidraco* (Kim & Lee, 2005), *Hippoglossus hippoglossus*, L. (Martins *et al.* 2007), e com a espécie onívora curimbatá (*Prochilodus affins*) (Bomfim *et al.* 2005), onde o aumento dos níveis de proteína na dieta resultaram em melhores ganho de peso e taxa de crescimento específico, independente do nível de lipídio e ou energia da dieta.

Diferentes respostas foram observadas para juvenis de *Lates calcarifer* (Catacutan & Coloso, 1995) e jundiá *Rhamdia quelen* (Salhi *et al.* 2004), onde os melhores resultados de

ganho de peso e taxa de crescimento específico foram obtidos com dietas contendo os maiores níveis de proteína e lipídios na dieta.

É possível que o menor desempenho produtivo observado nos alevinos de trairão alimentados com as dietas contendo os menores níveis de proteína tenha sido agravado com os níveis de carboidratos destas dietas. A utilização concomitante de baixos níveis de proteína e altos de carboidratos em dietas para peixes carnívoros resulta na redução do desempenho produtivo desses animais (Tibbetts *et al.* 2005). Esta baixa eficiência de utilização de carboidratos pode ser atribuída à dificuldade dos peixes carnívoros em hidrolisar carboidratos em função da reduzida atividade amilolítica do trato digestório e com a complexidade da estrutura físico-química dos carboidratos presentes nos alimentos (Wilson, 1994).

Os índices de desempenho observados para alevinos de trairão não demonstraram o efeito poupador de proteína com a inclusão de maiores níveis de energia na dieta. Provavelmente, os níveis de energia testados nas dietas foram insuficientes para que houvesse o efeito poupador da proteína. Entretanto, o aumento dos níveis de energia e ou inclusão de lipídios na dieta de alevinos de peixe-rei *Odontesthes bonariensis* (Piedras *et al.* 2004), truta arco-íris (Eliason *et al.* 2007), juvenis de surubim *Pseudoplatystoma coruscans* (Martino et al., 2002a), *Melanogrammus aeglefinus* L. (Tibbets *et al.* 2005), garoupas *Epinephelus malabaricus* (Tuan & Williams, 2007) e perca *Sander lucioperc* (Schulz *et al.* 2008), proporcionaram melhores índices de ganho de peso e taxa de crescimento específico destes animais, demonstrando o efeito poupador de proteína.

O consumo de ração não foi influenciado pelos níveis de proteína e energia da dieta. Provavelmente os níveis de energia dos tratamentos de 4100; 4300 e 4500 kcal de EB/kg e ou os níveis de inclusão de lipídios entre as dietas de 0; 3; e 6%, não foram suficientes para influenciar no controle de ingestão de alimento, uma vez que os peixes, assim como as aves e mamíferos alimentam-se para atender suas demandas energéticas (Page & Andrews, 1973;

Lee & Putnam, 1973; NRC, 1993; Sampaio *et al.* 2000).

A ausência de efeito dos níveis de proteína e energia da dieta sobre o consumo de ração observado no presente estudo corrobora com resultados obtidos com alevinos de truta arco-íris (Eliason *et al.* 2007), piracanjuba *Brycon orbignyanus* (Borba *et al.* 2003), juvenis de *Diplodus sargus* (Sá *et al.* 2006) e *Hippoglossu hipoglossus* (Martins *et al.* 2007). Para a espécie onívora curimbatá *Prochilodus affins*, foi demonstrado redução no consumo de ração quando os alevinos foram alimentados com baixos níveis de proteína na dieta (Bomfim *et al.* 2005). Entretanto, estudos com juvenis de surubim *Pseudoplatystoma coruscans* (Martino *et al.* 2002a) e garoupas *Epinephelus malabaricus* (Tuan & Williams 2007), foi observado redução do consumo de ração com o aumento dos níveis de energia da dieta.

Os valores de conversão alimentar observados no presente estudo podem ser considerados excelentes para espécies carnívoras. Tais resultados podem ser decorrentes da fase de desenvolvimento dos peixes, uma vez que animais mais jovens apresentam maiores taxas de crescimento, e conseqüentemente maior eficiência de utilização dos nutrientes da deita. Os melhores resultados de conversão alimentar para os peixes alimentados com as dietas com 47% de PB também podem ser atribuídos ao maior ganho de peso desses animais quando alimentados com dietas de maior nível protéico, uma vez que não houve diferença para o consumo de ração entre os tratamentos.

Os resultados de conversão alimentar observados para alevinos de trairão, neste experimento, corroboram com resultados obtidos para alevinos de tucunaré *Cichla* sp (Sampaio *et al.* 2000) e para espécies onívoras como alevinos de pacu *Piractus mesopotamicus* (Fernandes *et al.* 2000); piauçu *Leporinus macrocephalus* (Pezzato *et al.* 2000), piracanjuba *Brycon orbignyanus* (Sá & Fracalossi, 2002; Borba *et al.* 2003); e lambari *Astyanax bimaculatus* (Bomfim *et al.* 2005). Entretanto, para espécies carnívoras como juvenis de *Lates calcarifer* (Catacutan & Coloso, 1995), do híbrido *Morone chrysops* X *M.*

saxatilis (Webster *et al.* 1995), surubim *Pseudoplatystoma coruscans* (Martino *et al.* 2002a), garoupas *Epinephelus malabaricus* (Tuan & Williams, 2007), perca *Sander lucioperca* (Schulz *et al.* 2008) e alevinos de truta arco-íris (Eliason *et al.* 2007) ocorreram melhorias na conversão alimentar com o aumento dos níveis de lipídios e ou energia nas dietas.

Observou-se efeito quadrático para o nível de 35% de PB em função dos níveis de energia da dieta sobre a proteína corporal, com valor máximo estimado de 15,91% com o nível de 4291,11 kcal de EB/kg. O mesmo efeito foi observado para o nível de 47% de PB em função dos níveis de energia da dieta, apresentando valor máximo estimado de 17,26% de proteína corporal, com o nível de 4250 Kcal de EB/kg. Entretanto, para os níveis de 39 e 43% de PB houve aumento linear da proteína corporal com os níveis crescentes de energia da dieta ($P < 0,01$). Martino *et al.* (2002a), em estudos com juvenis de surubim *Pseudoplatystoma coruscans*, observaram aumento da proteína corporal com o aumento dos níveis de energia da dieta. Dessa forma, com base no teor estimado de proteína corporal, recomenda-se o nível de 4250 kcal de EB/kg e 47% de PB, uma vez que essa dieta proporcionou o maior valor de proteína corporal em alevinos de trairão.

Para o nível de 4100 kcal de EB/kg houve aumento linear da proteína corporal em função dos níveis de proteína da dieta. Este efeito demonstrado para o nível de 4100 kcal de EB/kg corrobora com estudos realizados com juvenis de black bass *Micopterus salmoides*, no qual o aumento dos níveis de proteína na dieta foi acompanhado por aumento na deposição de proteína na carcaça (Anderson *et al.* 1981). Porém, estes resultados são contrários aos observados com juvenis de garoupas *Epinephelus malabaricus*, em que o aumento dos níveis de proteína na dieta reduziu a proteína corporal dos animais (Tuan & Williams, 2007). Para *Scophthalmus maximus* L, a proteína corporal não foi afetada pelos níveis de proteína e lipídios da dieta (Cho *et al.* 2005). Para alevinos de jundiá *Rhamdia quelen*, observou-se aumento dos níveis de proteína corporal com o aumento dos níveis de proteína na dieta, assim

como maior proteína corporal com os menores níveis de energia da dieta (Meyer & Fracalossi, 2004).

Para o nível de 4500 kcal de EB/kg, houve efeito quadrático dos níveis de proteína da dieta sobre a proteína corporal, sendo o valor máximo estimado para proteína corporal de 16,95% com o nível de 41,88% de PB. Para o nível de 4300 kcal de EB/kg, não houve efeito da proteína na dieta sobre a proteína corporal.

A ausência de efeito significativo sobre a taxa de eficiência protéica e retenção de proteína bruta, em alevinos de trairão, demonstrou a semelhança do aproveitamento da proteína da dieta para o crescimento dos peixes dos diferentes tratamentos, independente dos níveis de proteína e energia das dietas. Estes resultados corroboram com estudos realizados com alevinos de tucunaré *Cichla* sp (Sampaio *et al,* 2000); juvenis de *Hippoglossus hippoglossus*, L. (Martins *et al.* 2007); linguado *Solea seneglensis* (Rema *et al.* 2008) e a espécie onívora piracanjuba *Brycon orbignyanus* (Sá & Fracalossi, 2002).

Algumas espécies, carnívoras e onívoras, apresentaram maiores valores de taxa de eficiência protéica para os menores níveis de proteína e ou para elevados níveis de lipídios ou energia da dieta, demonstrando o efeito poupador da proteína (Catacutan & Coloso, 1995; Arzel *et al.* 1995; Ai *et al.* 2004; Bomfim *et al.* 2005; Kim & Lee, 2005; López *et al.* 2006; Eliason *et al.* 2007; Schulz *et al.* 2008). Entretanto, o efeito poupador de proteína não foi observado para alevinos de trairão.

A retenção de energia bruta em alevinos de trairão aumentou linearmente com os crescentes níveis de proteína bruta da dieta. Tais resultados podem ser explicados pelo fato do peso médio final, proteína e lipídio corporal dos alevinos de trairão terem aumentado com os crescentes níveis de proteína na dieta. Acrescido a isso, o consumo de ração foi o mesmo para todos os tratamentos. Entretanto, para juvenis de surubim *Pseudoplatystoma coruscans*, a retenção de energia bruta foi diretamente proporcional aos crescentes níveis de lipídios da

dieta (Martino *et al.* 2002a). Para juvenis de *Hippoglossus hippoglossus,*L. os níveis de lipídios da dieta não influenciaram a retenção de energia (Martins *et al.* 2007), sendo que em *Diplodus sargus*a, a retenção de energia bruta não foi influenciada pelos níveis de lipídios e proteína da dieta (Sá *et al.* 2006).

O lipídio corporal aumentou com os crescentes níveis de energia da dieta, não sendo afetado pelos níveis de proteína. Os resultados obtidos são indicativos que os mais altos níveis de lipídios na dieta reduziram a eficiência de utilização desta fonte de energia não protéica para o crescimento, e conseqüentemente aumentaram a deposição de gordura corporal nos tecidos (Lee *et al.* 2002; Schulz *et al.* 2008). Este aumento de gordura corporal é considerado prejudicial, uma vez que reduz o rendimento de carcaça, a qualidade da carne e o tempo de armazenamento do produto final (Sampaio *et al.* 2000).

Resultados semelhantes foram obtidos em estudos com juvenis de *Lates calcarifer* (Catacutan & Coloso, 1995), surubim *Pseudoplatystoma coruscans* (Martino et al., 2002), *Lateolabrax japonicus* (Ai *et al.* 2004) e *Scophthalmus maximus* L. (Cho *et al.* 2005). Entretanto, para juvenis de garoupas *Epinephelus malabaricus*, o lipídio corporal aumentou com os níveis crescentes de lipídios e de proteína na dieta (Tuan & Williams, 2007).

A matéria mineral apresentou decréscimo linear para o nível de 35% de PB em função do aumento dos níveis de energia da dieta, não apresentando efeito para os demais níveis de proteína em função dos níveis de energia da dieta. Esta redução da matéria mineral com o aumento dos níveis de energia na dieta também foi demonstrada em juvenis de surubim *Pseudoplatystoma coruscans* (Martino *et al.* 2002a).

A matéria mineral ainda apresentou aumento linear com os níveis crescentes de proteína da dieta para os níveis de 4300 e 4500 kcal de EB/kg. Entretanto, para juvenis de *Lateolabrax japonicus* observou-se decréscimo da matéria mineral com o aumento dos níveis de proteína da dieta (Ai *et al.* 2004). Para espécies como juvenis de *Scophthalmus maximus* L

(Cho et al., 2005), *Diplodus sargus* (Sá *et al.* 2006), perca *Sander lucioperca* (Schulz *et al.* 2008) e alevinos de *Pseudobagrus fulvidraco* (Kim & Lee, 2005) não foram observados efeitos significativos dos níveis de proteína e lipídios da dieta sobre a matéria mineral destes animais.

O teor de umidade de alevinos de trairão reduziu com os crescentes níveis de energia e proteína da dieta. Entretanto, para juvenis de *Plecoglssus altivelis,* (Lee *et al*. 2002), de surubim *Pseudoplatystoma coruscans* (Martino *et al.* 2002a), de *Scophthalmus maximus* L (Cho *et al.* 2005) e *Pseudobagrus fulvidraco* (Kim & Lee, 2005), os teores de umidade reduziram apenas com os níveis crescentes de lipídios da dieta.

Portanto, com os resultados do presente estudo, é possível concluir que o nível mais elevado de proteína na dieta (47% de PB) resultou nos melhores índices de desempenho destes animais, assim como melhor retenção de energia, independente dos níveis de energia da dieta. Entretanto, o maior valor estimado para proteína corporal foi para os peixes alimentados com a dieta contendo 47% de PB e 4250 kcal de EB/kg. Dessa forma, pode-se concluir que alevinos de trairão podem ser alimentados com ração contendo 47% de PB e 4250 kcal de EB/kg.

Referências

Ai, Q., Mai, K., Li, H., Zhang, C., Zhang, L., Qingyuan, D., Tan, B., Xu, W., Ma, H., Zhang, W. & Zhigou, L. (2004) Effects if dietary protein to energy ratios on growth and body composition of juvenile Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus. Aquaculture,* **230,** 507-516.

Al-Hafedh, Y. S & Ali, S. A. (2004) Effects of feeding on survival, cannibalism, growth and feed conversion of African catfish, Clarias gariepinus (*Burchell*) in concrete tanks. *Journal of Applied Ichthyology*, **20,** n. 3, 225 p.

Anderson, R.J., Kienholz, E.W. & Flickinger, S.A. (1981) Protein requirements of smallmouth bass and largemouth bass. *J. Fish Nutr.,* **111,** 1085-1097.

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

AOAC (1990) *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (Helrich, K. ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA, 1298 p.

Arzel, J., Métailler, R., Kerleguer, C., Le Delliou, H. & Guillaume, J. (1995) The protein requirement of brown trout (*Salmo trutta*) fry. *Aquaculture,* **130**, 67-78.

Babiak, G. et al. (2004) Initial weight and its variation in post-larval *Eurasian perch* affect quantitative characteristics of juvenile cohorts under controlled conditions. *Aquaculture*, **234**, 263– 276

Baras, E. & Jobling, M. (2002) Dynamics of intracohort cannibalism in cultured fish. *Aquacult. Res.,* **33**, 461-479.

Bomfim, M.A.D., Lanna, E.A.T., Serafini, M.A., Ribeiro, F.B. & Pena, K.S. (2005) Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de Curimbatá (*Prochilodus affins). R. Bras. Zootec.,* **34**, n. 6, 1795-1806.

Borba, M.R., Fracalossi, D.M., Pezzato, L.E., Menoyo, D. & Bautista, J.M. (2003) Growth, lipogenesis and body composition of piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) fingerlings fed different dietary protein and lipid concentrations. *Aquatic Living Resources,* **16,** 362-369.

Bromley, P.J. (1980) Effect of dietary protein, lipid and energy content on the growth of turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture***, 19**, 359-369.

Catacutan, M.R. & Coloso, R.M. (1995) Effect of dietary protein to energy ratios on growth, survival, and body composition of juvenile Asian seabass, *Lates calcarifer. Aquaculture,* **131**, 125-133.

Cho, S.H., Lee, S.M., Lee,S.M. & Lee, J.H. (2005) Effect of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L) reared under optimum salinity and temperature conditions. *Aquacult. Nutr.,* **11**, 235-240.

Cyrino, J.E.P., Portz, L. & Martino, R.C. (2000) Retenção de proteína e energia em juvenis de Black Bass" *Micropterus salmoides. Sci.Agric.,* **57**, n.4, 609-616.

De Angelis, D.L., Cox, D.K. & Contant, C.C. (1979) Cannibalism and size dispersal in Young-of-the-year largemouth bass: experimentand model. *Ecologic Modell,* **8**, 133-148.

De Silva, S.S., Gunasekera, R.M, Collins, R.A, Ingram, B.A. (2002) Performance of juvenile Murray cod, *Maccullochella peelii peelii* (Mitchell), feed with diets of different protein to energy ratio. *Aquaculture Nutrition*, **8**, 79-85.

Deng, J., Mai, K., Ai, Q., Zhang, W. Wang, X., Xu, W., Liufu, Z. (2006) Effects of repacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake and growth of juvenile Japanese founder, Paralichthys olivaceus. *Aquaculture*, **258**, 503-513.

Eliason, E.J., Higgs, D.A. & Farrell, A.P. (2007) Effects of isoenergetic diets with different protein and lipid content on the growth performance and heat increment of rainbow trout. *Aquaculture,* **272**, 723-736.

Fernandes, J.B.K., Carneiro, D.J.& Sakomura, N.K. (2000) Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *R. Bras. Zootec.,* **29,** n.3, 646-653.

Fox, L.R. (1975) Factors influencing cannibalism a mechanism of population limitation in the predator *Notonecta hoffmanni. Ecology,* **56**, 933-941.

Gontijo, V.P.M. (1984) Produção consorciada de trairão e tilápia. *Informe Agropecuário – Piscicultura,* **10**, n.110, 26-29.

Hecht, T. & Appelbaum, S. (1988) Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larva and juvenile *Clarias gariepirus* (Claridae: Pisces) under controlled conditions. *J. Zool.* **214**, 21-44.

Hecht, T. & Piennar, A.G. (1993) A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. J. *World Aquacult. Soc*., **24,** n. 2, 246-261.

Heidinger, R.C. (2000) A white paper on the status and needs of largemouth bass culture in the north central region. *Fisheries and Illinois Aquaculture Center*. 29p.

Hepher, B. (1988) *Nutrition of pond fishes.* 388 pp. Cambridge Univ. Press, Cambridge, Great Britain.

Kestemont, P. et al. (2003) Size heterogeneity, cannibalism and competition in cultured predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. *Aquaculture*, **227**, 333-356.

Kim, L.O. & Lee, S.-M. (2005) Effects of the dietary protein and lipid levels on growth and body composition of bagrid catfish, *Pseudobagrus fulvidraco. Aquaculture,* **243**, 323-329.

Kucska, B. et al. (2005) Successful growth of pike fingerlings (*Esox lucius* L.) on pellet at artificial condition. *Aquaculture*, **246**, 227– 230.

Lee, D.J. & Putnam, G.B. (1973) The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. *J. Nutr.,* **103,** 916-922.

Lee, S.-M., Kim, D.-J. & Cho, S.H. (2002) Effects of the dietary protein and lipid level on growth and body composition of juvenile ayu (*Plecoglossus altivelis)* reared in seawater. *Aquacult. Nutr.,* **8**, 53-58.

Liao, I.C., Su, H.M. & Chang, E.Y. (2001) Techniques in finfish larviculture in Taiwan. *Aquaculture*, **200**, 1 –31.

López, L.M., Torres, A.L., Durazo, E., Drawbridge, M. & Bureau, D.P. (2006) Effects of lipid on growth and feed utilization of White seabass (*Atractoscion nobilis*) fingerlings. *Aquaculture,* **253**, 557-563.

Lovell, R. T. (1989) *Nutrition and feeding of fish*. New York: Van Nostrand Reinhold, 260 pp.

Luz, R.K., Salaro, A.L., Souto, E.F. & Zamboni Filho, E. (2000) Avaliação de canibalismo e comportamento territorial de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*). *Acta Scient.,* **22**, n.2, 465-469.

Luz, R.K., Salaro, A.L., Souto, E.F., Reis, A. & Sakabe, R. (2001) Desenvolvimento de alevinos de trairão alimentados com dietas artificiais em tanques de cultivo. *R. Bras. Zootec.,* **30**, n.4, 1159-1163.

Luz, R.K. & Portella, M.C. (2002) Larvicultura de trairão (*Hoplias lacerdae*) em água doce e água salinizada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, **31,** n. 2, 829-834.

Luz, R.K., Salaro, A.L., Souto, E.F., Okano, W.Y., De Lima, R.R. (2002) Condicionamento alimentar de alevinos de alevinos de trairão (*Hoplias cf lacerdae*). *R. Brasileira de Zootecnia*, **31,** n.5, 1881-1885.

Luz, R. K. & PORTELLA, M.C. (2005) Frequência alimentar na larvicultura do trairão (*Hoplias lacerdae*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, **34,** n. 5, 1442- 1448.

Martino, R.C., Cyrino, J.E.P., Portz, L. & Trugo, L.C. (2002a) Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubim, *Pseudoplatystoma coruscans. Aquaculture,* **209**, 209-218.

Martino, R.C., Cyrino, J.E.P. Portz, L., Trugo, L.C. (2002b) Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. *Aquaculture*, **209**, 233-246.

Martins, D.A., Valente, L.M.P. & Lall, S.P. (2007) Effects of dietary lipid level on growth and lipid utilization by juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus,* L.). *Aquaculture,* **263**, 150-158.

Meyer, G. & Fracalossi, D.M. (2004) Protein requirement of jundia fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. *Aquaculture*, **240**, 331-343.

Miller, C.L., Davis, D.A., Phelps, R.P. (2005) The effects of dietary protein and lipid on growth and body composition of juvenile and sub-adult red sapper, *Lutjanus campechanus* (Poey 1860). *Aquaculture Research*, **36**, 52-60, 2005.

Millward, D.J. (1989) The nutritional regulation of muscle growth and protein turnover. *Aquaculture,* **79**, 1-28.

National Research Council (1993) *Nutrient requirements of fish.* National Academy Press, Washington, D.C, USA.

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

Page,J.W. & Andrews, J.W (1973) Interactions of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *J. Nutr.,* **103,** 1339-1346.

Pezzato, L.E., Barros, M.M. & Pezzato, A.C. (2000) Relación energia/proteína em la nutrición de alevinos de piauçú (*Leporinus macrocephalus*). *R. Med.Veterinária y Zootecnia,* **1,** 2-6.

Piedras, S.R.N., Pouey, J.L.F., Juvêncio, L.O.F. & RUTZ, F. (2004) Efeito de diferentes níveis de proteína bruta e energia digestível na dieta sobre o desempenho de alevinos de peixe-rei. *R. Bras. Agroc.,* **10**, n.1, 97-101.

Rema, P., Conceição, L.E.C., Evers, F., Castro-Cunha, M., Dinis, M.T. & Dias, J. (2008) Optimal dietary protein levels in juvenile Senegalese sole (*Solea senegalensis*). *Aquacult. Nutr.,* **14**, 263-269.

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.

Sá, M.V.C. & Fracalossi, D.M. (2002) Exigência protéica e relação energia/proteína para alevinos de Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). *R. Bras. Zootec.,* **31**, n.1, 1-10.

Sá, R., Pousão-Ferreira, P. & Oliva-Teles, A. (2006) Effect of the dietary protein and lipid levels on growth and feed utilization of white sea bream (*Diplodus sargus*) juveniles. *Aquacult, Nutr.,* **12,** 310-321.

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.,* **32**, n.5, 1033-1036.

Salaro, A.L., Luz, R.K., Sakabe, R., Kasai, R.Y.D. & Lambertucci, D.M. (2008) Níveis de arraçoamento para alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*). Revista *Brasileira de Zootecnia*, **37,** n.6, p.967-970.

Salhi, M., Bessonart, M., Chediak, G., Bellagamba, M. & Carnevia, D. (2004) Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rhamdia quelen,* fry fed diets containing different protein and energy levels. *Aquaculture,* **231**, 435-444.

Sampaio, A.M.B.M., Kubitza, F. & Cyrino, J.E.P. (2000) Relação energia: proteína na nutrição do Tucunaré. *Sci. Agric.,* **57**, n. 2, 213-219.

Schütz, J.H. (2003) Avaliação de diferentes tipos de alimentos e fotoperíodos no crescimento e na sobrevivência de pós-larvas de dourado *Salminus brasiliensis* (Pisces, Characidae). 35 pp. Dissertação Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

Schulz, C., Huber, M., Ogunji, J. & Rennert, B. (2008) Effects of varying dietary protein to lipid ratios on growth performance and body composition of juvenile pike perch (*Sander lucioperca*). *Aquacult. Nutr.,* **14**, 166-173.

SAEG 9.1(2007) *Sistema para Análises Estatísticas*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

Tibbetts, S.M., Lall, S.P. & Milley, J.E. (2005) Effects of dietary protein and lipid levels and DP DE^{-1} ratio on growth, feed utilization and hepatosomatic index of juvenile haddock, *Melanogrammus aeglefinus* L. *Aquacult. Nutr.,* **11**, 67-75.

Tuan, L.A. & Williams, K.C. (2007) Optimum dietary protein and lipid specifications for juvenile Malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*). *Aquaculture,* **267**, 129-138.

Webster, C.D., Tiu, L.G., Tidwell, J.H., Wyk, P.V. & Howerton, R.D. (1995) Effects of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of sunshine bass (*Morone chrysops x M. saxatilis)* reared in cages. *Aquaculture,* **131**, 291-301.

Wilson, R.P. (1994) Utilization of dietary carbohydrate by fish. *Aquaculture*, **124**, 67-80.

Wilson, R.P. (2002) Amino acids and proteins. In: *Fish Nutrition* (Halver, J.E. & Hardy, R.W. eds) , 143-179 pp. Academic Press, San Diego, CA, USA.

Winfree, R.A. & Stickney, R.R. (1981) Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of Tilapia aurea. *Journal of Nutrition*, **111**, 1001-1012.

Tabela 1. Valores da composição percentual, química das dietas experimentais em relação à matéria natural

Energia Bruta (Kcal/ Kg)	4100				4300				4500			
Proteína Bruta (%)	35	39	43	47	35	39	43	47	35	39	43	47
Ingredientes (%)												
Farelo Soja	12,00	8,00	4,00	0,50	12,00	8,00	4,00	0,50	16,00	15,80	12,00	1,00
Glúten de Milho	1,00	4,00	7,00	9,00	1,60	4,70	8,15	9,80	2,10	5,00	8,65	14,50
Farinha Peixe	40,00	45,00	48,00	52,00	40,00	45,00	48,00	52,00	40,00	45,00	48,00	51,50
Farinha Carne-45	4,00	8,00	14,00	20,00	4,00	8,00	14,00	20,00	0,50	0,50	6,00	13,50
Fubá Milho	24,72	16,59	9,02	2,20	24,71	16,58	9,00	2,20	22,95	13,31	6,00	0,00
Farelo Trigo	15,00	15,00	14,50	12,57	11,00	11,00	10,00	8,57	9,00	11,00	10,00	9,47
Celulose	1,00	1,40	1,80	2,30	1,40	1,70	2,15	2,50	1,20	1,40	1,80	2,50
L - Lisina	0,50	0,33	0,18	0,00	0,51	0,34	0,20	0,00	0,48	0,30	0,15	0,10
DL - Metionina	0,25	0,15	0,07	0,00	0,25	0,15	0,07	0,00	0,24	0,16	0,07	0,00
Óleo de Soja	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Fosfato Bicálcico	0,70	0,70	0,60	0,60	0,70	0,70	0,60	0,60	0,70	0,70	0,50	0,60
Vit C[1]	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Sal comum	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Premix vitam/min[2]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Composição em nutrientes												
Proteína Bruta (%)[3]	35,31	39,28	42,97	46,7	35,06	39,09	42,97	46,57	35,16	39,17	43,06	46,36
Energia Bruta (Kcal/Kg)[3]	4092	4128	4178	4215	4296	4306	4323	4340	4509	4480	4568	4582
Extrato Etéreo(%)[3]	4,38	4,92	5,58	6,25	7,23	7,78	8,45	9,12	9,74	9,87	10,5	11,43
Fibra Bruta (%)[3]	2,58	3,65	3,60	2,98	2,52	2,62	4,15	3,28	2,64	3,45	4,09	3,20

[1] Ascorbil monofosfatado com 35 % de principio ativo

[2] Níveis de garantia, calculado nesta ração, do suplemento vitamínico e mineral (Mogiana Alimentos S/A – GUABI): vitamina A, 16.000 UI; Vitamina D, 4.500 UI; Vitamina E, 250 mg; Vitamina K, 30 mg; Vitamina B_1, 32 mg; Vitamina B_2, 32 mg; Vitamina B_{12}, 32 mcg; Vitamina B_6, 32mg; Vitamina C, zero; Ácido Pantotênico, 80 mg; Niacina, 170 mg; Biotina, 10 mg; Ácido Fólico, 10 mg; Colina, 2.000 mg; Cobalto, 0,5 mg; Cobre, 20 mg; Ferro, 150 mg; Iodo, 1 mg; Manganês, 50 mg; Selênio, 1 mg; Zinco, 150 mg; Aditivo Antioxidante, 150 mg.

[3] Valores determinados no laboratório de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Tabela 2. Valores médios para ganho de peso (GP), ganho de comprimento (GC), taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar (CA), consumo de ração (CR), taxa de eficiência protéica (TEP) e resumo da análise de variância em função dos níveis de proteína bruta PB (%) e energia bruta EB (kcal/kg) na dieta de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae*

Tratamentos		Índices de Desempenho					
PB (%)	EB (Kcal/kg)	GP(g)	GC(cm)	TCE(%/dia)	CA	CR(g)	TEP
35	4100	2,36	1,52	1,55	1,74	3,91	1,67
35	4300	3,12	1,90	1,87	1,60	4,85	1,81
35	4500	3,54	2,10	2,08	1,49	5,24	1,93
39	4100	3,48	2,10	2,05	1,26	4,35	2,04
39	4300	3,84	2,20	2,16	1,37	4,97	1,93
39	4500	3,14	1,90	1,96	1,36	4,26	1,89
43	4100	3,08	1,82	1,83	1,60	4,61	1,54
43	4300	4,48	2,40	2,43	1,41	6,16	1,74
43	4500	4,00	2,20	2,24	1,16	4,61	2,01
47	4100	4,84	2,60	2,53	1,04	5,01	2,06
47	4300	4,91	2,60	2,55	1,05	5,16	2,03
47	4500	4,14	2,34	2,29	1,08	4,48	1,98
Proteína Bruta (%)							
35		3,01	1,84	1,83	1,61	4,67	1,80
39		3,49	2,07	2,06	1,33	4,53	1,95
43		3,89	2,17	2,19	1,36	5,09	1,80
47		4,63	2,51	2,46	1,06	4,88	2,02
Energia Bruta (kcal/kg)							
4100		3,47	2,03	2,01	1,39	4,44	1,85
4300		4,09	2,28	2,25	1,36	5,29	1,88
4500		3,71	2,14	2,14	1,27	4,65	1,95
PB		**	**	**	**	ns	ns
EB		ns	ns	ns	ns	ns	ns
PB X EB		ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)		22,71	16,4	15,66	16,12	20,59	13,26

CV – Coeficiente de variação.
** - significativo ($P < 0,01$) e ns – não significativo ($P > 0,01$), pelo teste F.
$\hat{Y} = - 1,66 + 0,13X$ ($R^2 = 98,20$), onde Y = GP e X = PB.
$\hat{Y} = - 0,11 + 0,05X$ ($R^2 = 95,50$), onde Y = GC e X = PB
$\hat{Y} = 3,03 – 0,04X$ ($R^2 = 86,80$), onde Y = CA e X = PB.
$\hat{Y} = 0,09 + 0,05X$ ($R^2 = 98,60$), onde Y = TCE e X= PB.

Tabela 3. Valores médios para proteína corporal (PC), lipídio corporal (LC), matéria mineral (MM), matéria seca (MS), umidade (UM), retenção de proteína (RP), retenção de energia bruta (REB) e resumo da análise de variância em função dos níveis de proteína bruta PB (%) e energia bruta EB (kcal/kg) na dieta de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae*

Tratamentos		Composição Corporal (%)					Deposição de Nutrientes (%)	
PB (%)	EB (Kcal/kg)	PC	LC	MM	MS	UM	RP	REB
35	4100	15,27	6,52	4,42	24,2	73,56	25,57	15,17
35	4300	16,53	6,76	4,37	25,24	72,42	31,3	18,82
35	4500	15,06	6,19	3,81	25,1	71,76	28,98	22,02
39	4100	15,47	5,72	4,26	24,18	73,42	31,7	19,81
39	4300	16,36	6,44	4,36	25,91	71,53	32,6	22,73
39	4500	17,07	7,67	4,35	26,28	70,95	34,2	18,13
43	4100	15,72	5,58	4,31	25,09	72,26	26,33	18,53
43	4300	16,62	6,61	4,44	25,76	71,78	29,75	24,52
43	4500	16,78	6,94	4,34	26,65	70,88	35,23	24,95
47	4100	16,74	5,84	4,55	25,73	71,92	35,56	27,05
47	4300	16,97	6,57	4,58	26,37	71,11	35,73	27,11
47	4500	16,23	6,87	4,72	27,37	69,36	33,01	23,99
Proteína Bruta (%)								
35		15,62	6,49	4,20	24,85	72,58	28,62	18,67
39		16,30	6,61	4,32	25,46	71,97	32,83	20,22
43		16,37	6,38	4,36	25,83	71,64	30,43	22,67
47		16,65	6,43	4,62	26,49	70,80	34,77	26,05
Energia Bruta (kcal/kg)								
4100		15,80	5,92	4,38	24,80	72,79	29,79	20,14
4300		16,62	6,59	4,44	25,82	71,71	32,34	23,29
4500		16,29	6,92	4,31	26,35	70,74	32,85	22,27
PB (%)		-	ns	-	**	**	ns	**
EB (Kcal/kg)		-	**	-	**	**	ns	ns
PB x EB		**	ns	**	ns	ns	ns	ns
C. V. (%)		2,66	10,68	4,29	2,36	0,9	13,9	17,60

C.V. – Coeficiente de variação.
* * - significativo (P < 0,01).
ns – não significativo (P > 0,01), pelo teste F.

Tabela 4. Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para proteína corporal (PC), lipídio corporal (LC), matéria mineral (MM), matéria seca (MS) e umidade (UM), de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae*, em função dos níveis de proteína bruta PB (%) e energia bruta EB (kcal/kg) na dieta

Variável dependente (Y)	Variável independente (X)		Equações ajustadas	R^2
PC	EB (kcal/kg)	PB(%)		
		35	$\hat{Y} = - 611,03 + 0,292X - 0,000034X^2$**	100,00
		39	$\hat{Y} = - 0,82 + 0,004X$**	99,50
		43	$\hat{Y} = 4,98 + 0,0027X$**	86,00
		47	$\hat{Y} = - 199,49 + 0,102X - 0,000012X^2$**	100,00
	PB (%)	EB (kcal/kg)		
		4100	$\hat{Y} = 11,02 + 0,12X$**	84,80
		4300	ns	-
		4500	$\hat{Y} = - 53,19 + 3,35X - 0,04X^2$**	91,20
LC	EB (kcal/Kg)		$\hat{Y} = - 4,25 + 0,0025X$**	96,20
MM	EB (kcal/kg)	PB(%)		
		35	$\hat{Y} = - 105,74 + 0,053X - 0,0000063X^2$**	100,00
		39	ns	-
		43	ns	-
		47	ns	-
	PB (%)	EB (kcal/kg)		
		4100	ns	-
		4300	$\hat{Y} = 3,69 + 0,02X$**	81,60
		4500	$\hat{Y} = 1,50 + 0,07X$**	87,90
MS	PB (%)		$\hat{Y} = 20,22 + 0,13X$**	98,90
	EB (kcal/kg)		$\hat{Y} = 9,00 + 0,039X$**	96,70
UM	PB (%)		$\hat{Y} = 77,57 - 0,14X$**	97,30
	EB (kcal/kg)		$\hat{Y} = 93,82 - 0,0051X$**	99,90

* * - significativo ($P < 0,01$).
ns – não significativo ($P > 0,01$), pelo teste F.

Tabela 5. Equação de regressão ajustada e coeficiente de determinação para retenção de proteína (RP) e retenção de energia bruta (REB) de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*), em função dos níveis de proteína bruta PB (%) e energia bruta (kcal/kg) na dieta

Variável dependente (Y)	Variável independente (X)	Equações ajustadas	R^2
RP	PB (%)	ns	-
REB	PB (%)	$\hat{Y} = - 3,29 + 0,61X^{**}$	97,30

* * - significativo (P < 0,01).
ns – não significativo (P > 0,01), pelo teste F.

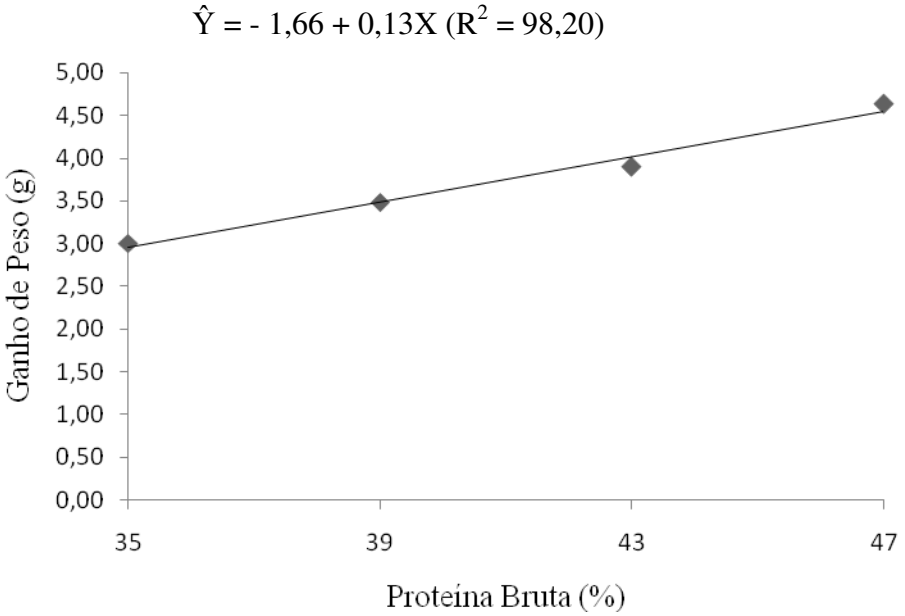

Figura 1. Representação gráfica do ganho de peso de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae* em função dos níveis protéicos das dietas.

$\hat{Y} = - 0,11 + 0,05X$ ($R^2 = 95,50$)

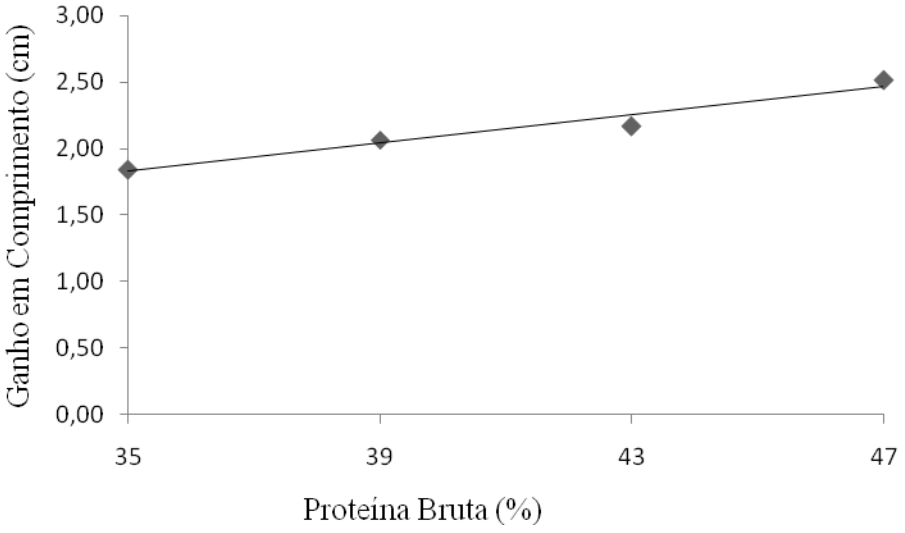

Figura 2. Representação gráfica do ganho em comprimento de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae* em função dos níveis protéicos das dietas.

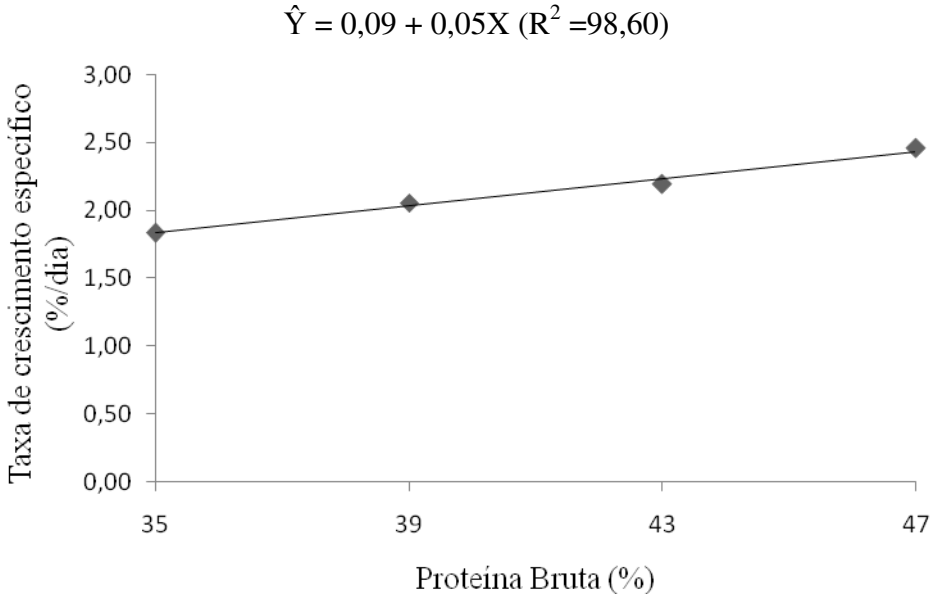

Figura 3. Representação gráfica da taxa de crescimento específico de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae* em função dos níveis protéicos das dietas.

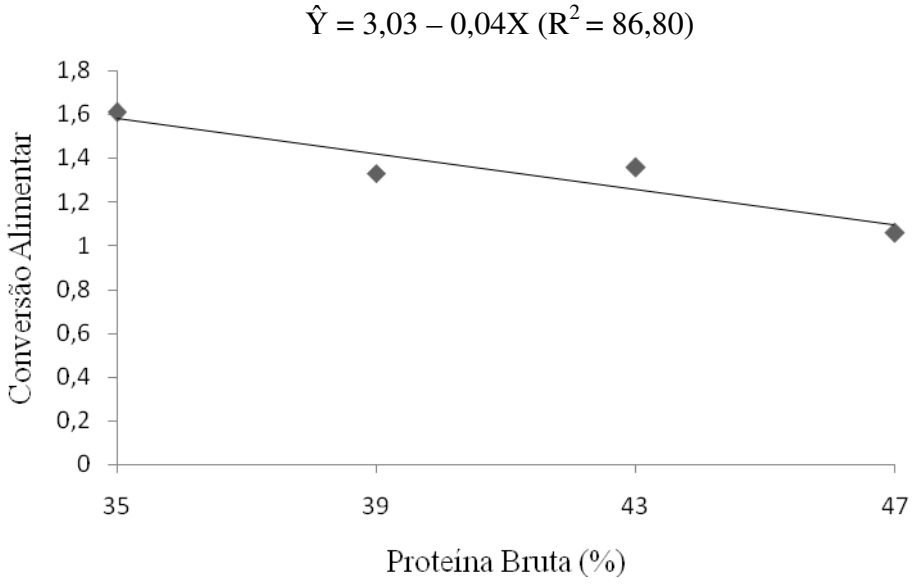

Figura 4. Representação gráfica da conversão alimentar de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae* em função dos níveis protéicos das dietas.

$\hat{Y} = - 4,25 + 0,0025X$ ($R^2 = 96,00$)

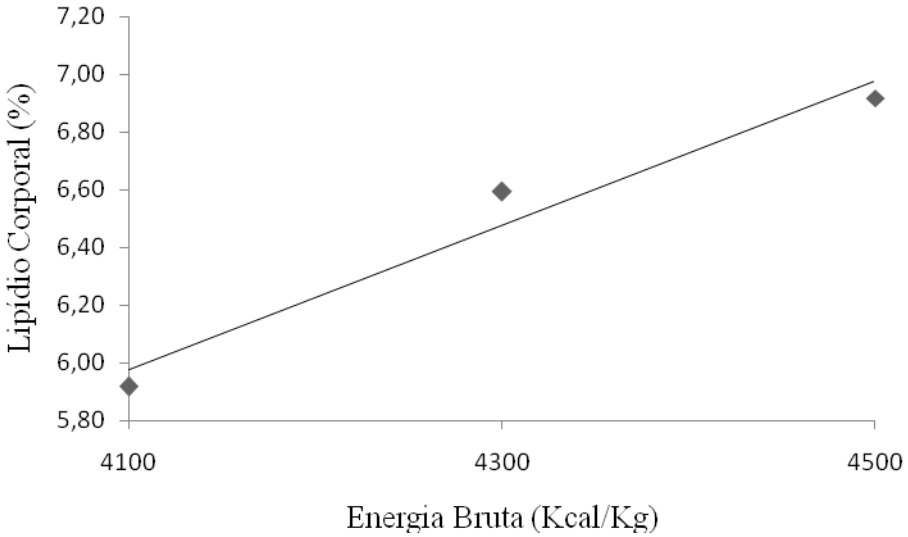

Figura 5. Representação gráfica dos níveis de lipídio corporal de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae* em função dos níveis energéticos das dietas.

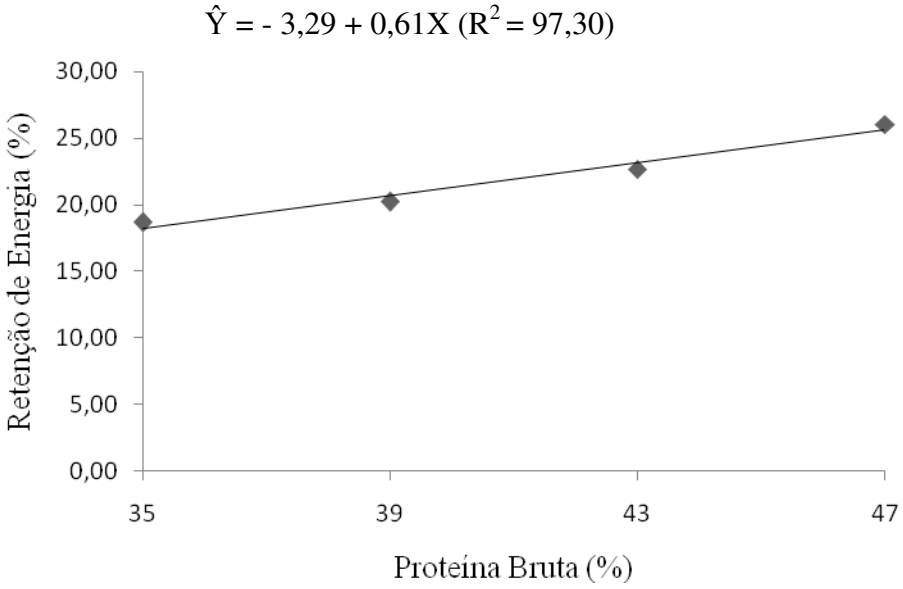

Figura 6. Representação gráfica dos níveis de retenção de energia bruta de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) em função dos níveis protéicos das dietas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerações Finais

- A avaliação das exigências nutricionais para os peixes, principalmente em proteína e energia, é de fundamental importância para o sucesso da produção, pois servirão como base para formulações de rações nutricionalmente completas, principalmente para espécies nativas, cujas informações ainda são escassas. Portanto, a determinação das exigências nutricionais para as mais diversas espécies é condicionante para o fortalecimento da aqüicultura nacional.

- De uma forma geral, alevinos de trairão responderam positivamente ao aumento dos níveis de proteína da dieta, comprovando a alta exigência em proteína pelos peixes carnívoros, principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento.

- O decréscimo de proteína na dieta de 47 para 35% de PB, concomitantemente com o aumento dos níveis de carboidratos, demonstrou o já conhecido impacto negativo deste nutriente no desempenho de espécies carnívoras como o trairão.

- O aumento dos níveis de energia da dieta não influenciou os índices de desempenho dos alevinos de trairão, porém promoveu maior acúmulo de gordura corporal nos animais. A baixa exigência em energia pela espécie em estudo pode ser devido ao seu comportamento alimentar, ao sedentarismo da espécie e a característica reprodutiva não migratória.

- Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam a necessidade de mais estudos testando níveis mais altos em proteína e energia na dieta para que se possa

determinar com precisão a exigência nutricional em proteína e energia para essa espécie nessa fase de vida.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo