



**Universidade Federal do Pará
Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Amazônia Oriental
Universidade Federal Rural da Amazônia
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal**

JONATHAN ALVES DE SOUSA

**EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA BRUTA NA DIETA DE
ALEVINOS E JUVENIS DO ORNAMENTAL
AMAZÔNICO ACARÁ SEVERO (*Heros severus*)
(Heckel, 1840)**

**Belém-PA
2016**

JONATHAN ALVES DE SOUSA

**EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA BRUTA NA DIETA DE
ALEVINOS E JUVENIS DO ORNAMENTAL
AMAZÔNICO ACARÁ SEVERO (*Heros severus*)
(Heckel, 1840)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Pará/ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental/ Universidade Federal Rural da Amazônia, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Ecologia aquática e aquicultura.

Orientador: Dr. Rauquírio André Albuquerque Marinho da Costa

Coorientador: Dr. Galileu Crovatto Veras

Belém - PA

2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

Sousa, Jonathan Alves, 1986-

Exigência de proteína bruta na dieta de alevinos e juvenis do ornamental amazônico acará severo (*Heros severus*) (Heckel, 1840) / Jonathan Alves Sousa. - 2016.

Orientador: Rauquীরio André Albuquerque
Marinho da Costa;

Coorientador: Galileu Crovatto Veraz.

Dissertação (Mestrado) - Universidade
Federal do Pará, Campus de Castanhal, Programa
de Pós-Graduação em Ciência Animal, Belém, 2016.

1. Peixe ornamental -- Alimentação e rações.
2. Peixe ornamental -- Nutrição. 3. Proteínas na
nutrição animal. 4. Ciclídeos. I. Título.

CDD 22. ed. 639.31

JONATHAN ALVES DE SOUSA

**EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA BRUTA NA DIETA DE
ALEVINOS E JUVENIS DO ORNAMENTAL
AMAZÔNICO ACARÁ SEVERO (*Heros severus*)
(Heckel, 1840)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Pará/ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental/ Universidade Rural da Amazônia, como requisito para a obtenção do título de Mestre.
Área de concentração: Ecologia aquática e aquicultura.

Data da aprovação. Belém - PA: 21/07/2016

Banca Examinadora



Prof. Dr. Galileu Crovatto Veras
UFMG – *Campus* Pampulha



Prof. Dr. André Guimarães Maciel e Silva
UFRA – *Campus* de Capanema



Prof. Dr. Daniel Abreu Vasconcelos
Campelo
UFPA – *Campus* de Bragança



Prof. Dr. Marcos Ferreira Brabo
UFPA – *Campus* de Bragança

Abandonem toda amargura, todo ódio e toda raiva. Nada de gritarias, insultos e maldades! Pelo contrário, sejam bons e atenciosos uns para com os outros. E perdoem uns aos outros, assim como Deus, por meio de Cristo, perdoou vocês.

(Efésios 4:31-32)

Dedico este trabalho aos meus pais e a minha esposa,

Pessoas que foram fundamentais para esta conquista,

Amo demais vocês...

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, porque sei que foi através de suas bênçãos que consegui vencer!

Agradeço a CAPES pela bolsa de estudo que foi fundamental para a minha manutenção no programa.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal.

Agradeço aos meus orientadores pela confiança e pela excelente orientação para o desenvolvimento do trabalho. E em especial ao professor Galileu Crovatto Veras que além de um excelente orientador é um excelente amigo! Saudações vascaínas!

Agradeço a todas as pessoas do Laboratório de piscicultura que ajudaram no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a Professora Marileide Alves, por ter cedido seu laboratório para as análises do trabalho, e ao Hayan pela ajuda nas análises.

Agradeço a professora Zélia Maria Pimentel Nunes pela confiança e ajuda nos momentos mais conturbados que tive antes de entrar no mestrado.

Agradeço aos meus amigos do LAQUA.

Agradeço aos meus familiares que sempre me deram força e confiança para que seguisse até o fim de mais uma etapa da vida.

E por fim, a minha esposa que além de companheira, foi uma grande amiga e sem duvidas merece muitos créditos por esta vitória. TE AMO!

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
1 - INTRODUÇÃO GERAL	11
1.1 - Piscicultura ornamental	11
1.2 - Acará severo <i>Heros severus</i>	12
1.3 - Exigência de proteína em peixes.....	12
2 - OBJETIVOS	14
2.1 - GERAL	14
2.2 - ESPECÍFICOS	14
3 - REFERÊNCIAS	15
CAPÍTULO I.....	18
Resumo	19
Introdução.....	20
Material e Métodos	21
Conclusão.....	32
CAPÍTULO II.....	36
INTRODUÇÃO.....	38
MATERIAL E MÉTODOS.....	39
RESULTADOS	44
DISCUSSÃO.....	52
CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS	59

RESUMO

A aquicultura é a prática de criar de forma controlada organismos aquáticos, dividindo-se em dois segmentos: alimentação humana e fins ornamentais. Dentre os organismos contribuintes para a diversidade da ictiofauna ornamental Amazônica, encontra-se o acará severo (*Heros severus*). Quando criado em cativeiro, aceita bem todo tipo de ração industrializada, no entanto, ainda são desconhecidas as exigências nutricionais para a espécie, inclusive quanto ao requerimento de proteína. Desta forma, realizaram-se dois experimentos com o objetivo de determinar a exigência de proteína bruta (PB) na dieta de alevinos e juvenis de *H. severus*. Em ambos os experimentos testaram-se cinco dietas isoenergéticas (3.200 kcal de ED/ kg) contendo cinco níveis de PB (28%, 32%, 36%, 40% e 44% de PB). No experimento com alevinos, 75 indivíduos ($21,31 \pm 1,48$ mm e $0,16 \pm 0,04$ g) foram distribuídos em 15 aquários (30L), em um delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições. Durante 105 dias, os alevinos foram alimentados a uma taxa de 10% do seu peso vivo, três vezes ao dia. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de PB da dieta sobre a sobrevivência, índice hepatossomático, viscerossomático e umidade corporal. Ocorreu efeito quadrático do ganho de peso e comprimento, taxa de crescimento específico, consumo de ração diário e conversão alimentar com o aumento dos níveis de PB da dieta, estimando-se valores de 41,86%; 40,42%; 41,29%; 39,60%; 43,54% de PB, respectivamente. Ocorreu efeito quadrático da proteína corporal, lipídeo corporal e cinzas, com o aumento dos níveis de PB da dieta, estimando-se valores de 40,64%; 37,77% e 37,50% de PB, respectivamente. No experimento com os juvenis, foram distribuídos 100 indivíduos com $50,03 \pm 12,05$ mm e $2,30 \pm 0,55$ g em 20 aquários (50L), em um delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. Durante 105 dias os juvenis foram alimentados a uma taxa de 3% do seu peso vivo, duas vezes ao dia. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de proteína da dieta sobre a sobrevivência de juvenis. Foi observado efeito quadrático do ganho de peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar, taxa de eficiência proteica e índice hepatossomático de juvenis, estimando-se valores de 37,03%; 37,20%; 35,13%; 35,85%; 38,78% de PB, respectivamente. A glicemia e o hematócrito apresentaram menores valores ($P < 0,05$) nos peixes que receberam dieta com o menor teor de proteína. Com base no desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e índices de condição corporal de alevinos e juvenis de acará severo, estima-se os níveis de 37,77% a 43,54% e 34,74% a 38,78% de PB, respectivamente.

Palavras-chave: Piscicultura ornamental, ração, exigência nutricional

ABSTRACT

Aquaculture is the practice of create a controlled manner aquatic organisms and is divided into two segments: food and ornamental purposes. Among the contributing organisms to the diversity of Brazilian Amazon ornamental fish fauna, it is severum (*Heros severus*). When bred in captivity, accepts all kinds of feed industrialized, nevertheless, are still unknown the nutritional requirements for species, including the protein requirement. There were two experiments in order to evaluate the requirement of crude protein (CP) in the fingerlings diet and juvenile *Heros severus*. In both experiments was test five isocaloric diets (3,200 kcal DE / kg) with five levels of CP (28, 32, 36, 40 and 44% CP). In the experiments, 75 fingerlings and 100 juveniles were distributed in 15 and 20 aquariums with a volume of 30L and 50L, respectively, in a completely randomized design with five treatments and three and four replications, respectively, and the aquarium the experimental unit. During 105 days, the fingerlings and juveniles were fed at a rate of 10 and 3% of body weight three and twice daily, respectively. There wasn't significant effect of CP levels in the diet on survival, hepatossomatic index, viscerossomatic and moisture body for fingerlings ($P>0.05$). There quadratic effect of weight gain, length, specific growth rate, feed intake and feed conversion with increasing dietary crude protein levels ($P<0.05$), estimating values 41.86; 40.42, 41.29; 39.60; 43.54% CP, respectively. There was quadratic effect of body protein, lipid and ash body, with increasing levels of crude protein diet, estimating values 40.64; 37.77 and 37.50% CP, respectively. There was not significant effect of dietary protein levels on the survival of juveniles ($P>0.05$). It was observed quadratic effect of weight gain, specific growth rate, feed conversion, protein efficiency rate and hepatossomatic rate of juveniles ($P<0.05$), estimating values of 37.03; 37.20; 35.13; 35.85; 38.78% CP, respectively. The feed intake showed a linear increase ($P<0.05$) with increased levels of dietary protein. There was a linear decrease ($P<0.05$) viscerossomatic rate with increasing levels of dietary protein. Blood glucose and hematocrit showed lower values ($P<0.05$) in fish fed diet with lower content protein. Based on performance, efficient use of nutrients and body condition indices fingerlings and juveniles of severum, estimated levels from 37.77 to 43.54% and from 34.74 to 38.78% CP, respectively .

Key-words: Ornamental fish farming, feed, nutritional requirement

1 - INTRODUÇÃO GERAL

1.1 - Piscicultura ornamental

A aquicultura é a prática de criar ou cultivar de forma controlada organismos aquáticos, tais como peixes, moluscos e plantas, de água doce ou salgada. É uma prática muito antiga e difundida em todo o mundo, e que se divide em dois segmentos: direcionado a alimentação humana e para fins ornamentais (CARDOSO, 2011).

A produção de peixes ornamentais vem crescendo desde a década de 1990, devido ao desenvolvimento de tecnologias de criação e equipamentos, tais como, aquecedores, controladores de temperatura, filtros biológicos e mecânicos, entre outros. Além disso, técnicas de coletas e transporte mais sofisticadas possibilitaram aos aquaristas acesso a uma grande diversidade de espécies de peixes (WATSON & SHIREMAN, 1996).

Com avanço da atividade, muitos países vêm aumentando o investimento na cadeia produtiva, sendo Cingapura, o maior exportador de peixes ornamentais do mundo (US\$ 50.2 milhões), seguido da Espanha (US\$ 34.6 milhões) e do Japão (US\$ 30.4 milhões) (FARIA et al., 2016).

No mercado ornamental da América do Sul, os principais produtores são Colômbia, Peru e Brasil, sendo o território brasileiro o que tem maior potencial, tanto em extensão, quanto hídrico, o que favorece a produção de diversas espécies de peixes ornamentais (PELICICE & AGOSTINHO, 2005). Assim, o Brasil, vem apresentando um ótimo crescimento no volume de exportação no cenário mundial, chegando a US\$ 13.5 milhões em 2014, saindo da vigésima primeira colocação para a oitava, em 10 anos (FARIA et al., 2016).

No Brasil, a maioria das espécies de peixes ornamentais é originária da região Amazônica (PELICICE & AGOSTINHO, 2005). Dentre os estados, o Pará, no ano de 2005, atingiu o *ranking* nacional de segundo maior produtor de peixes ornamentais, oriundos principalmente do extrativismo do Rio Xingu e Tapajós (CARDOSO & IGARASHI, 2009). E em 2014, o estado do Pará foi o responsável por 85% da exportação do país (FARIA et al., 2016).

No entanto, ultimamente, os índices de exportação de peixes ornamentais, oriundos do extrativismo, têm diminuído em função de pressões internacionais pelo fim da pesca predatória, uma vez que estudos têm demonstrado diminuição da diversidade nestes locais (GERSTNER et al., 2006). Com isso, a criação de peixes ornamentais se destaca, uma vez que possibilita a utilização de pequenas áreas para implementação da atividade, o que representa menores custos com instalações (ZUANON et al., 2011).

1.2 - Acará severo *Heros severus*

Dentre os organismos contribuintes para a diversidade da ictiofauna ornamental Amazônica, encontra-se o acará severo (*Heros severus*) (Heckel, 1840), pertencente à família Cichlidae (ciclídeos), os indivíduos desta espécie podem atingir mais de 15 cm. Essa família possui um grande número de peixes ornamentais que, na sua grande maioria, são considerados muito territorialistas. O acará severo, como todos os ciclídeos, é ovulíparo e bastante cuidadoso com a preparação do ninho no qual depositará seus ovos. Ao contrário de outros representantes de sua família, que são extremamente territorialistas e muitas vezes agressivos, o acará severo é sociável com outros peixes de espécies diferentes (ROMERO, 2002).

O acará severo mostra-se com grande potencial na aquarioria, pois apresenta uma coloração predominantemente verde oliva com tons de amarelo brilhante, reprodução relativamente fácil e boa adaptação ao confinamento (Figura 1). Para a criação desta espécie, a temperatura da água deve estar entre 24°C a 28°C e o pH entre 6,5 a 7,0.

No ambiente natural, está associado a áreas altamente vegetadas, alimentando-se de pequenos invertebrados e material vegetal, sendo considerado, portanto, um peixe onívoro. Quando criado em cativeiro, aceita bem todo tipo de ração industrializada (ALISHAHI, 2013). No entanto, ainda são desconhecidas as exigências nutricionais para a espécie, inclusive quanto ao requerimento de proteína.



Figura 1. Exemplar de Acará severo *H. severus* em aquário. Fonte: Acervo Laboratório de Piscicultura

1.3 - Exigência de proteína em peixes

A proteína é um dos nutrientes mais importantes de uma ração, pois é o componente mais oneroso e afeta diretamente o crescimento dos peixes (MILLER et al., 2005). Assim, a

quantidade a ser utilizada na ração deverá ser o suficiente de forma que atenda a exigência em aminoácidos essenciais, proporcionando o máximo crescimento dos peixes (NRC, 1993).

O fornecimento de rações com deficiência proteica, ou com um balanço inadequado de aminoácidos, podem resultar em aumento da conversão alimentar e diminuição do crescimento em função da mobilização da proteína de alguns tecidos para a manutenção das funções vitais (NRC, 1993; WILSON, 2002). No entanto, rações com excesso de proteína levam a um desbalanço na relação energia e proteína, fazendo com que boa parte desta proteína seja utilizada como fonte de energia e que o excesso seja depositado na forma de gordura (PIEDRAS et al., 2004). Além disso, o excesso de proteína na ração se tornará prejudicial ao crescimento, pois os animais vão necessitar de mais energia para metabolizar e excretar todo excedente fornecido, fazendo com que aumente a produção e excreção de compostos nitrogenados, contribuindo potencialmente com o impacto dos efluentes no sistema de produção (MILLER et al., 2005; SIGNOR et al., 2010).

A relação proteína/energia bruta talvez seja um dos fatores mais importantes na dieta dos peixes. WEBSTER & LIM (2002), observaram que quando a energia não proteica da dieta é baixa, os peixes utilizam a proteína para atender as suas necessidades metabólicas, fazendo com que ocorra um aumento na excreção de amônia na água. Contudo, se o nível energético é alto, os animais não consomem a proteína em níveis satisfatórios para atender suas exigências de aminoácidos, diminuindo seu crescimento.

2 - OBJETIVOS

2.1 - GERAL

Determinar a exigência de proteína bruta na dieta de alevinos e juvenis do acará severo *Heros severus*.

2.2 - ESPECÍFICOS

- Avaliar o desempenho produtivo de alevinos e juvenis de acará severo alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta na dieta.
- Avaliar os níveis de composição corporal dos alevinos e juvenis de acará severo alimentados com diferentes níveis de proteína bruta na dieta.
- Avaliar os parâmetros sanguíneos dos juvenis de acará severo alimentados com diferentes níveis de proteína bruta na dieta.

3 - REFERÊNCIAS

ALISHAHI, M.; KARAMIFAR, M.; MESBAH, M.; ZAREI, M. Hemato-immunological responses of *Heros severus* fed diets supplemented with different levels of *Dunaliella salina*. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 40, n. 1, p. 57–65, 2013.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. **Acta Amazônica**, v.36, n.3, p.349-356, 2006.

BURKERT, D.; ANDRADE, D. R.; SIROL, R. N. *et al.* Rendimentos do processamento e composição química de filés de surubim cultivado em tanques-rede. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.37, n.7, p.1137-1143, 2008.

CARDOSO, R.S. CARACTERIZAÇÃO DA AQUICULTURA ORNAMENTAL NA ZONA DA MATA MINEIRA. Dissertação (M.Sc.). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2011.

CARDOSO, R.S.; IGARASHI, M.A. Aspectos do agronegócio da produção de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. **PUBVET**, v.3, p.40-42, 2009.

FARIA, P. M.C.; RIBEIRO, K.; ALMEIDA, C.F.; SANTOS, F.W.M.; SANTOS, R.F.B. Aquicultura Ornamental: um mercado promissor. **Panorama da Aquicultura**, v.26, p. 24 – 37, 2016.

GERSTNER, C. L.; ORTEGA, H.; SANCHEZ, H., GRAHAM, D. Effects of the freshwater aquarium trade on wild fish populations in differentially-fished areas of the Peruvian Amazon. **Journal of Fish Biology**, v. 68, p. 862–875, 2006.

HOUSTON, A.H., Blood and circulation. In: SCHRECK, C.B. e MOYLE, P.B., Methods for fish biology. **American Fisheries Society**, Maryland, p. 273-334, 1990.

LIMA, A. O. Agronegócio de Peixes Ornamentais no Brasil e no Mundo. **Panorama da aquicultura**. 65. 2003.

LOPES, S. T. DOS A. **Manual de Patologia Clínica Veterinária**. 3ª ed. Santa Maria: UFSM. 107p. 2007.

MATOS, M. S.; MATOS, P. F. DE. **Laboratório Clínico Médico-Veterinário**. Editora Atheneu. 2ª Ed. SP/RJ/BH. 238p. 1995.

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

MOHANTA, K. N.; MOHANTY, S. N.; JENA, J. *et al.* A dietary energy level of 14.6 MJ kg⁻¹ and protein-to-energy ratio of 20.2 g MJ⁻¹ results in best growth performance and nutrient accretion in silver barb *Puntius gonionotus* fingerlings. **Aquaculture Nutrition**, v.15, p. 627–637, 2009.

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

OBA, E. T.; MARIANO, W. S.; SANTOS, L. R. B. Estresse em peixes cultivados: **agravante e atenuantes para o manejo rentável**. In: TAVARES-DIAS, M. (org.). Manejo e sanidade de peixes em cultivo. Macapá: Embrapa Amapá, p.226-247, 2009.

PERES, H.; OLIVA-TELES, A. Lysine requirement and efficiency of lysine utilization in turbot (*Scophthalmus maximus*) juveniles. **Aquaculture**, v.275, p.283–290, 2008.

PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A. Perspectives on ornamental fisheries in the upper Paraná. River floodplain, Brazil. **Fisheries Research**, v. 72, n. 1, p. 109–119, 2005.

PIEDRAS, S.R.N., POUHEY, J.L.F., JUVÊNCIO, L.O.F. & RUTZ, F. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta e energia digestível na dieta sobre o desempenho de alevinos de peixe-rei. **Revista Brasileira Agrociência**, v.10, p.97-101, 2004.

ROMERO, P. An etymological dictionary of taxonomy. Madrid, unpublished. 2002.

SAMPAIO, A. M. B.; KUBTIZA, F.; CYRINO, J. E. P. Relação energia:proteína na nutrição do tucunaré. **Scientia Agrícola**, v.57, p.213-219, 2000.

SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2336-2341, 2010.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ribeirão preto, 144p. 2004.

VIDAL, M. V. As Boas Perspectivas para a piscicultura Ornamental
www.panoramadaaquicultura, n.71 mai/jun/2002 (acessado em 25.01.2016).

ZUANON, J.A.S.; SALARO, A.L.; FURUYA, W.M. Produção e nutrição de peixes ornamentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.40, p.165-174, 2011.

WATSON, C. G.; SHIREMAN, J. V. Production of Ornamental Aquarium Fish -FA35. Institute of Food and Agricultural Sciences - University of Florida, Gainesville. 4 pp.1996.

WILSON, R.P. AMINO ACIDS AND PROTEINS. IN: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Ed.3). **Fish nutrition**, n.3, p.144-179, 2002.

WEBSTER, C.D. e LIM, C. **Nutrient requirements and finfish for aquaculture**. New York: CABI Publishing, 2002.

CAPÍTULO I

Artigo segundo as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB)

**Exigência de proteína bruta na dieta de alevinos do ornamental Amazônico acará severo
(*Heros severus*) (Heckel, 1840)**

Jonathan Alves de Sousa⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal do Pará. Alameda Leandro Ribeiro s/nº Bragança – PA. CEP: 68.600-000. E-mail: jonathache@gmail.com

Resumo – Realizou-se o experimento com o objetivo de determinar a exigência de proteína bruta (PB) na dieta de alevinos de *Heros severus*. Setenta e cinco alevinos foram distribuídos em 15 aquários (30L), em um delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos (28, 32, 36, 40 e 44 % de PB) e três repetições. Durante 105 dias, os alevinos foram alimentados a uma taxa de 10 % do peso vivo, três vezes ao dia. Não houve efeito significativo dos níveis de PB da dieta sobre a sobrevivência; índice hepatossomático, viscerossomático; e umidade corporal. Ocorreu efeito quadrático do ganho de peso e comprimento, taxa de crescimento específico, consumo de ração diário e conversão alimentar com o aumento dos níveis de PB da dieta, estimando-se valores de 41,86; 40,42, 41,29; 39,60; 43,54 % de PB, respectivamente. Houve decréscimo linear da taxa de eficiência proteica de alevinos com os níveis crescentes de PB da dieta. Ocorreu efeito quadrático da proteína corporal, lipídeo corporal e cinzas, com o aumento dos níveis de PB da dieta, estimando-se valores de 40,64; 37,77 e 37,50% de PB, respectivamente. Com base nos resultados, estima-se os níveis de 37,77 a 43,54% de PB na dieta de alevinos da espécie.

Termos para indexação: peixe ornamental, exigência nutricional, ração

**Crude protein requirement in the diet of fingerlings of Amazonian ornamental severum
(*Heros severus*) (Heckel, 1840)**

Abstract – We carried out the experiment in order to determine the demand for crude protein (CP) in the diet of the fingerlings *Heros severus*. Seventy-five fingerlings were randomly distributed in 15 aquariums (30L), in an experimental completely randomized design with five treatments (28, 32, 36, 40 and 44% CP) and three replications. During 105 days, the fingerlings were fed at a rate of 10% of live weight, three times a day. There wasn't significant effect of the CP levels of the diet on survival; hepatosomatic, viscerosomatic index; and body moisture. Occurred quadratic effect of weight gain and length, specific growth rate, daily feed intake and feed conversion with increasing dietary CP levels, estimating values 41.86; 40.42, 41.29; 39.60; 43.54% CP, respectively. There was a linear decrease in protein efficiency rate of fingerlings with increasing levels of CP diet. Occurred

quadratic effect of body protein, lipid and ash body, with increasing levels of CP diet, estimating values 40.64; 37.77 and 37.50% CP, respectively. Based in results, estimated levels from 37.77 to 43.54% crude protein in the diet of fingerlings of specie.

Index terms: ornamental fish, nutritional requirement, feed

Introdução

A prática de criar peixes ornamentais vem crescendo desde a década de 1990, tendo grande contribuição nas exportações mundiais, chegando a movimentar cerca de US\$ 255 milhões em 2006 e apresentar um aumento de 55,21% em relação ao ano de 2002. Tal atividade movimenta aproximadamente US\$ 3 bilhões por ano, tendo Cingapura e Espanha como maiores exportadores, respectivamente (Cardoso & Igarashi, 2009).

No Brasil, os peixes ornamentais, na sua grande maioria, são de origem da região Amazônica (Pelicice & Agostinho, 2005). No entanto, ultimamente os índices de exportação têm diminuído em função de pressões internacionais pelo fim da pesca predatória, uma vez que estudos têm demonstrado diminuição da diversidade nestes locais (Gerstner et al., 2006). Com isso, a produção de peixes ornamentais vem se destacando no cenário mundial, possibilitando a utilização de pequenas áreas para implementação da atividade, o que representa menores custos com instalações (Zuanon et al., 2013).

Dentre os organismos contribuintes para a diversidade da ictiofauna ornamental Amazônica, destaca-se o acará severo (*Heros severus*). Este apresenta um grande potencial na aquarioria por apresentar coloração predominantemente verde oliva com tons de amarelo brilhante, reprodução relativamente fácil, comportamento calmo e boa adaptação às condições de cativeiro. No ambiente natural está associado a áreas altamente vegetadas, alimentando-se de pequenos invertebrados e material vegetal (Alishahi et al., 2013). No entanto, ainda são desconhecidas as exigências nutricionais para esta espécie, inclusive quanto à exigência de proteína na dieta.

A proteína é um dos nutrientes mais importantes de uma ração, uma vez que é o componente mais oneroso e que afeta diretamente o crescimento dos peixes (Miller et al., 2005). Assim, a quantidade a ser utilizada na ração deverá ser o suficiente, de forma que atenda a exigência em aminoácidos essenciais, proporcionando o máximo crescimento dos peixes (Roberts, 1994).

O fornecimento de rações com deficiência proteica, ou com um balanço inadequado de aminoácidos, podem resultar em aumento da conversão alimentar e diminuição do crescimento em função da mobilização da proteína de alguns tecidos para a manutenção das funções vitais (Roberts, 1994; Wilson, 2002). No entanto, rações com excesso de proteína

levam a um desbalanço na relação energia e proteína, fazendo com que boa parte desta proteína seja utilizada como fonte de energia e que o excesso seja depositado na forma de gordura (Piedras et al., 2004). Além disso, o excesso de proteína na ração faz com que aumente a produção e excreção de compostos nitrogenados, contribuindo potencialmente com o impacto dos efluentes no sistema de produção (Miller et al., 2005).

Dessa forma, a determinação da exigência de proteína na dieta torna-se importante para a maximização do crescimento, melhora da eficiência de utilização deste nutriente, assim como reduz os custos com alimentação. Portanto, com a realização deste experimento, objetivou-se avaliar a exigência de proteína bruta para alevinos de acará severo.

Material e Métodos

Local

O experimento foi realizado no Laboratório de Peixes Ornamentais da Faculdade de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Pará, *Campus* de Bragança – PA, por um período de 105 dias.

Rações experimentais

Para realização do experimento, cinco dietas experimentais isoenergéticas, com 3200 kcal de ED/ kg de ração, foram preparadas para conter cinco níveis de proteína bruta (PB) de 28%, 32%, 36%, 40% e 44% (Tabela 1).

Tabela 1. Composição dos ingredientes e química das dietas experimentais

Ingredientes (%)	Níveis de proteína bruta (%)				
	28%	32%	36%	40%	44%
Farelo de soja	24,50	34,70	45,35	56,20	68,20
Farinha de peixe	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Farinha de carne	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Fubá de milho	42,22	31,99	21,13	9,75	3,37
Farelo de trigo	10,00	10,00	10,00	10,00	4,00
Óleo de soja	1,30	1,65	2,00	2,55	2,90
Fosfato bicálcico	0,30	0,30	0,25	0,25	0,30
Acetato de α -tocoferol ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix vit./ min. ²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
BHT ²	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
L-Lisina	0,38	0,08	0,00	0,00	0,00
DL-Metionina	0,18	0,16	0,15	0,13	0,11

Composição química

Proteína bruta (%)	28,15	32,01	36,01	40,07	44,11
Energia digestível (kcal.kg ⁻¹)	3200,35	3203,75	3200,04	3202,43	3201,09
Extrato etéreo (%)	5,55	5,64	5,71	5,95	6,07
Fibra (%)	3,29	3,69	4,11	4,53	4,58

¹Aceto de α -tocoferol: vitamina E (50% de atividade de vitamina E/ g)

¹Premix vit./min.: vitamina A – 360.000 UI; vitamina D3 – 60.000 UI; vitamina E – 0 mg; vitamina K₃ – 2.400 mg; vitamina B₁ – 4.800 mg; vitamina B₂ – 4.800 mg; vitamina B₆ – 4.000 mg; vitamina B₁₂ – 4.800 mcg; vitamina C 48.000 mg; niacina – 24.000 mg; ácido pantotênico – 12.000 mg; ácido fólico – 1.200 mg; biotina – 48 mg; colina 65 g; magnésio – 4.000 mg; zinco – 6.000 mg; ferro – 10 g; cobre – 6.000 mg; cobalto – 2 mg; iodo – 20 mg; selênio – 20 mg.

²Butil hidroxi toluento (antioxidante)

As dietas foram formuladas para atender as exigências de energia e aminoácidos essenciais de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), de acordo com a tabela brasileira para nutrição de tilápias, proposta por Furuya (2010). A avaliação da composição química dos ingredientes, dietas experimentais e composição corporal (proteína, lipídio, umidade e matéria mineral) foram realizadas no Laboratório de Tecnologia do Pescado da Faculdade de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Pará, *Campus* de Bragança. Após a formulação das dietas experimentais, os ingredientes foram finamente moídos, misturados, umedecidos com água a 50 °C e processados em moedor elétrico. Em seguida, por um período de 24 horas, as dietas foram secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C, trituradas e peneiradas para obtenção de peletes compatíveis com a fase de desenvolvimento da espécie.

Delineamento experimental e condições experimentais

Setenta e cinco alevinos de acará severo (*Heros severus*) foram distribuídos em 15 aquários de 60L (volume útil de 30L) em um delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos (28%, 32%, 36%, 40% e 44 % de PB) e três repetições, sendo cada aquário a unidade experimental. Todos os aquários foram munidos de filtros biológicos individualizados, aeração, temperatura constante e fotoperíodo de 12L:12E.

Durante 105 dias, os peixes foram alimentados a uma taxa de 10% do peso vivo, três vezes ao dia, nos horários de 8h, 12h, e 16h. Três vezes por semana, 30 minutos após a última alimentação, os aquários eram sifonados em aproximadamente 20% do volume útil para retirada de fezes. Logo em seguida, igual volume sifonado era repostado até completar 30L. Para a correção do fornecimento de ração, uma biometria foi realizada após o primeiro mês de experimento, sendo as demais em intervalos de 15 dias.

Qualidade da água

Os parâmetros de qualidade de água, temperatura ($28,6 \pm 0,06$ °C) e oxigênio dissolvido ($7,75 \pm 0,07$ mg.L⁻¹) foram monitoradas três vezes por semana com auxílio de

oxímetro portátil (Lutron, DO-5510, Taiwan). Já os valores de pH ($6,67 \pm 0,13$) e a amônia total ($0,45 \pm 0,01 \text{ mg.L}^{-1}$) foram obtidos com a utilização de multiparâmetro de bancada (Hanna Instruments, HI 3512, Romênia) sendo monitorados três vezes por semana e quinzenalmente, respectivamente.

Variáveis avaliadas

Ao final do período experimental, os alevinos de cada tratamento foram mantidos em jejum de 24 horas e, em seguida, foram contados, medidos com paquímetro e pesados em balança de precisão (0,0001g) para obtenção das seguintes variáveis:

- Taxa de sobrevivência (TS):

$$\text{TS (\%)} = (\text{número final de peixes} / \text{número inicial de peixes}) \times 100;$$

- Ganho de peso:

$$\text{GP (g)} = \text{peso final} - \text{peso inicial};$$

- Ganho de comprimento (GC):

$$\text{GC (cm)} = \text{comprimento final} - \text{comprimento inicial};$$

- Taxa de crescimento específico (TCE):

$$\text{TCE (\% \cdot \text{dia}^{-1})} = (\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial} / \text{número de dias de experimento}) \times 100$$

- Consumo médio de ração diário (CR.dia⁻¹):

$$\text{CR.dia}^{-1}(\text{g.dia}^{-1}) = \text{consumo de ração} / \text{número de dias de experimento};$$

- Conversão alimentar (CA):

$$\text{CA} = \text{consumo de ração} / \text{ganho de peso}$$

- Taxa de eficiência proteica (TEP):

$$\text{TEP} = \text{ganho de peso} / \text{consumo de proteína}$$

Após biometria final, os peixes foram individualmente eutanasiados por choque térmico em água com gelo. Em seguida, os alevinos foram eviscerados, sendo separados o fígado, as vísceras e a carcaça, os quais foram pesados individualmente para a obtenção dos seguintes índices:

- Índice hepatossomático (IHS):

$$\text{IHS (\%)} = (\text{peso do fígado} / \text{peso final do peixe}) \times 100;$$

- Índice viscerossomático (IVS):

$$\text{IVS (\%)} = (\text{peso das vísceras} / \text{peso final do peixe}) \times 100$$

- Rendimento de carcaça (RC):

$$\text{RC (\%)} = (\text{peso do peixe eviscerado} / \text{peso final do peixe}) \times 100.$$

Para as análises da composição química corporal, as amostras (corpo inteiro do peixe sem as vísceras) de cada tratamento foram liofilizadas e trituradas em moinho de facas. As

determinações foram feitas em duplicatas, segundo a metodologia da Association of Analytical Chemists (AOAC, 1997) para umidade, cinzas, lipídeos e proteína.

O teor de umidade foi estimado por secagem em estufa regulada a 105°C por 24 horas. O teor de cinzas foi obtido por incineração da amostra, em mufla a 550°C por 6 horas, até obtenção de peso constante. O teor de proteína bruta foi obtido através do método Kjeldahl, usando o fator de conversão de 6,25 de N total para proteínas totais. A determinação dos lipídeos totais foi realizada por meio do Método Soxhlet modificado (sortex), de extração a quente (60°C), utilizando o solvente éter de petróleo.

Análises Estatísticas

Para análise estatística, utilizou-se o programa SISVAR 4.3. Os resultados foram submetidos a uma análise de variância ANOVA e, em caso de significância ($P < 0,05$), os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial para determinar o ótimo/exigência da concentração de proteína bruta sobre as variáveis avaliadas. Para a escolha do modelo de regressão foi considerada a significância dos coeficientes de regressão, os valores dos coeficientes de determinação, assim como o comportamento das variáveis em estudo.

Resultados

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de proteína bruta da dieta sobre a sobrevivência (100%), o índice viscerossomático e hepatossomático e a umidade corporal.

Os níveis de proteína bruta da dieta influenciaram significativamente o ganho de peso de alevinos de acará severo, demonstrando efeito quadrático ($Y = - 0,0043X^2 + 0,36X - 5,8986$; $R^2 = 0,90$) desta variável com o aumento dos níveis de proteína bruta da dieta. Foi estimado o valor de 41,86 % de PB, para o valor máximo de 1,64 g dessa variável (Figura 1).

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) dos níveis de proteína bruta na dieta sobre o ganho de comprimento, demonstrando efeito quadrático ($Y = - 0,0472X^2 + 3,8152X - 55,429$; $R^2 = 0,90$) desta variável com o aumento dos níveis de proteína bruta da dieta. Estimou-se o valor de 40,42% de PB, para o valor máximo de 21,75 mm dessa variável (Figura 2).

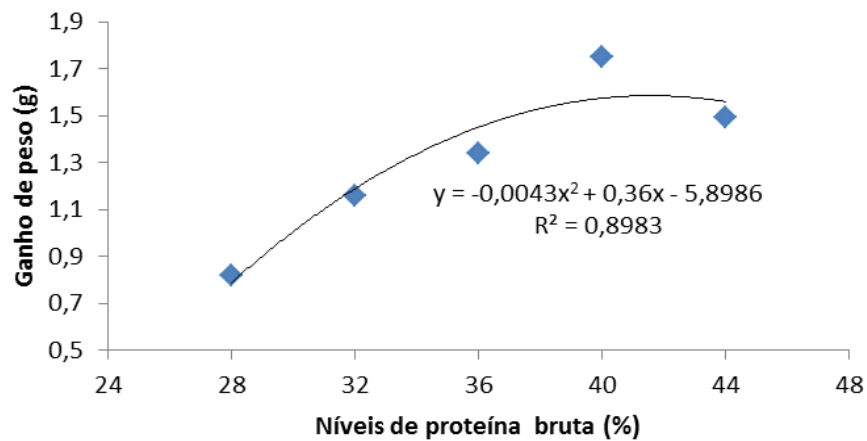


Figura 1 – Ganho de peso (g) de alevinos de acará severo *Heros severus* alimentados com rações contendo níveis crescentes de proteína bruta. $P < 0,05$. $n = 15$.

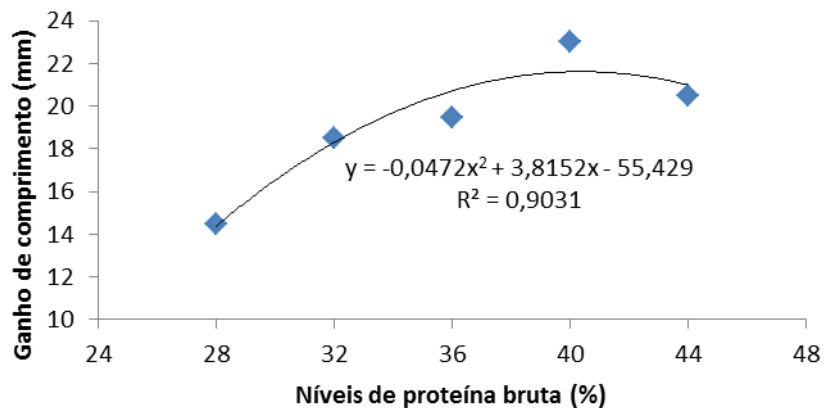


Figura 2 – Ganho de comprimento (mm) em alevinos de acará severo *Heros severus* alimentados com rações contendo níveis crescentes de proteína bruta. $P < 0,05$. $n = 15$.

O incremento dos níveis de proteína bruta na dieta influenciou significativamente ($P < 0,05$) a taxa de crescimento específico, apresentando efeito quadrático ($Y = -0,0047X^2 + 0,3882X - 4,7354$; $R^2 = 0,94$) desta variável com o aumento dos níveis de proteína bruta da dieta. Foi estimado valor de 41,29 % de PB, para o valor máximo de 3,27 %. dia^{-1} dessa variável (Figura 3).

Houve efeito significativo dos níveis de proteína ($P < 0,05$) da dieta sobre o consumo de ração diário, apresentando efeito quadrático desta variável ($Y = -0,0104X^2 + 0,8237X - 12,351$; $R^2 = 0,701$) com o aumento dos níveis de proteína bruta da dieta. Estimou-se o valor de 39,60 % de PB, para o valor máximo de 3,96 g/ dia dessa variável (Figura 4).

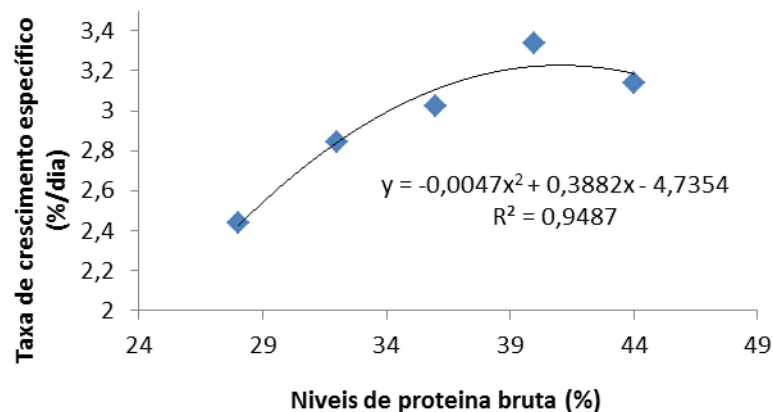


Figura 3 – Taxa de crescimento específico de alevinos de acará severo *Heros severus* alimentados com rações contendo níveis crescentes de proteína bruta. $P < 0,05$. $n = 15$.

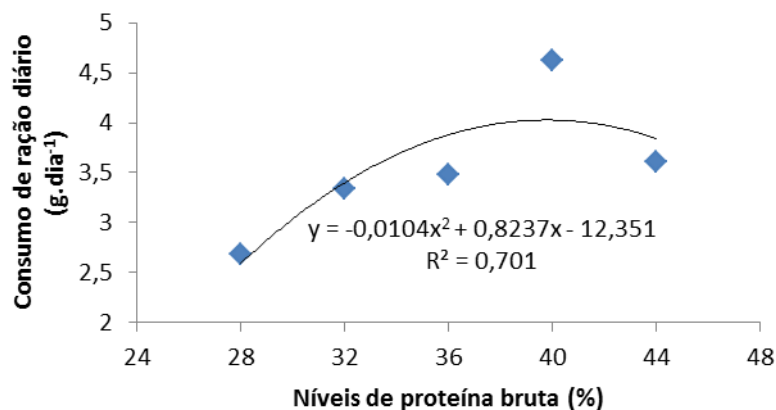


Figura 4 – Consumo de ração diário (g.dia^{-1}) de alevinos de acará severo *Heros severus* alimentados com rações contendo níveis crescentes de proteína bruta. $P < 0,05$. $n = 15$.

O aumento dos níveis de proteína bruta na dieta influenciou significativamente ($P < 0,05$) a conversão alimentar, apresentando esta variável efeito quadrático ($Y = 0,0033X^2 - 0,2874X + 8,7297$; $R^2 = 0,94$) com o incremento dos níveis de proteína bruta da dieta. Foi estimado, o valor de 43,54 % de PB, para o valor mínimo de 2,03 dessa variável (Figura 5).

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da taxa de eficiência proteica como o aumento dos níveis de proteína bruta da dieta, demonstrando esta variável um decréscimo linear ($Y = -0,0107X + 1,413$; $R^2 = 0,84$) com o incremento dos níveis de proteína bruta da dieta (Figura 6).

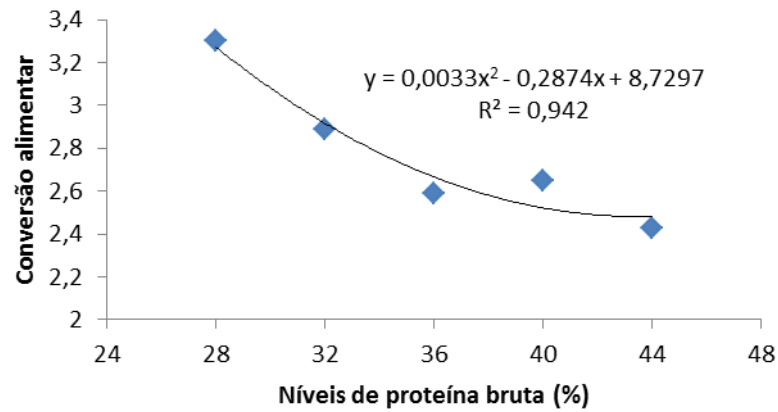


Figura 5 – Conversão alimentar de alevinos de acará severo *Heros severus* alimentados com rações contendo níveis crescentes de proteína bruta. $P < 0,05$. $n = 15$.

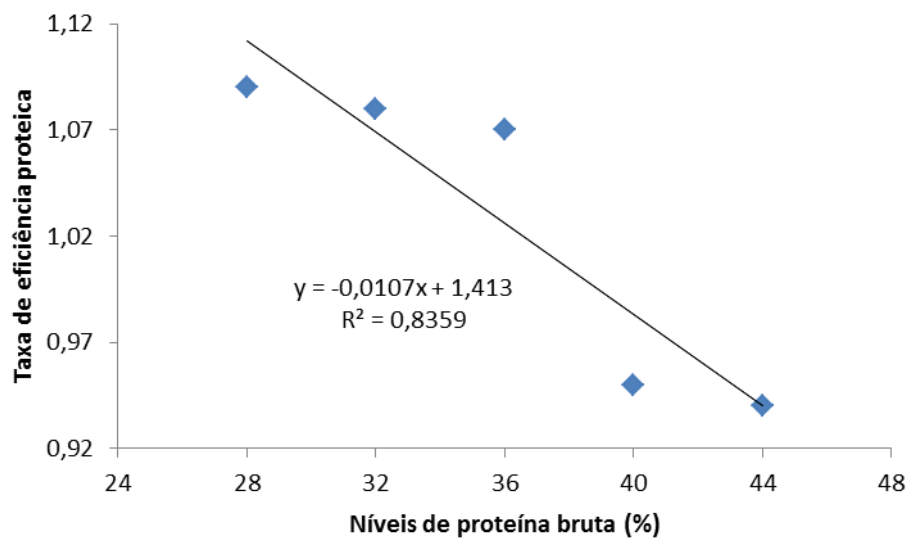


Figura 6 – Taxa de eficiência proteica de alevinos de acará severo *Heros severus* alimentados com rações com níveis crescentes de proteína bruta. $P < 0,05$. $n = 15$.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) do incremento dos níveis de proteína bruta na dieta sobre o níveis de lipídeos corporais de alevinos acará severo, demonstrando esta variável efeito quadrático ($Y = 0,073X^2 - 5,5141X + 114,54$; $R^2 = 0,99$) com o aumento dos níveis de proteína bruta na dieta. Foi estimado o valor de 37,77% de PB, para o valor mínimo de 10,41% dessa variável (Figura 7).

O incremento dos níveis de proteína bruta da dieta influenciou significativamente ($P < 0,05$) o teor de cinzas da carcaça de acará severo. Foi observado efeito quadrático ($Y = 0,126X^2 - 0,9449X + 30,43$; $R^2 = 0,60$) desta variável com o aumento dos níveis de proteína bruta na dieta, estimando-se o valor de 37,50% de PB, para o valor mínimo de 12,71% dessa variável (Figura 8).

O aumento dos níveis de proteína bruta na dieta influenciou significativamente ($P < 0,05$) os níveis de proteína da carcaça de alevinos de acará severo. Houve efeito

quadrático ($Y = -0,0384X^2 + 3,1212X - 0,928$; $R^2 = 0,88$) desta variável com o aumento dos níveis de proteína bruta na dieta, estimando-se o valor de 40,64% de PB, para o valor máximo de 62,50% dessa variável (Figura 9).

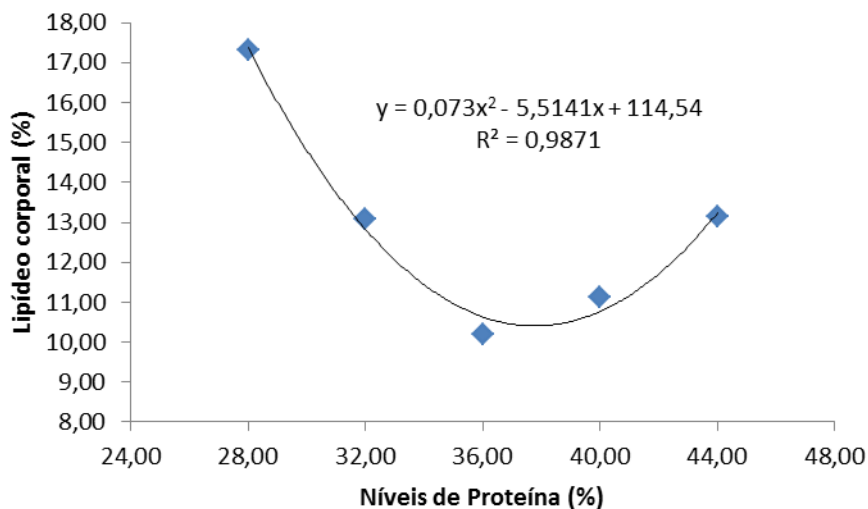


Figura 7 – Lipídeo corporal de alevinos de acará severo *Heros severus* alimentados com rações contendo níveis crescentes de proteína bruta. $P < 0,05$. $n = 15$.

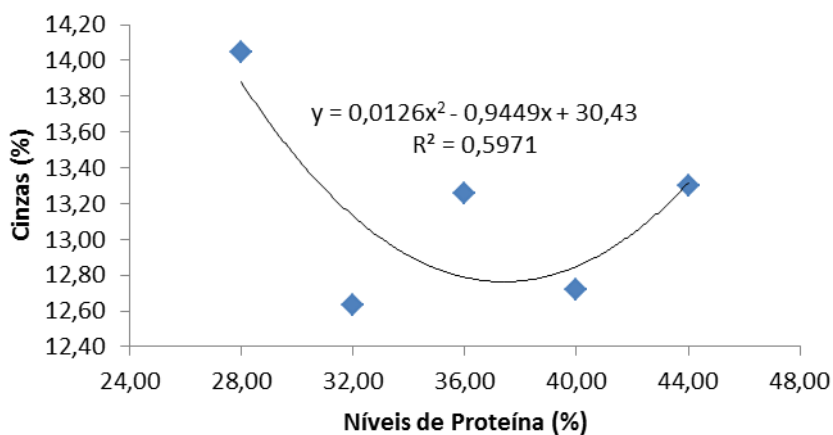


Figura 8 - Cinzas de alevinos de acará severo *Heros severus* alimentados com rações contendo níveis crescentes de proteína bruta. $P < 0,05$. $n = 15$.

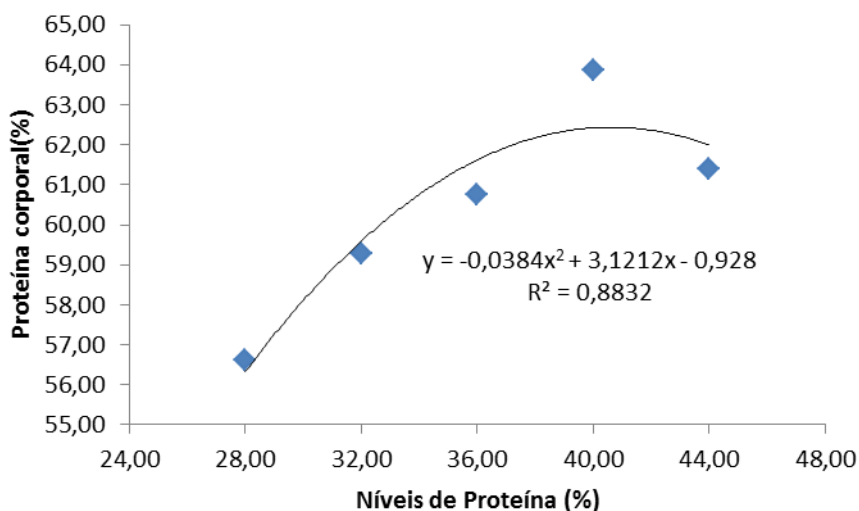


Figura 9 – Proteína corporal de alevinos de acará severo *Heros severus* alimentados com rações contendo níveis crescentes de proteína bruta. $P < 0,05$. $n = 15$.

Discussão

O presente estudo demonstrou que o aumento dos níveis de proteína bruta na dieta afetou o crescimento, o consumo de ração, a eficiência de utilização dos nutrientes e composição corporal de alevinos de acará severo.

A exigência de proteína bruta para os alevinos pode ser considerada alta, e o resultado do presente estudo se assemelha ao realizado com larvas e alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, no qual a exigência de proteína bruta ficou em 45% e 35%, respectivamente, proporcionando os maiores valores de ganho de peso e taxa de crescimento específico (Abdel-Tawwab et al., 2010).

Outros estudos sobre a exigência de proteína bruta na dieta foram realizados com ciclídeos ornamentais amazônicos, como com alevinos de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*), que apresentaram melhores índices de ganho de peso e taxa de crescimento específico quando alimentados com dietas contendo 32 a 34% de proteína bruta (Zuanon et al., 2006; Ribeiro et al., 2007). Já para alevinos de acará-disco (*Symphysodon* spp.), o melhor crescimento foi estimado quando estes peixes foram alimentados com dietas contendo 50,1% de proteína bruta (Chong et al., 2000). Em estudos com o também peixe ornamental Kinguio (*Carassius auratus*), larvas (Fiogbé & Kestemont, 1995), alevinos (Souto et al., 2013) e juvenis (Lochmann & Phillips, 1994), apresentaram maior crescimento com uma exigência de 53, 38 a 40 e 29% de proteína bruta na dieta, respectivamente.

A alta exigência de proteína na dieta está relacionada, principalmente, à fase de desenvolvimento e o hábito alimentar da espécie, uma vez que peixes mais jovens e os carnívoros requerem maiores níveis deste nutriente na dieta. Assim, para larvas e alevinos,

quando comparados com juvenis e peixes adultos, a maior exigência deve-se ao fato do maior crescimento muscular nesta fase de vida. Além disso, a proteína representa a principal fonte energética nas rotas metabólicas de peixes em desenvolvimento (Meyer & Fracalossi, 2004; Veras et al., 2010).

Desta forma, boa parte da proteína é utilizada como fonte de energia, ao invés de serem direcionadas para síntese de tecido muscular. Outros fatores que podem influenciar na exigência de proteína bruta da dieta é a taxa de ingestão do alimento, a frequência de alimentação (Arzel et al., 1998; Zuanon et al., 2006), a concentração de energia da dieta, a digestibilidade da proteína dos ingredientes utilizados na ração e o perfil de aminoácidos da dieta (Zuanon et al., 2006).

No presente trabalho, o maior consumo de ração foi estimado para os peixes que foram alimentados com dietas que proporcionaram o melhor crescimento. No entanto, o alto consumo de ração, neste caso, não implica em uma pior conversão alimentar. A alta conversão alimentar para os níveis menores de proteína deve-se ao fato dos alevinos precisarem ingerir uma maior quantidade de ração para tentarem atender suas exigências em proteína (Sampaio, et al., 2000).

No entanto, como as dietas provavelmente não continham o balanço adequado de aminoácidos, a síntese proteica não ocorreu de forma eficiente, o que promoveu um menor crescimento destes peixes, levando a uma elevada conversão alimentar. Porém, dietas com níveis de proteína superiores a exigência também apresentam alta conversão alimentar, uma vez que há um gasto extra de energia para a desaminação dos aminoácidos excedentes, o que aumenta consideravelmente o destino gliconeogênico e lipogênico destes aminoácidos. Desta forma, a utilização de proteínas em excesso na dieta não se torna desejável do ponto de vista econômico (Jobling, 1994) assim como o ambiental.

Geralmente, o aumento do nível de energia não proteica na dieta diminui as perdas de nitrogênio, assim como melhora a retenção de nitrogênio. Desta forma, o aumento de carboidratos ou lipídios na dieta leva a redução nas atividades da degradação dos aminoácidos no fígado, resultando em uma menor taxa de excreção de nitrogênio e, conseqüentemente, uma alta taxa de eficiência proteica (Shimeno et al., 1981). Este fato explica a melhor taxa de eficiência proteica para alevinos de acará severo quando alimentados com dietas com baixos teores de proteína. Estas rações eram as que apresentavam maiores quantidades de milho na ração, ou seja, as que contribuía com a maior fonte de carboidrato. Assim, as proteínas destas dietas foram direcionadas prioritariamente para promover a síntese proteica, sendo o carboidrato do milho utilizado como maior parte da energia, promovendo o efeito poupador de proteína.

Normalmente os índices hepatossomático e viscerossomático são inversamente proporcionais ao aumento dos níveis de proteína da dieta. Segundo Brown et al. (1992), a relação positiva entre os índices hepatossomático e viscerossomático reflete o acúmulo proporcional de energia no fígado (glicogênio e gordura) e cavidade abdominal (gordura). No entanto, o mesmo não ocorreu com os alevinos de acará severo, uma vez que, nesta fase desenvolvimento, quando alimentados com dietas com baixos níveis de proteína bruta, estes demonstraram apresentar maior acúmulo de gordura na carcaça.

No presente estudo, o lipídeo e a energia das dietas foram praticamente constantes, sendo o regime alimentar adotado no experimento o mesmo em todos os tratamentos. Desta forma, o aumento na deposição de lipídeo corporal nos peixes alimentados com dietas contendo menores níveis de proteína bruta, deve-se aos altos níveis de carboidratos destas dietas, uma vez que estes são depositados na forma de glicogênio hepático e muscular, e o seu excesso no organismo é convertido e armazenado na forma de gordura. Este comportamento se assemelha ao demonstrado por Abdel-Tawwab et al. (2010) em estudo com tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), no qual os peixes alimentados com dieta contendo 25% de proteína bruta apresentavam maiores teores de lipídeos em comparação com os peixes alimentados com dietas contendo 35 ou 45% de proteína bruta. Da mesma forma, em estudo com o “black bass” (*Micropterus salmoides*.), comprovou-se que os níveis mais baixos de deposição de lipídeo corporal foram observados nos peixes alimentados com dietas contendo 42% de proteína bruta (Cyrino et al., 2000).

As cinzas são os resíduos inorgânicos que permanecem após a queima da matéria orgânica, e que, geralmente fornecem apenas uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais (Moretto, 2008). Desta forma, foi evidente o maior teor de cinzas nos alevinos de acará severo alimentados com a dieta contendo 28% de PB, uma vez que estes peixes foram os que apresentaram as menores quantidades de proteína corporal.

Os menores teores de proteína na carcaça dos alevinos de acará severo alimentados com a dieta contendo 28% de PB deveu-se ao menor crescimento dos peixes submetidos a este tratamento, uma vez que nas fases iniciais de desenvolvimento, o maior ganho de peso é proveniente, em sua maior parte, do acúmulo de proteína corporal. Por outro lado, alevinos de acará severo alimentados com dieta contendo 44% de PB também apresentaram menor deposição de proteína na carcaça em comparação aos peixes alimentados com dieta contendo 40% de PB. Neste caso, o excedente de aminoácidos a partir de dietas ricas em proteínas não podem ser diretamente armazenados, sendo estes desaminados e convertidos em compostos energéticos (Stonte et al., 2003; Abdel-Tawwab et al., 2010) que são utilizados como fonte de energia ou depositados na forma de gordura.

Conclusão

Com base no desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e índices de condição corporal, estimam-se os níveis de 37,5% de PB a 43,54% de PB na dieta de alevinos de acará severo.

Referências

- ABDEL-TAWWAB, M.; AHMAD, M.H.; KHATTAB, Y.A.E.; SHALABY, A.M.E. Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v. 298, p. 267-274, 2010.
- ALISHAHI, M.; KARAMIFAR, M.; MESBAH, M.; ZAREI, M. Hemato-immunological responses of *Heros severus* fed diets supplemented with different levels of *Dunaliella salina*. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 40, n. 1, p. 57–65, 2013.
- ARZEL, J.; METAILLER, R.; LE GALL, P. Relationship between ration size and dietary protein level varying at the expense of carbohydrate and lipid in triploid brown trout fry, *Salmo trutta*. **Aquaculture**, v.162, p.259-268, 1998.
- BOSCOLO, W.R.; SIGNOR, A.; FREITAS, J.M.A.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Nutrição de Peixes Nativos. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.40, p.145-154,2011.
- BROWN, M.L.; NEMATIPOUR, G.R.; GATLIN, D.M. Dietary protein requirement of juvenile sunshine bass at different salinities. **The Progressive Fish-Culturist**, v.54, p.148–156, 1992.
- CARDOSO, R.S. E IGARASHI, M. A. Aspectos do agronegócio da produção de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. , Art#563, Abr4, 2009. **PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 3, p. 14, 2009.
- CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L.; MARTINO, R.C. Retenção de Proteína e Energia em Juvenis de "BLACK BASS" *Micropterus salmoides*.
- CHONG, A.S.C.; HASHIM, R.; ALI, A.B. Dietary protein requirements for discus (*Symphysodon* spp.). **Aquaculture Nutrition**, v.6, p.275-278, 2000.
- FIOGBÉ, E.D.; KESTEMONT, P. An assessment of the protein and amino acid requirement in goldfish (*Carassius auratus*) larvae. **Journal of Applied Ichthyology**, v.11, p.282–289, 1995.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C. et al. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1143-1149, 2001.

- GERSTNER, C. L.; ORTEGA, H.; SANCHEZ, H., GRAHAM, D. Effects of the freshwater aquarium trade on wild fish populations in differentially-fished areas of the Peruvian Amazon. **Journal of Fish Biology**, v. 68, p. 862–875, 2006.
- JOBLING, M. Production and growth. In: **Fish bioenergetics** 1ªEdição, p.147-154, 1994.
- LOCHMANN, R.T.; PHILLIPS, H. Dietary protein requirement of juvenile golden shiners (*Notemigonus crysoleucas*) and goldfish (*Carassius auratus*) in aquaria. **Aquaculture**, v.128, p.277-285, 1994.
- MEYER, G.; FRACALOSSO, D.M. Protein requirement of jundia fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, v.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 snapper, *Lutjanus campechanus* (Poey, 1860). **Aquaculture Research**, v. 36, n. 1, p. 52–60, 2005.
- MORETTO, E. **Introdução à ciência de alimentos**. 2.ed. Ampliada e revisada. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.
- PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A. Perspectives on ornamental fisheries in the upper Paraná. River floodplain, Brazil. **Fisheries Research**, v. 72, n. 1, p. 109–119, 2005.
- PIEDRAS, S.R.N., POUHEY, J.L.F., JUVÊNCIO, 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**, v. 10, n. 1, p. 97–101, 2004.
- RIBEIRO, F.A.S.; RODRIGUES, L.A.; FERNANDES, J.B.K. Desempenho de juvenis de Acará-Bandeira (*Pterophyllum scalare*) com diferentes níveis de proteína bruta na dieta. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 33, p.195-203, 2007.
- ROBERTS, R. J. **Nutrient requirements of fish 1993**. [s.l: s.n.]. v. 183.
- SAMPAIO, A.M.; KUBITZA, F.; CYRINO, J.E. Relação energia: proteína na nutrição do tucunaré. **Scientia Agricola**, v. 57, p. 213-219, 2000.
- SHIMENO, S.; TAKEDA, M.; TAKAYAMA, S., SASAKI, H. Response of nitrogen excretion to change of dietary composition in carp. **Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish**, v.47, p. 191-195, 1981.

SOUTO, C.N.; LEMOS, M.V.A.; MARTINS, G.P.; ARAÚJO, J.G.; LOPES, K.L.A.M.; GRUIMARÃES, G. P. Relação proteína/energia em dietas para kinguio (*Carassius auratus*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 37, p. 550-558, 2013.

VERAS, G.C.V.; SALARO, A.L.; ZUANON, J.A.S.; CARNEIRO, A.P.S.; CAMPELO, D.A.V.; MURGAS, L.D.S. Growth performance and body composition of giant trahira fingerlings fed diets with different protein and energy levels. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p. 1021-1027, 2010.

VERAS, G.C.; PAIXÃO, D.J.M.R.; BRABO, M.F.; SOARES, L.M.O.; SALES, A.D. Influence of photoperiod on growth, uniformity, and survival of larvae of the Amazonian ornamental *Heros severus* (Heckel, 1840). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45, p.422-426, 2016.

WILSON, R.P. Amino Acids and Proteins. in: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Ed.3). **Fish nutrition**, n.3, p.144-179, 2002.

SHUENN-DER YANG.; LIOU, C.H.; LIU, F.G. Effects of dietary protein level on growth performance, carcass composition and ammonia excretion in juvenile silver perch (*Bidyanus bidyanus*). **Aquaculture**, v.213, p.363-372, 2002.

ZUANON, J.A.S.; SALARO, A.L.; BALBINO, E.M.; SARAIVA, A.; QUADROS, M.; FONTANARI, R.L. Níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de acará-bandeira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, p.18893-1896, 2006.

ZUANON, J. A. S.; CARNEIRO, A.P.S.; NASCIMENTO, L.S.; SILVA, D.A.; PONTES, M.D.; KANASHIRO, M.Y.; SALARIO, A.L. Protein requirement for *Trichogaster lalius*, blue variety. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 2, p. 144–147, 2013.

CAPÍTULO II

Artigo segundo as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA BRUTA PARA JUVENIS DE ACARÁ SEVERO *Heros severus* (HECKEL, 1840)

Jonathan Alves de Sousa⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal do Pará (UFPA). Alameda Leandro Ribeiro s/n, 68.600-000, Bragança, Pará, Brasil. E-mail: jonathache@gmail.com

RESUMO – Realizou-se um experimento com o objetivo de determinar a exigência de proteína bruta (PB) na dieta de juvenis de acará severo (*Heros severus*). No estudo testou-se cinco dietas isoenergéticas (3.200 kcal de ED/ kg) contendo cinco níveis de PB (28, 32, 36, 40 e 44%). Um total de 100 peixes foi distribuído aleatoriamente em 20 aquários com volume útil de 50 L, em um delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo o aquário a unidade experimental. Durante 105 dias, os juvenis foram alimentados a uma taxa de 10 % do peso vivo, duas vezes ao dia. Não houve efeito significativo dos níveis de proteína da dieta sobre a sobrevivência dos peixes ($P>0,05$). Foi observado efeito quadrático ($P<0,05$) do ganho de peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar, taxa de eficiência proteica e índice hepatossomático com o aumento dos níveis de proteína bruta da dieta, estimando-se valores de 37,03; 37,20; 35,13; 35,85; 38,78% de PB, respectivamente. O consumo de ração apresentou aumento linear ($P<0,05$) com o aumento dos níveis de proteína da dieta. Houve um decréscimo linear ($P<0,05$) do índice viscerossomático com os níveis crescentes de proteína da dieta. A glicemia e o hematócrito apresentaram menores valores ($P<0,05$) nos peixes que receberam dieta com o menor teor de proteína. Com base no desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e índices de condição corporal de juvenis de acará severo, estima-se os níveis de 35,13 a 37,20% de PB. **Palavras – chave:** alimentação, exigência nutricional, nutrição, peixe ornamental

CRUDE PROTEIN REQUIREMENT FOR JUVENILE SEVERUM *Heros severus* (HECKEL, 1840)

ABSTRACT- It was conducted an experiment in order to determine the demand for crude protein (CP) in juvenile diet severum (*Heros severus*). In the study was test five isocaloric diets (3,200 kcal DE / kg) with five levels of CP (28, 32, 36, 40 and 44%). A total of 100 fish were randomly distributed in 20 aquariums with a volume of 50 L, in a completely randomized design with five treatments and four replications, and the aquarium the experimental unit. During 105 days, the juveniles were fed at a rate of 10% of body weight twice a day. There wasn't significant effect of dietary protein levels on fish survival ($P>0.05$). The quadratic effect was observed ($P<0.05$) weight gain, specific growth rate, feed conversion rate and protein efficiency hepatosomatic index with increasing levels of crude protein diet, estimating values 37.03 ; 37.20; 35.13; 35.85; 38.78% CP, respectively. The feed intake showed a linear increase ($P<0.05$) with increased levels of dietary protein. There was a linear decrease ($P<0.05$) viscerossomatic rate with increasing levels of dietary protein. Blood glucose and hematocrit showed lower values ($P<0.05$) in fish fed diet with lower protein content. Based on performance, nutrient utilization efficiency and body condition indices of juvenile severum it is estimated levels from 35.13 to 37.20 % CP.

Keyword: food, nutritional requirements, nutrition, ornamental fish

INTRODUÇÃO

A aquicultura é a prática de criar ou cultivar de forma controlada organismos aquáticos, tais como peixes, moluscos e plantas, de água doce ou salgada. É uma prática muito antiga e difundida em todo o mundo, e que se divide em dois segmentos: cultivo direcionado a alimentação humana ou animal e o cultivo para fins ornamentais (Cardoso 2011).

Desde a década de 90, a aquicultura ornamental vem crescendo devido ao desenvolvimento de tecnologias pontuais, tais como aquecedores, controladores de temperatura, filtros biológicos e mecânicos, dentre outras. Além disso, técnicas de coletas e transporte mais sofisticadas possibilitaram ao aquarista acesso a uma grande diversidade de espécies de peixes, tendo com isso uma grande contribuição nas exportações mundiais (Watson & Shireman, 1996), chegando a movimentar cerca de US\$ 255 milhões em 2006, o que representa um aumento de 55,21% em relação ao ano de 2002 (Cardoso & Igarashi. 2009). Com o avanço da atividade, muitos países vêm aumentando o investimento na cadeia produtiva comercial das espécies, como os Estados Unidos, Japão e Cingapura, sendo os principais países consumidores nesta área (Lima 2003; Cardoso & Igarashi. 2009).

No mercado ornamental da América do sul, os principais produtores são Colômbia, Peru e Brasil, sendo o território brasileiro o que tem maior potencial, tanto territorial, quanto hídrico, o que favorece a produção de diversas espécies com potencial ao mercado ornamental. No Brasil, a maioria das espécies de peixes ornamentais é originária da região Amazônica (Pelicice & Agostinho, 2005). No entanto, estudos vêm demonstrando uma diminuição da diversidade das espécies capturadas nestes locais, o que tem ocasionado uma queda no número de exportações, devido à pressões internacionais pelo fim da pesca predatória (Gerstner *et al.* 2006). Com isso, é crescente o interesse em cultivar peixes ornamentais no cenário mundial, pois a atividade possibilita a utilização de pequenas áreas para implementação do cultivo, o que representa menores custos com instalações (Zuanon *et al.* 2013).

Dentre a diversidade da ictiofauna ornamental Amazônica, encontra-se o acará severo (*Heros severus*). Este apresenta um grande potencial na aquariofilia devido sua coloração exuberante, com predominância do verde oliva com tons de amarelo e vermelho brilhante; reprodução relativamente fácil; e boa adaptação ao cultivo em cativeiro. No ambiente natural está associado a áreas altamente vegetadas, alimentando-se de pequenos invertebrados e material vegetal (Alishahi *et al.* 2013; Veras *et al.*, 2016). No entanto, ainda são desconhecidas as exigências nutricionais para a espécie, principalmente quanto ao requerimento de proteína.

A proteína é um dos nutrientes mais importantes de uma ração, uma vez que é o componente mais oneroso e afeta diretamente o crescimento dos peixes (Miller *et al.* 2005). O fornecimento de rações com deficiência proteica, ou com um balanço inadequado de aminoácidos, podem resultar em aumento da conversão alimentar e diminuição do crescimento em função da mobilização da proteína de alguns tecidos para a manutenção das funções vitais (NRC 1993; Wilson 2002). Por outro lado, o excesso de proteína na ração promove um aumento na excreção de compostos nitrogenados, contribuindo potencialmente com o impacto dos efluentes no sistema de produção (Miller *et al.* 2005).

Dessa forma, a determinação da exigência de proteína na dieta torna-se importante para a maximização do crescimento, melhora da eficiência de utilização deste nutriente, assim como reduz o impacto ambiental e os custos com alimentação. Portanto, com a realização deste experimento, objetivou-se avaliar a exigência de proteína bruta em dietas para juvenis de acará severo.

MATERIAL E MÉTODOS

Local

O experimento foi realizado no Laboratório de Peixes Ornamentais da Faculdade de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Pará, *Campus* de Bragança – PA, por um período de 105 dias.

Rações experimentais

Para realização do experimento, cinco dietas experimentais isoenergéticas, com 3200 kcal de ED/ kg de ração, foram preparadas para conter níveis de proteína bruta (PB) de 28%, 32%, 36%, 40% e 44% (Tabela 1).

As dietas foram formuladas para atender as exigências de energia e aminoácidos essenciais para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), de acordo com a tabela brasileira para nutrição de tilápias, proposta por Furuya (2010). A avaliação da composição química dos ingredientes, dietas experimentais e composição corporal (proteína, lipídio, umidade e matéria mineral) foram realizadas no Laboratório de Tecnologia do Pescado da Faculdade de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Pará, *Campus* de Bragança. Após a formulação das dietas experimentais, os ingredientes foram finamente moídos, misturados, umedecidos com água a 50°C e processados em moedor elétrico. Em seguida, por um período de 24 horas, as dietas foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, trituradas e peneiradas para obtenção de peletes compatíveis com a fase de desenvolvimento da espécie.

Tabela 1 – Composição dos ingredientes e química das dietas experimentais

Ingredientes (%)	28%	32%	36%	40%	44%
Farelo de soja	24,50	34,70	45,35	56,20	68,20
Farinha de peixe	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Farinha de carne	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Fubá de milho	42,22	31,99	21,13	9,75	3,37
Farelo de trigo	10,00	10,00	10,00	10,00	4,00
Óleo de soja	1,30	1,65	2,00	2,55	2,90
Fosfato bicálcico	0,30	0,30	0,25	0,25	0,30
Acetato de α -tocoferol ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix vit./min. ²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
BHT ³	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
L-Lisina	0,38	0,08	0,00	0,00	0,00

DL-Metionina	0,18	0,16	0,15	0,13	0,11
Composição química					
Proteína bruta (%)	28,15	32,01	36,01	40,07	44,11
Energia digestível (kcal/ kg)	3200,35	3203,75	3200,04	3202,43	3201,09
Extrato etéreo (%)	5,55	5,64	5,71	5,95	6,07
Fibra bruta (%)	3,29	3,69	4,11	4,53	4,58

¹Aceto de α -tocoferol: vitamina E (50% de atividade de vitamina E/ g)

²Premix vitamínico e mineral: vitamina A – 360.000 UI; vitamina D3 – 60.000 UI; vitamina E – 0 mg; vitamina K₃ – 2.400 mg; vitamina B₁ – 4.800 mg; vitamina B₂ – 4.800 mg; vitamina B₆ – 4.000 mg; vitamina B₁₂ – 4.800 mcg; vitamina C 48.000 mg; niacina – 24.000 mg; ácido pantotênico – 12.000 mg; ácido fólico – 1.200 mg; biotina – 48 mg; colina 65 g; magnésio – 4.000 mg; zinco – 6.000 mg; ferro – 10 g; cobre – 6.000 mg; cobalto – 2 mg; iodo – 20 mg; selênio – 20 mg.

³Butil hidroxi toluento (antioxidante)

Delineamento e condições experimentais

Um total de 100 juvenis com comprimento $50,03 \pm 12,05$ mm e peso médio $2,30 \pm 0,55$ g da espécie acará severo (*Heros severus*) foi distribuído aleatoriamente em 20 aquários de 60L (volume útil de 50L) em um delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos (28%, 32%, 36%, 40% e 44% de PB) e quatro repetições, sendo o aquário a unidade experimental. Todos os aquários foram munidos de filtros biológicos individualizados, aeração, temperatura constante e fotoperíodo de 12L:12E.

Durante 105 dias, os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, as 8 e 16 h, com uma taxa de 3% do peso vivo. Três vezes por semana, 30 minutos após a última alimentação, os aquários foram sifonados em aproximadamente 20% do volume útil para retirada de fezes. Logo em seguida, igual volume sifonado era repostado até completar 50L por aquário. Para a realização da correção do fornecimento de ração, biometrias foram realizadas em intervalos de 15 dias.

Qualidade de água

As variáveis de qualidade de água como temperatura ($27,80 \pm 0,35$ °C) e oxigênio dissolvido ($7,86 \pm 0,15$ mg/ L⁻¹) foram monitoradas três vezes por semana com auxílio de oxímetro portátil (Lutron, DO-5510, Taiwan). Já os valores de pH ($6,05 \pm 0,10$) e a amônia total ($0,42 \pm 0,01$ mg.L⁻¹) foram obtidos com a utilização de multiparâmetro de bancada

(Hanna Instruments, HI 3512, Romênia) sendo monitorados três vezes por semana e quinzenalmente, respectivamente.

Variáveis avaliadas

Ao final do período experimental, os juvenis de cada tratamento foram mantidos em jejum de 24 horas e, em seguida, foram contados, medidos com paquímetro e pesados em balança de precisão (0,0001g) para obtenção das seguintes variáveis:

- Taxa de sobrevivência (TS):

$$TS (\%) = (\text{número final de peixes} / \text{número inicial de peixes}) \times 100;$$

- Ganho de peso:

$$GP (g) = \text{peso final} - \text{peso inicial};$$

- Ganho de comprimento (GC):

$$GC (cm) = \text{comprimento final} - \text{comprimento inicial};$$

- Taxa de crescimento específico (TCE):

$$TCE (\% \cdot \text{dia}^{-1}) = (\ln \text{peso final} - \ln \text{peso inicial} / \text{número de dias de experimento}) \times 100$$

- Consumo médio de ração diário (CR.dia⁻¹):

$$CR \cdot \text{dia}^{-1} (g \cdot \text{dia}^{-1}) = \text{consumo de ração} / \text{número de dias de experimento};$$

- Conversão alimentar (CA):

$$CA = \text{consumo de ração} / \text{ganho de peso}$$

- Taxa de eficiência proteica (TEP):

$$TEP = \text{ganho de peso} / \text{consumo de proteína}$$

Após biometria final, os peixes foram individualmente eutanasiados por choque térmico em água com gelo. Em seguida, os juvenis foram eviscerados, sendo separados o fígado, as vísceras e a carcaça, os quais foram pesados individualmente para a obtenção dos seguintes índices:

- Índice hepatossomático (IHS):

$$IHS (\%) = (\text{peso do fígado} / \text{peso final do peixe}) \times 100;$$

- Índice viscerossomático (IVS):

$$\text{IVS (\%)} = (\text{peso das vísceras} / \text{peso final do peixe}) \times 100$$

- Rendimento de carcaça (RC):

$$\text{RC (\%)} = (\text{peso do peixe eviscerado} / \text{peso final do peixe}) \times 100.$$

A retirada da amostra sanguínea foi realizada por punção do vaso caudal com o auxílio de agulhas e seringas de 1 mL previamente umedecidas com EDTA a 10%. Cada amostra de sangue foi transferida para microtubos de 1,5 ml devidamente etiquetados que foram armazenados em refrigeração (8 °C) para futuras análises.

Logo em seguida, com uma alíquota de 10µL, foi determinada a glicemia (mg/ dL) utilizando-se o medidor automático (Acon® modelo On Call Plus). O hematócrito (%) foi determinada através do método de microhematócrito em centrífuga (Quimis® modelo Q222H) a 12 mil rpm por 5 min.

Através do plasma obtido pela centrifugação, foi determinado o valor de proteína plasmática total (g/ dL), utilizando-se para isso o refratômetro Quimis®.

A taxa de hemoglobina total (g/ dL) foi determinada em espectrofotômetro (Bioespectra® modelo SP22) com leitura em comprimento de onda de 540nm utilizando o reagente de Drabkin.

A contagem de eritrócitos (número/ µL de sangue) foi realizada em câmara de Neubauer, com auxílio de um microscópio de luz.

Com os resultados da taxa de hemoglobina (Hb), do número total de eritrócitos (Er) e do hematócrito (Ht) foram calculados os índices hematimétricos absolutos:

- Volume corpuscular médio: $\text{VCM (fL)} = (\text{Ht} \times 10) / \text{Er}$
- Hemoglobina Corpuscular Média: $\text{HCM (}\mu\text{g)} = (\text{Hb} \times 10) / \text{Er}$
- Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média: $\text{CHCM (g/dL)} = (\text{Hb} \times 100) / \text{Ht}$

Para as análises da composição química corporal, os peixes (corpo inteiro sem as vísceras), de cada tratamento, foram liofilizados e triturados em moinho de facas. As

determinações foram feitas em duplicatas, segundo a metodologia da Association of Analytical Chemists (AOAC 1997) para umidade, cinzas, lipídeos e proteína.

O teor de umidade foi estimado por secagem em estufa regulada a 105 °C por 24 horas. O teor de cinzas foi obtido por incineração da amostra, em mufla a 550 °C por 6 horas, até obtenção de peso constante. O teor de proteína bruta foi obtido através do método Kjeldahl, usando o fator de conversão de 6,25 de N total para proteínas totais. A determinação dos lipídeos totais foi realizada por meio do Método Soxhlet modificado (sortex), de extração a quente (60 °C), utilizando o solvente éter de petróleo.

Análise estatística

Para análise estatística, utilizou-se o programa SISVAR 4.3. Os resultados foram submetidos a uma análise de variância ANOVA e, em caso de significância ($P < 0,05$), os dados foram submetidos à análise de regressão para verificar a influência da concentração de proteína bruta sobre as variáveis avaliadas. Para a escolha do modelo de regressão foi considerada a significância dos coeficientes de regressão, os valores dos coeficientes de determinação, assim como o comportamento das variáveis em estudo. As variáveis hematológicas, em caso de significância ($P < 0,05$), foram submetidas a um teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS

Em relação ao desempenho, não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de proteína bruta da dieta sobre a sobrevivência e o ganho de comprimento de juvenis de acará severo. No entanto, houve efeito significativo ($P < 0,05$) dos níveis de proteína bruta da dieta sobre o ganho de peso, taxa de crescimento específico, consumo médio de ração diário, conversão alimentar, e taxa de eficiência proteica.

Foi observado efeito quadrático ($Y = - 0,0258X^2 + 1,9108X - 23,967$; $R^2 = 0,94$) do ganho de peso com o aumento dos níveis de proteína bruta da dieta, estimando-se valor de 37,03% de proteína bruta, para o valor máximo (11,40 g) dessa variável (Figura 1).

Houve efeito quadrático ($Y = -0,0022X^2 + 0,1637X - 1,2334$; $R^2 = 0,73$) da taxa de crescimento específico com o aumento dos níveis de proteína bruta da dieta, estimando-se valor de 37,20% de proteína bruta para o valor máximo (1,84%/ dia) dessa variável (Figura 2).

Observou-se aumento linear ($Y = 0,1233X + 13,179$; $R^2 = 0,67$) do consumo médio de ração diário com o aumento dos níveis de proteína bruta da dieta (Figura 3).

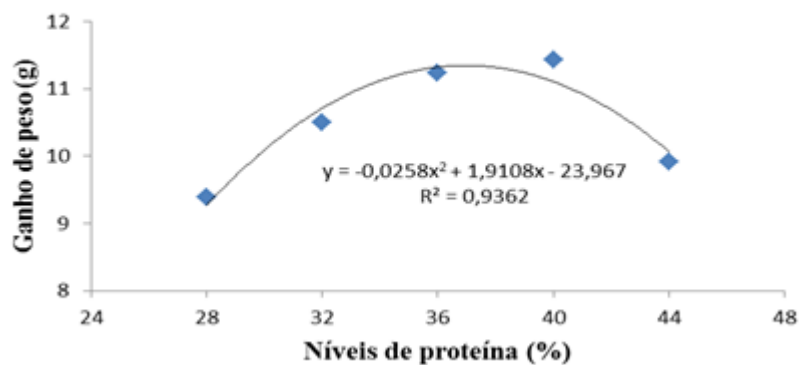


Figura 1 – Ganho de peso (g) de juvenis de acará severo *Heros severus* alimentados com rações contendo níveis crescentes de proteína bruta. $P < 0,05$. $n = 20$.

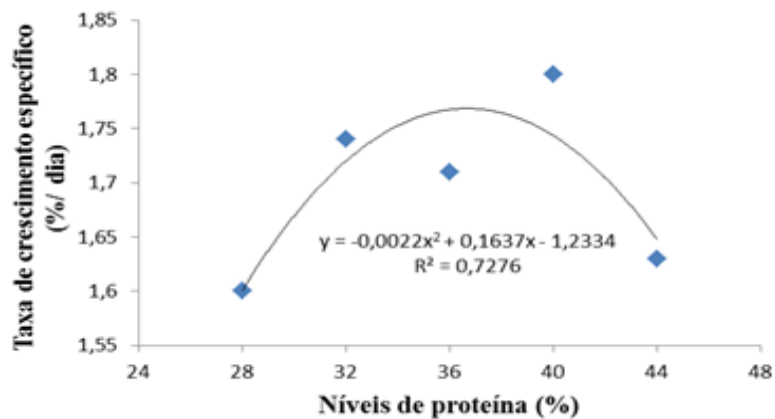


Figura 2 – Taxa de crescimento específico de juvenis de acará severo *Heros severus* alimentados com rações contendo níveis crescentes de proteína bruta. $P < 0,05$. $n = 20$.

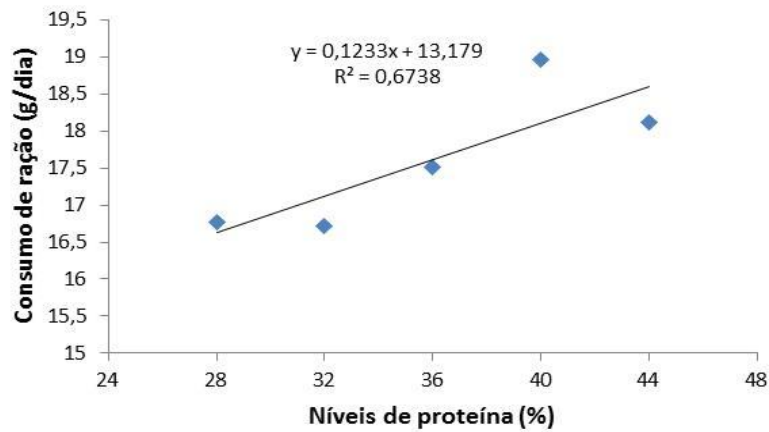


Figura 3 – Consumo de ração diário (g/ dia) de juvenis de acará severo *Heros severus* alimentados com rações contendo níveis crescentes de proteína bruta. $P < 0,05$. $n = 20$.

A conversão alimentar apresentou efeito quadrático ($Y = 0,0038X^2 - 0,267X + 6,328$; $R^2 = 0,98$) com o aumento dos níveis de proteína bruta da dieta, estimando-se o valor de 35,13% de proteína bruta, para o valor mínimo (1,63) desta variável (Figura 4).

Foi observado e efeito quadrático ($Y = - 0,0047X^2 + 0,3337X - 3,658$; $R^2 = 0,97$) da taxa de eficiência proteica com o aumento dos níveis de proteína bruta da dieta, estimando-se valor de 35,85% de proteína bruta para o valor máximo (2,40) desta variável (Figura 5).

Não foi observado efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de proteína bruta sobre o rendimento de carcaça. No entanto, os níveis crescentes de proteína bruta da dieta influenciaram significativamente ($P < 0,05$) os índices viscerossomático e hepatossomático.

Observou-se efeito quadrático ($Y = 0,0058X^2 - 0,4499X + 10,118$; $R^2 = 0,81$) do índice hepatossomático com o aumento dos níveis de proteína bruta da dieta, estimando-se um valor de 38,78 para o valor mínimo (1,39%) desta variável (Figura 6).

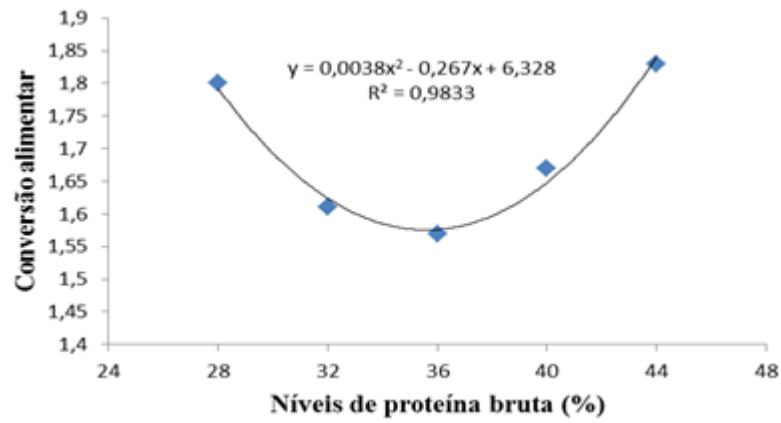


Figura 4 – Conversão alimentar de juvenis de acará severo *Heros severus* alimentados com rações contendo níveis crescentes de proteína bruta. $P < 0,05$. $n = 20$.

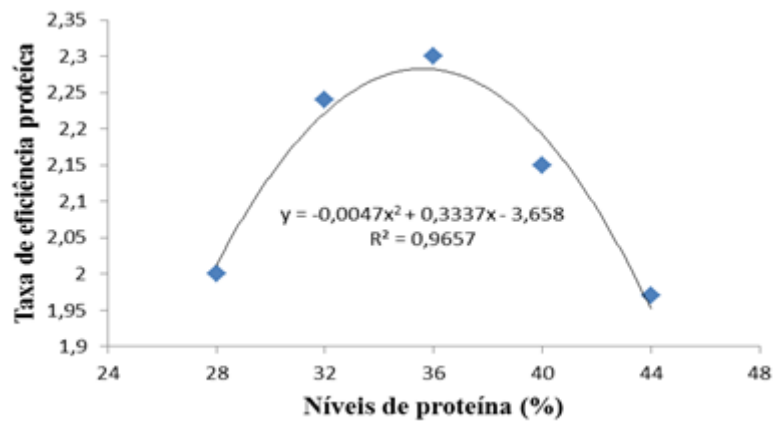


Figura 5 – Taxa de eficiência proteica de juvenis de acará severo *Heros severus* alimentados com rações com níveis crescentes de proteína bruta. $P < 0,05$. $n = 20$.

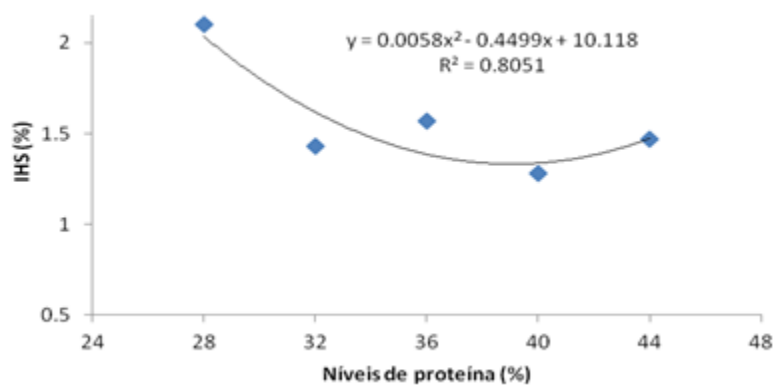


Figura 6 – Índice hepatossomático de juvenis de acará severo *Heros severus* alimentados com rações com níveis crescentes de proteína bruta. $P < 0,05$. $n = 20$.

O índice viscerossomático demonstrou um decréscimo linear ($Y = - 0,0913X + 8,919$; $R^2 = 0,91$) com o aumento dos níveis de proteína bruta da dieta (Figura 7).

Em relação às variáveis de composição corporal dos juvenis de acará severo, não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis crescentes de proteína da dieta sobre a umidade, cinzas e proteína da carcaça. No entanto, os níveis de proteína da dieta influenciaram significativamente ($P<0,05$) os níveis de lipídeo corporal dos juvenis de acará severo, demonstrando efeito quadrático ($Y = -0,0617x^2 + 4,2876x - 54,69$; $R^2 = 0,98$) com o aumento dos níveis de proteína bruta na dieta. Observou-se o valor de 34,74 % de PB, para o valor máximo (19,80 %) desta variável (figura 8).

Em relação às variáveis hematológicas e fisiológicas, não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de proteína bruta da dieta sobre a hemoglobina, o número de eritrócitos e os índices hematimétricos (VCM, HCM e CHCM). No entanto, houve efeito significativo ($P<0,05$) dos níveis de proteína bruta da dieta sobre o hematócrito e a glicose sanguínea dos juvenis de acará severo. Os peixes alimentados com dietas contendo o menor nível de proteína bruta (28%) apresentaram menor hematócrito. Por outro lado, juvenis de acará severo alimentados com dieta contendo 44% de proteína bruta demonstraram menores níveis de glicose sanguínea (Tabela 1).

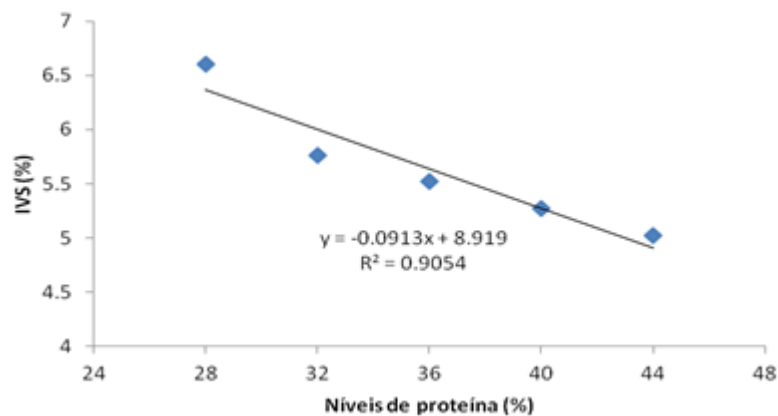


Figura 7 – Índice viscerossomático de juvenis de acará severo *Heros severus* alimentados com rações com níveis crescentes de proteína bruta. $P<0,05$. $n=20$.

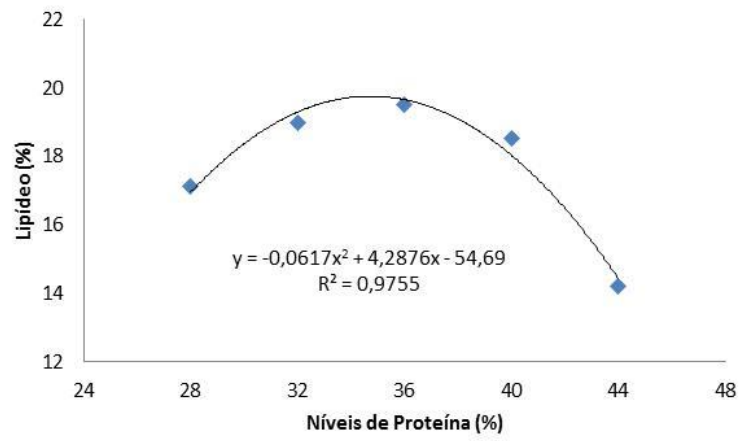


Figura 8 – Lipídeo corporal de juvenis de acará severo *Heros severus* alimentados com rações contendo níveis crescentes de proteína bruta. $P < 0,05$. $n = 20$.

Tabela 1. Média \pm DP da variáveis número de eritrócitos (Er), hemoglobina (Hb), hematócrito (Ht), glicose (Gl), proteínas totais (Pt), volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM).

Variáveis	Níveis de Proteína (%)					CV (%)	P
	28	32	36	40	44		
Er ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	1,84 \pm 0,18a	1,94 \pm 0,55a	1,90 \pm 0,10a	1,78 \pm 0,38a	1,66 \pm 0,12a	17,42	0,7575
Hb (g/L)	0,92 \pm 0,28a	1,18 \pm 0,59a	1,17 \pm 0,53a	1,29 \pm 0,33a	1,21 \pm 0,40a	38,11	0,8165
Ht (%)	20,42 \pm 2,11a	24,21 \pm 3,30ab	27,08 \pm 1,77b	25,00 \pm 3,73ab	23,63 \pm 2,96ab	11,92	0,0609
Gl (mg/dL)	38,83 \pm 6,97ab	39,67 \pm 3,83b	37,42 \pm 3,93ab	32,17 \pm 2,27ab	29,75 \pm 4,36a	12,76	0,0273
Pt (g/L)	6,43 \pm 0,12a	6,28 \pm 0,20a	6,29 \pm 0,06a	6,13 \pm 0,13b	6,28 \pm 0,21a	2,45	0,1466
VCM	111,35 \pm 14,57a	137,66 \pm 64,86a	142,35 \pm 5,51a	146,23 \pm 39,78a	142,72 \pm 14,19a	25,99	0,6472
HCM	5,13 \pm 1,87a	6,11 \pm 3,10a	6,09 \pm 2,58a	7,55 \pm 3,06a	7,30 \pm 2,61a	41,64	0,7055
CHCM	4,57 \pm 1,59a	5,07 \pm 2,64a	4,32 \pm 1,93a	5,32 \pm 1,85a	5,18 \pm 1,81a	40,79	0,9431

Médias \pm DP seguidas por mesma letra não se distinguem significativamente pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

DISCUSSÃO

O aumento dos níveis de proteína bruta na dieta afetou notoriamente o crescimento de juvenis de acará severo. Resultado similar ao do presente estudo ocorreu com juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) onde o melhor crescimento foi alcançado com dietas contendo 35% de proteína bruta na dieta (Abdel-Tawwab et al. 2010). Já estudos com juvenis de acará bandeira (*Pterophyllum scalare*), os melhores índices de ganho de peso e taxa de crescimento específico, foram estimados com dietas contendo 26 % de proteína bruta na dieta (Zuanon et al. 2009). Para juvenis de apaiari (*Astronotus ocellatus*), o nível de 32% de proteína bruta na dieta demonstrou os melhores resultados de crescimento. No entanto, novos estudos precisam ser realizados uma vez que o nível de 32% de proteína bruta foi o maior testado, não podendo afirmar que este nível seria a exigência para espécie nesta fase de desenvolvimento. Comportamento similar ao do estudo com apaiari ocorreu em pesquisas com juvenis de pirarucu *Arapaima gigas* (Ituassú et al. 2005) e alevinos de trairão *Hoplias lacerdae* (Veras et al. 2010), que apresentaram maior crescimento quando alimentados com dietas contendo os maiores níveis de proteína bruta, 48,6 e 47%, respectivamente.

A fase de desenvolvimento e o hábito alimentar estão intimamente ligados à alta exigência de proteína na dieta. Desta forma, alevinos e ou peixes carnívoros necessitam de altos níveis de proteína na sua dieta em comparação com peixes adultos e ou herbívoros, uma vez que a proteína representa a principal fonte energética de peixes em desenvolvimento inicial e para os peixes carnívoros (Meyer & Fracalossi 2004; Veras et al. 2010).

O maior consumo diário médio foi estimado para os peixes que foram alimentados com dietas que proporcionaram o melhor crescimento. Geralmente, quanto maior o tamanho do peixe, mais elevada é a sua capacidade de armazenar o alimento,

uma vez que possuem maior estômago e extensão do trato gastrointestinal. No entanto, não necessariamente o alto consumo de ração implica em uma pior conversão alimentar. A alta conversão alimentar dos juvenis alimentados com os menores níveis de proteína deve-se ao fato dos peixes precisarem ingerir mais ração para tentarem atender as suas exigências em proteína (Sampaio et al. 2000). Como estas dietas provavelmente não continham o balanço adequado de aminoácidos, a síntese proteica não ocorre de forma eficiente, acarretando em um menor crescimento e corroborando para uma elevada conversão alimentar. Por outro lado, juvenis alimentados com dietas contendo níveis de proteína superiores a exigência, também apresentam alta conversão alimentar, uma vez que há um gasto extra de energia para a desaminação dos aminoácidos excedentes, o que aumenta consideravelmente devido ao destino gliconeogênico e lipogênico destes aminoácidos. Assim a utilização de altos níveis de proteína na dieta acaba sendo inviáveis, tanto de forma econômica (Jobling 1994), quanto ambiental, uma vez que aumenta a excreção de compostos nitrogenados no ambiente.

Comumente, quando se aumenta o nível de energia não proteica na dieta, reduzem-se as perdas de nitrogênio, o que promove uma melhor retenção de proteína. Portanto, o aumento de carboidratos ou lipídios na dieta leva a redução nas atividades da degradação dos aminoácidos no fígado, o que resulta em uma menor taxa de excreção de nitrogênio e, conseqüentemente, uma alta taxa de eficiência proteica (Shimeno et al. 1981). Até o nível de 35,85% de proteína bruta, os juvenis de acará severo apresentaram um aumento da taxa de eficiência proteica com o aumento dos níveis de proteína da dieta. Resultado similar foi demonstrado com juvenis de colisa azul *Trichogaster lalius*, no qual a taxa de eficiência proteica foi diretamente proporcional ao aumento dos níveis de proteína bruta da dieta (Zuanon et al. 2013). Com o aumento a partir do nível de 35,85% de proteína bruta na dieta, houve um

decréscimo da taxa de eficiência proteica. Este efeito ocorreu, pois apesar do maior ganho de peso proporcionado pelas dietas com os maiores níveis de proteína bruta, nestas condições, os juvenis também apresentaram um maior consumo de proteína, o que conseqüentemente levou a uma menor taxa de eficiência proteica. Desta forma o excesso de proteína consumida na dieta pode ter levado também a deaminação dos aminoácidos excedentes, utilizando estes como componentes energéticos. Nestas condições, há um aumento na excreção de compostos nitrogenados, havendo uma relação direta entre os níveis de proteína bruta da dieta e a excreção de amônia.

Alguns estudos têm demonstrado que o índice hepatossomático apresenta efeito inverso aos níveis de proteína bruta da dieta (Yang et al. 2002; Hatlen et al. 2005; Fabregat et al. 2006). No presente estudo, o mesmo efeito foi verificado nos juvenis de acará severo quando foram alimentados com níveis crescentes de proteína na dieta até o nível estimado de 38,78%. Este resultado pode ocorrer uma vez que as dietas com menores níveis de proteína apresentam concentrações mais altas de carboidratos em sua composição, sendo o excesso deste carboidrato, na forma de glicose, depositado para a formação do glicogênio no fígado. Já para juvenis de sea bass *Dicentrarchus labrax*, Hidalgo & Alliot (1988) constataram, além do aumento do índice hepatossomático, também o aumento do glicogênio hepático nos peixes alimentados com níveis crescentes de carboidratos na dieta. No entanto, no presente estudo, níveis de proteína na dieta superiores a 38,78% apresentaram um aumento do índice hepatossomático. Neste caso, em excesso na dieta, os aminoácidos podem ser direcionados para a síntese de glicose e armazenados na forma de glicogênio (gliconeogênese), ou ainda encaminhados para a deposição na forma de gordura (lipogênese) no fígado (Peres et al. 2008), tecido intramuscular, subcutâneo e vísceras (Mohanta et al. 2009; Signor et al. 2010).

Da mesma forma do que o índice hepatossomático, estudo com perca prateada *Bidyanus bidyanus* demonstrou um efeito inverso entre o índice viscerossomático e os níveis de proteína bruta da dieta, ou seja, diretamente proporcional com os níveis de carboidratos dietéticos (Yang et al. 2002). Comportamento similar foi observado no presente estudo com os juvenis de acará severo. No entanto, em estudos com o bagre do canal *Ictalurus punctatus* (Gaylord & Gatlin III 2001) e apaiari (Fabregat et al. 2006) não se evidenciou o efeito dos níveis crescentes de proteína bruta na dieta sobre o índice viscerossomático, assim como deposição de gordura no músculo e no fígado.

No presente trabalho, a deposição de gordura na carcaça aumentou gradativamente nos peixes que foram alimentados com as rações de 28, 32 e 36% de PB apesar dos níveis de carboidratos serem inversamente proporcional aos níveis crescentes de proteína das dietas. No entanto, o IVS foi inversamente proporcional aos níveis de proteína bruta da dieta, ou seja, foi mais alto nas dietas com baixos níveis de proteína e elevados teores de carboidratos. Nestas condições, provavelmente, os peixes alimentados com os maiores níveis de carboidratos depositaram mais gordura nas vísceras do que na carcaça, o que explica o menor nível de gordura corporal nestes peixes. A partir do nível estimado (34,74% de PB), constatou-se uma diminuição do lipídeo corporal com aumento dos níveis de proteína bruta na dieta. Resultado similar foi demonstrados em estudos com tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Abdel-Tawwab et al. 2010), “black bass” *Micropterus salmoides* (Cyrino et al. 2000) e perca prateada (Shuenn-Der Yang et al. 2002), nos quais foram observados diminuições do lipídeo corporal com o aumento dos níveis de proteína bruta da dieta. Nestas condições, os peixes alimentados com dietas com maiores teores de proteína utilizam a energia não proteica como fonte de energia e priorizam a proteína de dieta para deposição na musculatura. Por outro lado, baixos níveis de proteína na dieta promovem um

desbalanço entre os aminoácidos, o que levam estes componentes a seguirem rotas glicogênicas ou lipogênicas, dependendo da natureza do aminoácido.

Apesar de não ter sido constatada alteração no número de eritrócitos dos juvenis de acará severo alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína, o hematócrito, ou seja, o percentual de células vermelhas no sangue em relação à quantidade de leucócitos, trombócitos e plasma sanguíneo, demonstrou o menor valor nos peixes alimentados com a dieta contendo o nível de proteína bruta mais baixo (28%). De acordo com Harvey (1997), uma deficiência de aminoácidos na alimentação pode reduzir a eritropoiese e a concentração de hemoglobina, o que pode ocasionar um quadro de anemia. No entanto, não se constatou alteração nos valores de hemoglobina dos juvenis de acará severo alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta. Estudos com jundiá (Camargo et al. 2005), pacu (Bicudo et al. 2009) e tilápia do Nilo (Abdel-Tawwab et al. 2010) também demonstraram aumento do hematócrito quando estes peixes foram alimentados com dietas com maiores teores de proteína. Segundo Camargo et al. (2005), a deficiência deste nutriente pode afetar as proteínas constituintes da membrana das células e, conseqüentemente, a produção eritrócitos, o que resultaria na diminuição do hematócrito.

É de amplo conhecimento que a glicose é essencial em animais superiores para o funcionamento dos tecidos, possuindo estes animais a habilidade de manter a concentração de glicose sanguínea em níveis constantes (Plisetskaya & Kuz'mina 1971; Hertz et al. 1989). No presente estudo, a concentração de glicose sanguínea dos juvenis de acará severo foi menor na dieta com o maior nível de proteína. Possivelmente este comportamento dos níveis de glicose foi devido a menor concentração de carboidrato presente nesta dieta. Mesmo comportamento da glicemia em relação aos níveis proteicos da dieta foi demonstrado em estudos com juvenis de surubim

Pseudoplatystoma corruscans (Lundstedt et al. 2004) e juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Bicudo et al. 2009).

Por outro lado, estudos com tilápia do Nilo (Abdel-Tawwab et al. 2010) e jundiá *Rhamdia quelen* (Melo et al. 2006) demonstraram maior glicemia quando estas espécies foram alimentadas com dieta contendo maior nível de proteína bruta. Segundo Abdel-Tawwab et al. (2010), o aumento da glicose circulante sugere a atuação da gliconeogênese como consequência do aumento dos níveis de proteína na dieta. Neste caso, os aminoácidos excedentes das dietas ricas em proteína não podem ser diretamente armazenados, devendo ser deaminados e convertidos em componentes energéticos (Stone et al. 2003). Dessa forma, os aminoácidos em excesso podem ser convertidos em glicose ou, em menores quantidades, em gordura.

CONCLUSÃO

Com base no crescimento, eficiência de utilização dos nutrientes, composição corporal e variáveis hematológicas e fisiológicas, estima-se os níveis de 34,74% a 38,78 % de PB na dieta de juvenis de acará severo.

REFERÊNCIAS

ABDEL-TAWWAB, M.; AHMAD, M.H.; KHATTAB, Y.A.E.; SHALABY, A.M.E. Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v. 298, p. 267-274, 2010.

ALISHAHI, M.; KARAMIFAR, M.; MESBAH, M.; ZAREI, M. Hemato-immunological responses of *Heros severus* fed diets supplemented with different levels of *Dunaliella salina*. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 40, n. 1, p. 57–65, 2013.

AFONSO, E. G.; SILVA, E. C.; TAVARES-DIAS, M.; MENEZES, G. C.; CARVALHO, C. S. M.; NUNES, E. S. S.; ITUASSÚ, D. R.; ROUBACH, R.; ONO, E. A.; FIM, J. D. I.; MARCON, J. L. Effect of high levels of dietary vitamin C on the blood responses of matrinxã (*Brycon amazonicus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 147, p. 383-388, 2007.

BARROS, M. M.; PEZATO, L. E.; KLEEMANN, G. K.; HISANO, H.; ROSA, G. J. M. Níveis de vitamina C e Ferro para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 2149-2156, 2002.

BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; CYRINO, J. E. P. Growth and haematology of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, fed diets with varying protein to energy ratio. **Aquaculture Research**, v.40, p.486-495, 2009.

CARDOSO, R.S. CARACTERIZAÇÃO DA AQUICULTURA ORNAMENTAL NA ZONA DA MATA MINEIRA. Dissertação (M.Sc.). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.2011.

CARDOSO, R.S. E IGARASHI, M. A. Aspectos do agronegócio da produção de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. , Art#563, Abr4, 2009. **PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 3, p. 14, 2009.

CHAGAS, E. C.; VAL, A. L. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, p. 397-402, 2003. CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L.; MARTINO, R.C. Retenção de Proteína e Energia em Juvenis de "BLACK BASS" *Micropterus salmoides*.2000.

DANIELS, H.V.; GALLAGHER M.L. Effect of dietary protein levels on growth and blood parameters in summer flounder, *Paralichthys dentatus*. **Journal of Applied Aquaculture**. v. 10 n.1, p.45-52, 2000.

FABREGAT, T.E.H.P.; FERNANDES, J.B.K.; RODRIGUES, L.A.; RIBEIRO, F.A.; SAKOMURA, N.K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de apaiari (*Astronotus ocellatus*). **Acta Scientiarum Animal Science**, v.28, p.477–482, 2006.

FERRARI, J. E. C.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E.; GONÇALVES, G. S.; HISANO, H. Níveis de cobre em dietas para tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.26, p. 429 – 436, 2004.

GAYLORD, T.G.; GAITLIN III, D.M. Dietary protein and energy modifications to maximize compensatory growth of channel catfish *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, v. 194, p. 337-348, 2001.

GERSTNER, C. L.; ORTEGA, H.; SANCHEZ, H., GRAHAM, D. Effects of the freshwater aquarium trade on wild fish populations in differentially-fished areas of the Peruvian Amazon. **Journal of Fish Biology**, v. 68, p. 862–875, 2006.
JOBLING, M. Production and growth. In: **Fish bioenergetics** 1ªEdição, p.147-154, 1994.

HARVEY J.W. The erythrocyte: physiology, metabolism, and biochemical disorders. In: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 5th edn, ed. by J.J. Kaneko, J.W. Harvey & M.L. Bruss), pp.157-203. Academic Press, San Diego, USA. 1997.

LUNDSTEDT, L.M., MELO, J.F.B., SANTOS-NETO, C., MORAES, G. Diet influences proteolytic enzyme profile of the South American catfish *Rhamdia quelen*. Proceedings of International Congress on the Biology of Fish, Biochemistry and Physiology Advances in Finfish Aquaculture, Vancouver, Canada, pp. 65–71,2002.

LUNDSTEDT, L. M.; MELO, J. F. B.; MORAES, G. Digestive enzymes and metabolic profile of *Pseudoplatystoma corruscans* (Teleostei: Siluriformes) in response to diet composition. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B**, v.137, p.331–339, 2004.

HATLEN, B. PEREIRA-FILHO, M. Growth, feed utilization and body composition in two size groups of Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus* fed diets differing in protein and carbohydrate content. **Aquaculture**, v. 249, p. 401-408, 2005.

HERTZ, Y.; MADAR, Z.; HEPHER, B.; GERTLER, A. Glucose metabolism in the common carp (*Cyprinus carpio* L.): the effects of cobalt and chromium. **Aquaculture**, 76:255- 267, 1989.

HIDALGO, F.; ALLIOT, E. Influence of water temperature on protein requirement and protein utilization in juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax*. **Aquaculture**, v. 72, p. 11-129, 1988.

ITUASSÚ, D.R.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; CRESCÊNCIO, R.; CAVERO, B.A.S.; GANDRA, A.L. Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.255-259, 2005.

LIMA, A. O. Agronegócio de Peixes Ornamentais no Brasil e no Mundo. Panorama da aquicultura. 65. 2003.

MELO, J.F.B., LUNDSTEDT, L.M., METÓN, I., BAANANTE, I.V., MORAES, G., Effects of dietary levels of protein on nitrogenous metabolism of *Rhamdia quelen* (Teleostei: Pimelodidae). **Comp. Biochem. Physiol.**, A 145, 181–187. 2006.

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

METÓN, I., MEDIAVILLA, D., CASEARAS, A., CANTÓ, E., FERNÁNDEZ, F., BAANANTE, I.V. Effect of diet composition and ration size on key enzyme activities of glycolysis gluconeogenesis, the pentose phosphate pathway and amino acid metabolism in liver of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Br. J. Nutr.* 82, 223–232, 1999.

METÓN, I., EGEA, M., BAANANTE, I.V. New insights into regulation of hepatic glucose metabolism in fish. *Recent Res. Dev. Biochem.* 4, 125–149, 2003.

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 snapper, *Lutjanus campechanus* (Poey, 1860). **Aquaculture Research**, v. 36, n. 1, p. 52–60, 2005.

MOHANTA, K.N.; MOHANTY, S.N.; JENA, J. SAHU, N.P. A dietary energy level of 14.6 MJ kg⁻¹ and protein-to-energy ratio of 20.2 g MJ⁻¹ results in best growth performance and nutrient accretion in silver barb *Puntius gonionotus* fingerlings. **Aquaculture Nutrition**, v.15, p.627–637, 2009.

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

PERES, H.; OLIVA-TELES, A. Lysine requirement and efficiency of lysine utilization in turbot (*Scophthalmus maximus*) juveniles. **Aquaculture**, v.275, p.283–290, 2008.

PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A. Perspectives on ornamental fisheries in the upper Paraná. River floodplain, Brazil. **Fisheries Research**, v. 72, n. 1, p. 109–119, 2005.

PLISETSKAYA, E.M.; KUZ'MINA, V.V. GLYCEMIA level in the organs of cyclostomes and fish. *J. Ichthyol.*, 11:948-958, 1971.

RANZANI-PAIVA, M.J.T. Hematologia como ferramenta para avaliação da saúde de peixes. In: 2º Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, 2007. Anais... 2º Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes. Botucatu, São Paulo. Universidade Estadual Paulista, 74p, 2007.

SAKTHIVEL, M. Effects of varying dietary protein level on the blood parameters of *Cyprinus carpio*. *Proc. Indian Acad. Sci. Animal Science*. v.97, p.363-366, 1998.

SAMPAIO, A.M.; KUBITZA, F.; CYRINO, J.E. Relação energia: proteína na nutrição do tucunaré. **Scientia Agricola**, v. 57, p. 213-219, 2000.

SHIMENO, S.; TAKEDA, M.; TAKAYAMA, S., SASAKI, H. Response of nitrogen excretion to change of dietary composition in carp. **Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish**, v.47, p. 191-195, 1981.

SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2336-2341, 2010.

SHUENN-DER YANG , CHYNG-HWA LIOU, FU-GUANG LIU. Effects of dietary protein level on growth performance, carcass composition and ammonia excretion in juvenile silver perch (*Bidyanus bidyanus*). **Aquaculture**, v.213, p.363-372, 2002.

TAVARES-DIAS, M.; MATAQUEIRO, M. I.; PERECIN, D. Total leukocyte counts in fishes by direct or indirect methods. *Boletim Instituto de Pesca*, v. 28, p. 155-161, 2002.

TAVARES-DIAS, M., MORAES, F. R. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ed.Eletrônica e Arte Final. Ribeirão Preto-SP. 144 paginas, 2004.

VERAS, G.C.V.; SALARO, A.L.; ZUANON, J.A.S.; CARNEIRO, A.P.S.; CAMPELO, D.A.V.; MURGAS, L.D.S. Growth performance and body composition of giant trahira fingerlings fed diets with different protein and energy levels. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p. 1021-1027, 2010.

VERAS, G.C.; PAIXÃO, D.J.M.R.; BRABO, M.F.; SOARES, L.M.O.; SALES, A.D. Influence of photoperiod on growth, uniformity, and survival of larvae of the Amazonian ornamental *Heros severus* (Heckel, 1840). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45, p.422-426, 2016.

WATSON, C. G.; SHIREMAN, J. V., Production of Ornamental Aquarium Fish - FA35. Institute of Food and Agricultural Sciences - University of Florida, Gainesville. 4 pp. 1996.

WILSON, R.P. Amino Acids and Proteins. in: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Ed.3). **Fish nutrition**, n.3, p.144-179, 2002.

YANG, S.D.; POUHEY, J.L.F. Effects of dietary protein level on growth performance, carcass composition and ammonia excretion in juvenile silver perch *Bydianus bydianus*. **Aquaculture**, v. 213, p. 363-372, 2002.

ZUANON, J.A.S.; SALARO, A.L.; BALBINO, E.M.; SARAIVA, A.; QUADROS, M.; FONTANARI, R.L. Níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de acará-bandeira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, p.18893-1896, 2006.

ZUANON, J. A. S.; CARNEIRO, A.P.S.; NASCIMENTO, L.S.; SILVA, D.A.; PONTES, M.D.; KANASHIRO, M.Y.; SALARIO, A.L. Protein requirement for *Trichogaster lalius*, blue variety. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 2, p. 144–147, 2013.