

**Universidade Federal de Minas Gerais**

**Frequência alimentar para juvenis de *Lophiosilurus alexandri*  
utilizando dieta extrusada**

**Angélica da Silva Ferreira**

**Belo Horizonte**

**2017**

**Angélica da Silva Ferreira**

**Frequência alimentar para juvenis de *Lophiosilurus alexandri*  
utilizando dieta extrusada**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para Obtenção do grau de Mestre.

Área de concentração: Produção Animal

Prof.º Orientador: Dr. Ronald Kennedy Luz

**Belo Horizonte**

**2017**

F383f Ferreira, Angélica da Silva, 1985-  
utilizando dieta

Frequência alimentar para juvenis de *Lophiosilurus alexandri*  
extrusada / Angélica da Silva Ferreira. – 2017.  
35 p. : il.

Orientador: Ronald Kennedy Luz  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas  
Gerais. Escola de Veterinária  
Inclui bibliografia

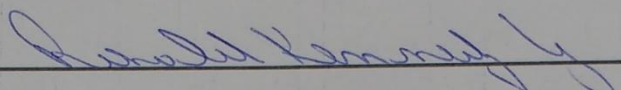
1. Pacamã (Peixe) – Alimentação e rações – Teses. 2. Dieta  
em veterinária – Teses.

3. Produção animal – Teses. 4. Desempenho produtivo – Teses.  
I. Luz, Ronald Kennedy.

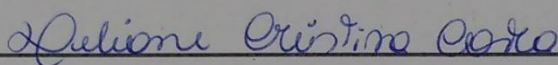
II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária.  
IV. Título.

CDD – 639.31

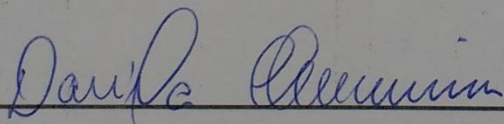
DISSERTAÇÃO defendida e aprovada em 22/02/17 pela Comissão Examinadora composta pelos seguintes membros:



Ronald Kennedy Luz (Orientador)



Dr<sup>a</sup> Deliane Cristina Costa



Prof<sup>a</sup> Daniela Chemim de Melo Hoyos

***Dedico...***

***Aos meus queridos pais, irmãs, marido e amigos por me incentivarem a conquistar mais esse sonho.***

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por tornar possível essa caminhada e por iluminar os meus passos em direção a essa mais nova vitória.

Ao meu querido orientador, Prof. Dr. Ronald Kennedy Luz, por me guiar nessa trajetória que em muitas vezes não foi fácil, mas com compreensão e sabedoria me ajudou a concretizar esse trabalho.

A equipe do laboratório de larvicultura do LAQUA pelo carinho e ajuda nos momentos de desespero e sufoco.

Aos amigos do LAQUA que conquistei que com a alegria e companheirismo tornaram os meus dias mais leves: Amanda, Camila, Deliane, João, Luana, Rapha e Wai, que a nossa amizade dure além das rotinas.

As minhas amigas Renata e Stella por me acompanhar e incentivar a voar sempre alto.

Aos meus queridos amigos que a vida me presenteou: Ana Paula, Ádria, Elida, Fabiana, Keka, Mônica, Paola, Raissa, Renatinha, Roberta, Sildênio e Túlio. Vocês tornaram os meus dias mais divertidos.

A minha querida família: pai e mãe e as minhas lindas irmãs Débora e Amanda pelo carinho e apoio ao longo desse caminho. Ao meu amado marido Vagner (Duda) por sonhar comigo essa conquista.

Agradeço ao CNPq, FAPMIG e CAPES pelos recursos financeiros para a execução dessa pesquisa.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente na realização desse trabalho.

*“Não é no silêncio que os homens se fazem, mas na palavra, no trabalho, na ação-reflexão.”*

Paulo Freire

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	8
<b>ABSTRACT</b> .....	9
<b>1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	10
1.1. O pacamã ( <i>Lophiosilurus alexandri</i> ).....	10
1.2. Frequência alimentar .....	11
1.3. Hematologia e bioquímica sanguínea.....	12
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	13
2.1. Objetivo geral .....	13
2.2. Objetivos específicos.....	13
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	14
<b>4. ARTIGO: Frequência alimentar ótima para juvenis <i>Lophiosilurus alexandri</i>, uma peixe carnívoro de água doce, utilizando dieta extrusada</b> .....	18



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Desempenho de juvenis de pacamã com peso médio inicial de 0,9 g, submetidos a diferentes frequências alimentares, após 29 dias de experimento. .... 24
- Tabela 2.** Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) de Taxa de crescimento específico, ganho de biomassa, ganho de peso, ganho de comprimento, comprimento final, conversão alimentar, índice hepatossômico e índice vicerossômico de juvenis de pacamã com peso médio inicial de 2,60g. .... 25
- Tabela 3.** Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) de variáveis sanguíneas e bioquímicas de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* em diferentes frequências alimentares. .... 26

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CA	Conversão Alimentar
CEUA	Comitê de Ética no Uso de Animais
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
GPD	Ganho de peso diário
IVS	Índice Vicerossomático
IHS	Índice Hepatossomático
LAQUA	Laboratório de Aquacultura
SRA	Sistema de recirculação de água
TCE	Taxa de crescimento específico
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais



## RESUMO

O pacamã *Lophiosilurus alexandri* é um peixe carnívoro que vem sofrendo drástica redução da população devido à pressão no ambiente natural. Por este motivo, tornou-se uma espécie estudada em vários aspectos relacionados à produção. O presente estudo objetivou avaliar diferentes frequências alimentares para juvenis de *L. alexandri*. Foram realizados dois experimentos testando as frequências alimentares: F2 = duas vezes ao dia; F3 = três vezes ao dia; F4 = quatro vezes ao dia; e F5 = cinco vezes ao dia com quatro repetições cada. No experimento 1 foram utilizados 224 animais com  $4,3 \pm 0,3$  cm estocados em tanques de 7 L de volume útil na densidade de 2 juvenis/L em um sistema estático, durante 29 dias. Os animais foram alimentados diariamente com ração extrusada com 40% de proteína bruta e 1,7 mm. A cada 10 dias foram realizadas biometrias dos animais para o ajuste da alimentação. No experimento 2 foram utilizados 960 animais com  $6,17 \pm 0,16$  cm estocados em tanques 30 L em sistema de recirculação de água na densidade de 2 juvenis/L, durante 45 dias. Para a alimentação foi utilizada ração de 2 a 3 mm com 40% de proteína bruta. A cada 15 dias foi realizada a biometria dos animais para o ajuste da alimentação. Em ambos os experimentos a qualidade da água se manteve constante. A temperatura no experimento 1 foi de  $27,2 \pm 0,3$  °C. O pH apresentou valores entre 7,7 e 8,1 e a amônia permaneceu com valores inferiores a 0,5 mg/L. No experimento 2 a temperatura média da água foi de  $28,2 \pm 0,1$  °C, o pH foi  $7,64 \pm 0,02$  e a amônia apresentou valores de  $0,23 \pm 0,26$  mg/L. No experimento 1 as frequências alimentares não afetaram a sobrevivência, desempenho e conversão alimentar dos juvenis ( $p > 0,05$ ). No experimento 2, as frequências alimentares não afetaram ( $p > 0,05$ ) a sobrevivência, o desempenho, conversão alimentar, índice hepatossomático, índice vicerossomático, hematócrito, hemoglobina, leucócitos e eritrócitos de juvenis de *L. alexandri*. Porém, o comprimento final foi maior em F4, intermediário para F5 e F3 e inferior para F2 ( $p < 0,05$ ). A proteína plasmática foi menor para F4, intermediário em F5 e F3 e superior em F2 ( $p < 0,05$ ). A glicose e o triglicerídeo apresentaram maiores valores para F2 ( $p < 0,05$ ). Já, o colesterol foi maior para F5 e inferior a F3 ( $p < 0,05$ ). Apesar das alterações bioquímicas sanguíneas nos animais do experimento 2, os juvenis não apresentam quadro de estresse, demonstrando que são animais saudáveis. Conclui-se que a melhor frequência alimentar para juvenis independente do tamanho é a partir de duas vezes ao dia sem prejudicar a saúde do animal e o seu desempenho zootécnico.

Palavras-chave: Frequência alimentar, carnívoro, peixe de água doce

## ABSTRACT

Pacamã *Lophiosilurus alexandri* is a carnivorous fish that has been drastically reduced due to the pressure in the natural environment. For this reason, it has become a species well studied in several aspects related to production. The present study aimed to evaluate different feeding frequencies for juveniles of *L. alexandri*. Two experiments were carried out to test feed frequencies: F2 = twice daily; F3 = three times a day; F4 = four times a day; And F5 = five times a day with four replicates each. In experiment 1, juveniles were used with  $4.3 \pm 0.3$  cm stocked tanks of 7 L of volume useful in the density of 2 juveniles/L in a static system, during 29 days. The animals were fed daily with extruded feed with 40% crude protein and 1.7 mm. Biometrics of the animals were performed every 10 days for feeding adjustment. In the experiment 2, 960 animals with  $6.17 \pm 0.16$ cm were stored in 30 L tanks in a water re-circulation system at the density of 2 juveniles / L for 45 days. For feed, 2 to 3 mm ration with 40% crude protein was used. Every 15 days, the biometry of the animals was performed to adjust the feeding. In both experiments the water quality remained constant with the temperature in the experiment 1 being in the average of  $27.2 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ , pH presented values between 7.7 and 8.1 and ammonia with values lower than 0.5 mg/L, and in the experiment 2 the mean water temperature was  $28.2 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ , pH  $7.64 \pm 0.02$  and the ammonia with values of  $0.23 \pm 0.26$  mg/ L. In experiment 1, the feed frequencies did not affect ( $p > 0.05$ ) the survival, performance and feed conversion of juveniles. In the experiment 2, the feed frequencies did not affect survival, performance, feed conversion, hepatosomatic index, vicosomatic index, hematocrit, hemoglobin, leukocytes, and erythrocytes of *L. alexandri* juveniles, ( $p > 0.05$ ). However, the final length was higher at F4, intermediate at F5 and F3, and lower at F2 ( $p < 0.05$ ). Plasma protein was lower for F4, intermediate on F5 and F3 and higher on F2 ( $p < 0.05$ ). Glucose and triglyceride presented higher values for F2 ( $p < 0.05$ ). Already, cholesterol was higher for F5 and lower than F3 ( $p < 0.05$ ). Despite the biochemical changes in blood in the animals of experiment 2, the juveniles do not show stress, demonstrating that they are healthy animals. It is concluded that the best feeding frequency for juveniles regardless of their size is from twice a day without impairing the health of the animal and its zootechnical performance.

Key words: feed frequency, carnivorous, freshwater fish

## 1. REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1. O pacamã

*Lophiosilurus alexandri* é uma espécie nativa da Bacia do Rio São Francisco conhecida popularmente por niquim na região do submédio e por pacamã no alto São Francisco (TENÓRIO, 2003) e também como pacamão (TRAVASSOS, 1959). É um bagre com hábito alimentar carnívoro, pertence à família Pseudopimelodidae e da ordem dos Siluriformes (TRAVASSOS, 1959; TENÓRIO, 2003). Na natureza apresenta tem preferências por ambientes mais lênticos em locais de fundo de areia ou de pedras, a sua desova é parcelada e constrói ninhos onde realiza a postura. (TRAVASSOS, 1959).

O pacamã é considerado uma das espécies mais representativas desse Rio e vem sofrendo drástica redução na população devido a pressão no ambiente natural (TENÓRIO et al., 2006), sendo classificada como espécie vulnerável de acordo com o livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção (ICMBIO, 2016).

Tornou-se uma espécie muito estudada em vários aspectos relacionados a produção animal. Na reprodução, a desova pode ser realizada de forma natural em ambientes com condições controlados (COSTA et al., 2015). Na fase de larvicultura a eclosão das larvas ocorre 48 horas após a desova e a absorção do saco vitelino dá-se, em média, 8 dias após a eclosão (TENÓRIO, 2003). Cessado o alimento endógeno inicia-se a dieta a base de alimento vivo, com náuplios de artêmia, durante 15 dias para diminuir a taxa de canibalismo, favorecendo a sobrevivência e o crescimento das larvas (LUZ e SANTOS, 2008). Já fase de condicionamento alimentar tem sido empregado diferentes técnicas para a transição do alimento vivo pelo alimento inerte, de forma gradual com o uso de ingredientes como coração de boi (LUZ et al., 2011; MELILO FILHO et al., 2013; CORDEIRO et al., 2016), como também através de uma mistura de ração comercial, farinha de peixe e gelatina em concentrações diferentes (SALARO et al., 2015). Este fato tem possibilitado diversos estudos relacionados à nutrição como o efeito do processamento da ração no desempenho e sobrevivência em juvenis (SANTOS et al., 2012), exigência proteica para juvenis (SOUZA et al., 2013), relação proteína e carboidrato no desempenho e metabolismo (FIGUEIREDO et al., 2014), fornecimento de alimento processado de diferentes formas (SOUZA et al., 2014), digestibilidade de ingredientes em dietas para juvenis (MELO et al., 2016). Porém, estudos de manejos alimentares quando do uso do alimento formulado ainda são escassos.

## 1.2. Frequência alimentar

Na produção intensiva de peixes o sucesso econômico está atrelado, principalmente, ao manejo alimentar adotado. Desta forma, o modelo do manejo alimentar é fundamental para otimizar o crescimento do animal (MIZANUR e BAI, 2014), melhorar as taxas de conversão alimentar (BISWAS et al., 2010), evitar desperdícios com a alimentação e manter a qualidade de água no ambiente de produção (CARNEIRO e MIKOS, 2005). O manejo alimentar deve levar em consideração, além da qualidade do alimento, a frequência alimentar, ou seja, quantas vezes esse alimento deve ser fornecido ao dia para determinada espécie.

A frequência alimentar destaca-se entre os manejos a serem adotados na produção de peixes. Segundo LEE et al. (2000) a frequência de alimentação deve ser bem avaliada, pois quando os peixes são alimentados insuficientemente ou em excesso, seu crescimento e eficiência alimentar são afetados, resultando em aumento do custo de produção e deterioração da qualidade da água. WANG et al. (1998) verificaram que o manejo alimentar adequado é importante para o ajuste da quantidade e do tempo de alimentação, podendo levar à menor variação no tamanho entre os peixes.

Na literatura são encontrados relatos sobre os efeitos positivos da frequência de alimentação para várias espécies. Para juvenis de dourado (*Salminus brasiliensis*) a frequência de seis vezes ao dia foi a que proporcionou maior crescimento (FERREIRA et al., 2007). Já para juvenis híbridos dos bagres de *Clarias gariepinus* x *Heterobranchus longifilis*, espécies carnívoras, verificou-se que frequência alimentar de cinco vezes foi a que proporcionou melhor comprimento e peso finais (NDOME et al., 2011). Para os juvenis de peixe-rei (*Odontesthes humensis*) a menor frequência testada (três vezes ao dia) foi a que apresentou resultados satisfatórios quanto ao desempenho (POUEY et al., 2012). Para espécies onívoras como lambari do rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*) foi observado por HAYASHI et al. (2004) que a frequência de quatro vezes ao dia é a melhor para o desempenho dos juvenis. Porém, para juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) (FIOD et al., 2010) e pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (FRASCA-SCORVO et al., 2007) menores frequências alimentares como de uma e duas vezes ao dia, respectivamente, foram suficientes para o melhor desempenho produtivo. O que se percebe é que para animais de mesmo hábito alimentar a frequência de alimentação pode variar, por isso a necessidade de estudar cada espécie com as suas particularidades. Porém, estudos relacionadas a fisiologia, podem contribuir para o melhor entendimento dos manejos alimentares adotados em peixes como uma ferramenta a mais.

### **1.3. Hematologia e bioquímica sanguínea**

O sangue é um tecido conectivo de propriedades especiais estando em contato com quase todos os outros tecidos do organismo, responsável por transportar gases respiratórios, nutrientes e distribuir calor (RANZANI-PAIVA et al., 2013).

A hematologia é o estudo dos componentes sanguíneos e vem sendo utilizada como um importante instrumento no conhecimento das alterações fisiológicas dos peixes, permitindo avaliar as condições de defesa do organismo e identificar as respostas dos animais frente aos diversos desafios submetidos (RANZANI-PAIVA e SILVA-SOUZA, 2004).

O estudo dos componentes do sangue e de suas funções é importante para o conhecimento das condições normais e patológicas dos animais. Os parâmetros hematológicos dos peixes podem estar associados a fatores ambientais (RANZANI-PAIVA, 1995) e podem sofrer variações com relação ao sexo, maturação gonadal e comprimento total dos animais (RANZANI-PAIVA et al., 2005).

Dentre as análises realizadas no sangue está o hemograma que é o conjunto de técnicas para contagem dos eritrócitos (células vermelhas) e leucócitos (células brancas). Além do hemograma, a composição bioquímica do plasma e soro sanguíneo é considerada importante ferramenta no diagnóstico da saúde dos peixes, onde serão analisados os metabólitos glicose, colesterol, triglicerídeos dentre outros (RANZANI-PAIVA et al., 2013).

Os eritrócitos são ovais com núcleos centrais, apresentam-se em grande volume no sangue. Estes tem a função de transportar oxigênio e gás carbônico, através do pigmento respiratório, a hemoglobina. Qualquer deficiência no eritrócito será traduzida como uma falta de  $O_2$  nos tecidos (RANZANI-PAIVA e SILVA-SOUZA, 2004). Já os leucócitos são as células responsáveis pela defesa do organismo (TAVARES-DIAS e MORAES, 2004).

O hematócrito corresponde ao volume ocupado pelos eritrócitos em uma quantidade de sangue total, sendo que valores baixos podem indicar anemia. É o índice do eritrograma com menor coeficiente de variação, sendo assim, bom indicador de efeitos para os diversos fatores ambientais a que os peixes estão submetidos (TAVARES-DIAS e MORAES, 2004). Já os metabólitos colesterol, glicose e triglicerídeos estão relacionados com a capacidade funcional dos órgãos, portanto os testes são direcionados para produtos de metabolismo final (EL-SAYED et al., 2007).

As proteínas plasmáticas estão envolvidas em várias funções no organismo, tais como a manutenção da pressão osmótica e da viscosidade do sangue, transporte de nutrientes,



metabolitos, hormônios e produtos da excreção, a regulação do pH sanguíneo e a participação na coagulação sanguínea. Por meio delas é possível detectar alterações no funcionamento dos órgãos e a adaptação do animal diante dos desafios nutricionais, fisiológicos e desequilíbrios metabólicos, específicos ou de origem nutricional. Entretanto, para uma melhor interpretação, são necessários valores de referência apropriados à população e à região a serem analisadas (GONZÁLEZ e SCHEFFER, 2003).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Avaliar diferentes frequências alimentares no desempenho zootécnico, variáveis hematológicas e bioquímicas de juvenis de pacamã *Lophiosilurus alexandri*.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Avaliar o efeito de diferentes frequências alimentares na sobrevivência de juvenis de pacamã;
- Avaliar o efeito de diferentes frequências alimentares no ganho de peso médio, ganho de peso diário, ganho médio de comprimento, conversão alimentar, taxa de crescimento específico diária de juvenis de pacamã;
- Avaliar o efeito de diferentes frequências alimentares nos índices hepatossomáticos e vicerossomáticos;
- Avaliar o efeito de diferentes frequências alimentares nas variáveis hematológicas e bioquímicas de juvenis de pacamã.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BISWAS, G., et al. Optimization of feeding frequency of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fry reared in net cages under brackishwater environment. **Aquaculture**, v. 305, p. 26-31, 2010.
- CARNEIRO, P. C. F.; MIKOS, J. D. Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, v. 35, n.1, p.187-191, 2005.
- CORDEIRO, N. I. S., et al. High stocking density during larviculture and effect of size and diet on production of juvenile *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1876 (Siluriformes: Pseudopimelodidae). **Journal applied Ichthyology**. v.32, p. 61-66, 2016.
- COSTA, D. C., et al. Capture, adaptation and artificial control of reproduction of *Lophiosilurus alexandri*: A carnivorous freshwater species. **Animal Reproduction Science**, v. 159, p. 148-154, 2015.
- EL-SAYED, Y. S.; SAAD, T. T.; EL-BAHR, S. M. Acute intoxication of deltamethrin in monosex Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* with special reference to the clinical, biochemical and haematological effects. **Environmental Toxicology and Pharmacology**., v.24, p.212-217, 2007.
- FERREIRA, R. A.; THIESEN, R.; COSTA, T. R., et al. Desempenho produtivo de alevinos de dourado (*Salminus brasiliensis*) submetidos a diferentes frequências de alimentação. **Ensaio e Ciência**, v.11, n.2, p.33-38, 2007
- FIGUEIREDO, R. A. C. R., et al. Relação proteína:carboidrato no desempenho e metabolismo de juvenis de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n. 5, p. 1567- 1576, 2014.
- FIOD, M. S. R.; DUCATTI, C.; CABRAL, M. C. et al. Efeito da frequência alimentar sobre o crescimento e composição isotópica ( $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ ) de juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus*. **Nucleus Animalium**, v.2, n.2, p.41-52, 2010.
- FRASCA-SCORVO, C. M.; CARNEIRO, D. J.; MALHEIROS, E. B. Efeito do manejo alimentar no desempenho do matrinxã *Brycon amazonicus* em tanques de cultivo. **Acta Amazonica** v.37, n.4, p.621-628, 2007.
- GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sangüíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: GONZÁLEZ, F. H. D. ; CAMPOS, R. (Eds.). **Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. p. 73- 89. Disponível em:

- <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13177/000386508.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 25 março 2017.
- HAYASHI, C.; MEURER, F.; BOSCOLO, W. R., et al. Frequência de Arraçoamento para Alevinos de Lambari do Rabo-Amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.21-26, 2004.
- INSTITUTO Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO). **Sumário executivo: Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília, 76p., 2016.
- LEE, S. M.; HWANG, U.G.; CHO, S. H. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean cockfish (*Sebastes schlegeli*). **Aquaculture**, v.187, p.399-409, 2000.
- LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E. dos. Densidade de estocagem e salinidade da água na larvicultura do pacamã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.903-909, 2008.
- LUZ, R. K., et al. Effect of water flow rate and feed training on “pacamã” (Siluriforme: Pseudopimelodidae) juvenile production. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.973-979, 2011.
- MELILO FILHO, R., et al. Draining system and feeding rate during the initial development of *Lophiosilurus alexandri* (Steindachner, 1877), a carnivorous freshwater fish. **Aquaculture Research**, p. 1-8, 2013.
- MELO, K. D. M., et al. Digestibilidade de ingredientes em dietas para juvenis de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.6, p. 785 – 788, 2016.
- MIZANUR, R. M.; BAI, S. C. The optimum feeding frequency in growing Korean Rockfish (*Sebastes schlegeli*) rearing at the temperature of 15°C and 19°C. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, p. 1319 – 1327, 2014.
- NDOME, C. B.; EKWU, A. O.; ATEB, A. A. Effect of Feeding Frequency on Feed Consumption, Growth and Feed Conversion of *Clarias gariepinus* X *Heterobranchus longifilis* Hybrids. **American-Eurasian Journal of Scientific Research**, v.6, n.1, p.06-12, 2011.
- POUEY, J. L. O. F.; ROCHA, C. B.; TAVARES, R. A. et al. Frequência alimentar no crescimento de alevinos de peixe-rei *Odontesthes humensis*. **Semina**, v.33, n.6, p.2423-2428, 2012.

- RANZANI-PAIVA, M. J. T. Características hematológicas de tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) da região estuarino-lagunar de Cananéia – SP. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.22, n.1, p.1-22, 1995.
- RANZANI-PAIVA, M. J. T.; SILVA-SOUZA, A. T. Hematologia de Peixes Brasileiros. In: RANZANI-PAIVA, M. J. T. et al. (org.). **Sanidade de Organismos Aquáticos**. São Paulo: Editora Varela, p. 89-120, 2004.
- RANZINI-PAIVA, M. J. T.; ROMAGOSA, E.; ISHIKAWA, C. M. Hematological parameters of "cachara", *pseudoplatystoma fasciatum* linnaeus, 1766 (osteichthyes, pimelodidae), reared in captivity. **Boletim do Instituto de Pesca**. v. 31, n. 1, p. 47-53, 2005.
- RANZINI-PAIVA, M. J. T., et al. **Métodos para análise hematológica em peixes**. Maringá: Eduem, 140p, 2013.
- SALARO, A. L., et al. Gelatin in replacement of bovine heart in feed training of *Lophiosilurus alexandri* in different water salinities. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, p. 2281-2287, 2015.
- SANTOS, L. D., et al. Effect of food processing on the development of pacamã fingerlings (*Lophiosilurus alexandri*). **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 115-120, 2012.
- SOUZA, M. G de.; SEABRA, A. G. L.; SILVA, L. C. R. da; et al. Exigência de proteína bruta para juvenis de pacamã. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.2, p.362-370, 2013.
- SOUZA, M. G. de, et al. Alimento vivo e inerte para alevinos de pacamã. **Revista Agrarian**, v.7, n.24, p.360-364, 2014.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ribeirão Preto: Villimpress, 144p, 2004.
- TENÓRIO, R. A. **Aspectos da biologia reprodutiva do niquim *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1876 (Actinopterygii, Pimelodidae) e crescimento de progênie em diferentes condições ambientais**. 2003. 57p. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2003.
- TENÓRIO, R. A. SANTOS, A. J. G.; LOPES, J. P.; NOGUEIRA, E. M. de S. Crescimento do niquim (*Lophiosilurus alexandri* Steindachner 1876), em diferentes condições de luminosidade e tipos de alimentos. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.28, p.305-309, 2006.

- TRAVASSOS, H. Nótula sobre o pacamã. *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1876. **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, v.4, p.1-2, 1959.
- WANG, N., HAYAWARD, R.S., NOLTIE, D.B. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. **Aquaculture**, v.165, p.261-267, 1998.

#### 4. ARTIGO

##### **Frequência alimentar ótima para juvenis de *Lophiosilurus alexandri*, um peixe carnívoro de água doce, utilizando dieta extrusada**

##### **Resumo**

O objetivo do trabalho foi avaliar diferentes frequências alimentares para juvenis de *Lophiosilurus alexandri*. Foram realizados dois experimentos para testar as frequências alimentares: F2 = duas vezes ao dia; F3 = três vezes ao dia; F4 = quatro vezes ao dia; e F5 = cinco vezes ao dia com quatro repetições cada. No experimento 1 foram utilizados 224 juvenis com  $4,3 \pm 0,3$  cm estocados em tanques de 7 L de volume útil na densidade de 2 juvenis/L em um sistema estático, durante 29 dias. Os animais foram alimentados diariamente com ração extrusada com 40% de proteína bruta e 1,7 mm. No experimento 2 foram utilizados 960 animais com  $6,1 \pm 0,1$  cm estocados em tanques 30 L em sistema de recirculação de água na densidade de 2 juvenis/L, durante 45 dias. Para a alimentação foi utilizada ração de 2 a 3 mm com 40% de proteína bruta. No experimento 1 as frequências alimentares não afetaram a sobrevivência, desempenho e conversão alimentar de juvenis ( $p > 0,05$ ). No experimento 2, as frequências alimentares não afetaram ( $p > 0,05$ ) a sobrevivência, peso final, ganho de peso diário, ganho de biomassa, taxa de crescimento específico, conversão alimentar, índice hepatossomático, índice vicerossomático, proteína plasmática total, hemoglobina, leucócitos e eritrócitos de juvenis de *L. alexandri*. Porém, o comprimento final foi maior em F4, intermediário para F5 e F3 e inferior para F2 ( $p < 0,05$ ). A proteína plasmática foi menor para F4, intermediário em F5 e F3 e superior em F2 ( $p < 0,05$ ). A glicose e o triglicerídeo apresentaram maiores valores para F2 ( $p < 0,05$ ). Já, o colesterol foi maior para F5 e inferior a F3 ( $p < 0,05$ ). Apesar das alterações bioquímicas sanguíneas nos animais do experimento 2, os juvenis não apresentam quadro de estresse, demonstrando que são animais saudáveis. Conclui-se que a melhor frequência alimentar para juvenis independente do tamanho e sistema de cultivo adotado está entre duas e cinco vezes ao dia sem prejudicar a saúde do animal e o seu desempenho zootécnico.

Key words: pacamã, siluriformes, dieta comercial, canibalismo

## INTRODUÇÃO

O pacamã (*Lophiosilurus alexandri*) é um peixe carnívoro pertencente à família Pseudopimelodidae e a ordem dos Siluriformes (TRAVASSOS, 1959). Esta espécie vem sofrendo drástica redução no seu estoque natural devido à pressão do ambiente (TENÓRIO et al., 2006), sendo classificada como espécie vulnerável de acordo com o livro vermelho da fauna brasileira ameaçadas de extinção (ICMBIO, 2016). Por este motivo, vem sendo estudada em vários aspectos relacionados a produção, sendo que sua reprodução pode ser realizada em ambiente controlado (COSTA et al., 2015), sua larvicultura também já é realizada com sucesso com altas taxas de sobrevivência quando do uso da artêmia como alimento vivo (LUZ e SANTOS, 2008; TAKATA et al., 2014; SANTOS et al., 2015), pode ser condicionada ao alimento formulado em diferentes técnicas de condicionamento alimentar (LUZ et al., 2011; MELILO FILHO et al., 2013; SALARO et al., 2015; CORDEIRO et al., 2016), fato que tem possibilitado estudos de nutrição dos juvenis (SANTOS et al., 2012; SOUZA et al., 2013; FIGUEIREDO et al., 2014; SOUZA et al., 2014; MELO et al., 2016,) e comportamento alimentar (KITAGAWA et al., 2015). Porém, estudos de manejos alimentares quando do uso do alimento formulado ainda são escassos.

Entre os manejos alimentares a serem adotados, a frequência alimentar merece destaque, uma vez que o manejo adequado pode resultar em melhor desempenho (DWUER et al., 2002; FERREIRA et al., 2007; FIOD et al., 2010; WU et al., 2013; MIZANUR e BAI., 2014), melhor conversão alimentar (BISWAS et al., 2010), redução do desperdício de alimento (CARNEIRO e MIKOS, 2005), evitando piora na qualidade da água de cultivo (SILVA et al., 2007), além de controlar o canibalismo entre as larvas (MANLEY et al., 2015; RIBEIRO et al., 2015) e estabelecer uma homogeneidade do lote o que facilita a comercialização do pescado (WANG et al., 1998). A frequência alimentar ideal pode variar de acordo com o estágio de desenvolvimento do peixe (FOLKVORD e OTTERA, 1993). As formas jovens se alimentam mais vezes ao dia do que os adultos, por apresentarem uma atividade metabólica maior (MURAI e ANDREWS, 1976), contudo, existem larvas de algumas espécies de água doce que podem ser alimentadas 2 a 3 vezes ao dia, como *Hoplias lacerdae* (LUZ e PORTELLA, 2005), *Rhinelepis aspera* (LUZ e SANTOS, 2010) e *Pyrrhulina brevis* (VERAS et al., 2016) sem ter o desempenho afetado negativamente. Estes

fatos ressaltam a importância de se determinar a melhor frequência alimentar das diferentes espécies de peixes, assim como suas implicações nos aspectos fisiológicos dos animais.

O objetivo do trabalho foi avaliar diferentes frequências alimentares no desempenho zootécnico, variáveis hematológicas e bioquímicas de juvenis de pacamã *Lophiosilurus alexandri*.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos no Laboratório de Aquacultura (Laqua) da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), conforme a metodologia aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais - CEUA (protocolos 31/2011 e 230/2016).

Os juvenis de *L. alexandri* foram previamente condicionados à ração extrusada. Os animais de ambos os experimentos foram submetidos a quatro frequências alimentares: F2 = duas vezes ao dia (às 8:00 e 17:00 h); F3 = três vezes ao dia (às 8:00, 13:00 e 17:00 h); F4 = quatro vezes ao dia (às 8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 h); e F5 = cinco vezes ao dia (às 8:00, 10:30, 13:00, 15:30 e 17:00 h). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), constituído de quatro tratamentos com quatro repetições, para ambos os experimentos. O fotoperíodo foi mantido em 12 horas de luz e 12 horas de escuro (12L:12E).

A taxa de arraçoamento nos dois experimentos foi 5% da biomassa (MELILLO FILHO et al., 2013) dividida igualmente entre as respectivas frequências alimentares. A dieta não consumida foi recolhida e quantificada por contagem direta dos peletes para determinação do consumo de alimento.

### *Experimento 1*

Foram utilizados 224 juvenis de *L. alexandri* com  $4,3 \pm 0,3$  cm e  $0,9 \pm 0,2$  g de comprimento e peso, respectivamente, foram estocados em 16 tanques de 7 L de volume útil na densidade de 2 juvenis/L em um sistema estático, durante 29 dias. Cada tanque recebeu aeração constante mantendo o oxigênio dissolvido acima de 6 mg/L (medido em aparelho Politerm modelo POL-69). Durante o experimento a temperatura da água foi de  $27,2 \pm 0,3$  °C e o pH apresentou valores entre 7,7 e 8,1 (medido com equipamento YSI modelo 6902 V2).



Os animais foram alimentados diariamente com ração extrusada comercial contendo 40% de proteína bruta e 1,7 mm de diâmetro como descrito anteriormente. Antes da primeira e última alimentação do dia foi realizada a limpeza e renovado, diariamente, cerca de 100% do volume de água de cada tanque, sendo este repostado imediatamente com água em temperatura semelhante à das unidades experimentais.

A cada 10 dias foi realizada a biometria dos animais para o ajuste da alimentação. Os juvenis foram medidos com paquímetro digital (Starret®) e pesados em balança analítica (Marte®). Este procedimento também foi realizado ao final do trabalho, após 29 dias de cultivo, quando foi determinada a sobrevivência.

A amônia total e nitrito foram medidos semanalmente usando Kits comerciais (Kit Alfakit) e apresentaram valores inferiores a 0,5 mg L<sup>-1</sup> e 110 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente.

## ***Experimento 2***

Foram utilizados 960 animais com 6,17±0,16cm de comprimento e 2,60 ± 0,21g de peso. Os juvenis foram estocados em 16 tanques de 30 litros de volume útil em sistema de recirculação de água em uma densidade de 2 juvenis/L, durante 45 dias. Cada tanque possuía sistema de aeração constante com oxigênio 5,62 ± 0,22 mg/L, temperatura média da água de 28,29 ± 0,19°C e o pH 7,64 ± 0,02.

Para a alimentação foi utilizada ração comercial extrusada de 2 a 3 mm de diâmetro com 40% de proteína bruta, conforme descrito anteriormente.

A limpeza dos tanques era realizada antes da primeira e final da última alimentação do dia. Os detritos acumulados no fundo foram sifonados com cerca de 10% do volume de água sendo repostado imediatamente pelo sistema.

A cada 15 dias foi realizada a biometria dos animais para o ajuste da alimentação. Este procedimento também foi realizado ao final do trabalho, após 45 dias de cultivo, quando foi determinada a sobrevivência. Os procedimentos de biometria seguem os descritos no experimento 1.

A amônia foi aferida a cada dois dias antes da primeira alimentação e apresentou valores de 0,23 ± 0,26 mg L<sup>-1</sup> realizada por meio de Kit colorimétrico (Alfakit).

### ***Desempenho zootécnico***

O desempenho dos animais nos dois experimentos foi avaliado com os dados de peso, comprimento e consumo de ração e foram calculados como descrito a seguir:

- Ganho de peso diário (g/dia) (GPD) = Ganho de peso / dias de experimento
- Conversão alimentar (CA) = consumo de ração / ganho de biomassa
- Taxa de crescimento específico diária (%/dia) (TCE) =  $TCE = 100 (\ln Pf - \ln Pi) / \Delta t$

Onde: Pi é o Peso Inicial, Pf é o Peso Final e  $\Delta t$  é a duração de dias entre as amostragens.

### ***Hematologia e bioquímica sanguínea***

A análise sanguínea foi realizada somente no experimento 2 devido ao tamanho dos animais. Ao final do trabalho na parte da manhã, foi feita a coleta de sangue de cinco animais de cada tratamento (totalizando 20 animais por tratamento). A coleta foi realizada por venopunção na artéria vertebral caudal, com acesso ventral. Foram coletados cerca de 300  $\mu$ L de sangue utilizado como anticoagulante heparina sódica (0,1 - 0,2 % mg/mL de sangue). Destas amostras foram determinados valores de hematócrito, (GOLDENFARB et al., 1971). A proteína plasmática total foi mensurada por meio do uso de refratômetro manual de Goldberg. De todas as amostras individuais também foi determinada a concentração de hemoglobina, a partir da técnica estabelecida por woodruffe e tonks (1983), baseando-se na homogeneização de 4  $\mu$ L de sangue total em 1 mL de Reagente de Cor de Trabalho do kit de Hemoglobina Bioclin, reservado por 5 minutos à temperatura ambiente e processado no espectrofotômetro Termo Plate Analyzer Basic.

Ao término das análises hematológicas, a alíquota restante de sangue total de cada indivíduo foi centrifugada por 1000 rpm por 1 minuto e, posteriormente a 3000 rpm por 4 minutos para separação da fração líquida. O perfil bioquímico foi realizado em aparelho automático (Cobas-Mira Plus) utilizando-se as amostras de plasma. Os analitos pesquisados foram: glicose, colesterol e triglicerídeos utilizando Kits comerciais - Synermed®.

A contagem de eritrócitos (Er) foi feita adicionando 10  $\mu$ L de sangue a 4 mL de solução salina 0,9%, sendo a contagem realizada em câmara de Neubauer. A contagem de leucócitos (Lr) foi feita adicionando 20  $\mu$ L de sangue a 4 mL de solução salina 0,9%. A câmara de Neubauer foi coberta com lamínula e preenchida um dos lados da câmara Neubauer com a amostra diluída. Foram contados quatro quadrados laterais em objetiva de 40x e o resultado multiplicado por 10.000 para obter número de eritrócitos/  $\mu$ L de sangue.

### ***Índices hepatossomático e vicerossomático***

Estes índices também só foram realizados no experimento 2. Os animais utilizados para a coleta de sangue foram eutanasiados em solução de eugenol (285 mg/L). Foram realizadas a pesagem dos animais, peso das víceras e fígado. Com estes dados foram determinados o índice vicerossomático (IVS), a partir da expressão  $IVS=100(W_v/W)$ , na qual W representa a massa total do animal e  $W_v$  representa a massa das víceras e índice hepatossomático a partir da expressão  $IHS=100(W_f/W)$  na qual W representa a massa total do animal e  $W_f$  representa a massa do fígado.

### ***Análise Estatística***

Os dados dos dois experimentos foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade Kolmogorof-Smirnov (KS) e posteriormente à análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey ( $p<0,05$ ) através do programa estatístico SAS. As variáveis sanguíneas leucócitos e eritrócitos foram transformadas por Log 10 para as análises.

## **RESULTADOS**

### **Experimento 1**

As diferentes frequências alimentares testadas não afetaram ( $p>0,05$ ) a sobrevivência, peso final, ganho de peso diário, comprimento final, ganho de biomassa, taxa de crescimento específico diária e conversão alimentar de juvenis de pacamã com peso médio de 0,9g (Tabela 1).

**Tabela 1.** Desempenho de juvenis de pacamã com peso médio inicial de 0,9 g, submetidos a diferentes frequências alimentares, após 29 dias de experimento.

	Frequência alimentar			
	F2	F3	F4	F5
Sobrevivência (%) <sup>ns</sup>	87,5 ± 10,7	83,3 ± 17,9	89,2 ± 4,1	85,7 ± 13,0
Peso final (g) <sup>ns</sup>	2,1 ± 0,7	2,6 ± 0,2	2,6 ± 0,3	2,5 ± 0,4
Ganho de peso diário (g) <sup>ns</sup>	0,04 ± 0,02	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01
Ganho de biomassa (g) <sup>ns</sup>	14,1 ± 7,4	18,3 ± 5,8	20,71 ± 3,5	18,3 ± 5,7
Comprimento final (cm) <sup>ns</sup>	5,3 ± 0,7	5,6 ± 0,3	5,7 ± 0,3	5,7 ± 0,4
Taxa de Crescimento Específico (%/dia) <sup>ns</sup>	2,8 ± 0,3	3,7 ± 0,6	3,7 ± 0,3	3,6 ± 0,4
Conversão alimentar <sup>ns</sup>	1,6 ± 0,8	1,1 ± 0,1	1,0 ± 0,1	1,1 ± 0,1

<sup>ns</sup> – não significatvo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

F2 = duas vezes ao dia (às 8:00 e 17:00 h); F3 = três vezes ao dia (às 8:00, 13:00 e 17:00 h); F4 = quatro vezes ao dia (às 8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 h); e F5 = cinco vezes ao dia (às 8:00, 10:30, 13:00, 15:30 e 17:00 h).

## Experimento 2

As diferentes frequências alimentares testadas não afetaram ( $p>0,05$ ) a sobrevivência, peso final, ganho de peso diário, ganho de biomassa, taxa de crescimento específico, conversão alimentar, índice hepatossomático e índice vicerossomático de juvenis de *L. alexandri* com peso médio de 2,60 g (Tabela 2). Já o comprimento final foi maior F4, intermediário para F5 e F3 e inferior para F2 ( $p<0,05$ ).

**Tabela 2.** Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) de Taxa de crescimento específico, ganho de biomassa, ganho de peso, ganho de comprimento, comprimento final, conversão alimentar, índice hepatossômico e índice vicerossômico de juvenis de pacamã com peso médio inicial de 2,60g.

Desempenho	Frequência alimentar			
	F2	F3	F4	F5
Sobrevivência (%) <sup>ns</sup>	98,74 $\pm$ 0,84	97,08 $\pm$ 4,79	97,9 $\pm$ 2,53	99,58 $\pm$ 0,83
Peso Final (g) <sup>ns</sup>	11,35 $\pm$ 0,28	11,270,83	11,68 $\pm$ 0,69	11,19 $\pm$ 0,68
Ganho de Peso diário (g) <sup>ns</sup>	0,19 $\pm$ 0,10	0,19 $\pm$ 0,01	0,20 $\pm$ 0,01	0,19 $\pm$ 0,01
Ganho de Biomassa (g) <sup>ns</sup>	509,51 $\pm$ 23,16	500,61 $\pm$ 37,98	516,66 $\pm$ 19,47	499,98 $\pm$ 26,79
Comprimento Final (cm)	9,51 $\pm$ 0,32 <sup>b</sup>	10,11 $\pm$ 0,27 <sup>ab</sup>	10,15 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	9,86 $\pm$ 0,36 <sup>ab</sup>
Taxa de Crescimento Específico (%/dia) <sup>ns</sup>	3,18 $\pm$ 0,09	3,32 $\pm$ 0,10	3,25 $\pm$ 0,17	3,26 $\pm$ 0,13
Conversão Alimentar <sup>ns</sup>	0,97 $\pm$ 0,05	0,96 $\pm$ 0,06	0,99 $\pm$ 0,04	0,95 $\pm$ 0,02
Índice hepatossômico <sup>ns</sup>	1,73 $\pm$ 0,17	1,46 $\pm$ 0,11	1,56 $\pm$ 0,15	1,51 $\pm$ 0,08
Índice vicerossômico <sup>ns</sup>	0,84 $\pm$ 0,19	0,82 $\pm$ 0,06	0,98 $\pm$ 0,11	0,93 $\pm$ 0,17

<sup>ns</sup> - não significatvo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

F2 = duas vezes ao dia (às 8:00 e 17:00 h); F3 = três vezes ao dia (às 8:00, 13:00 e 17:00 h); F4 = quatro vezes ao dia (às 8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 h); e F5 = cinco vezes ao dia (às 8:00, 10:30, 13:00, 15:30 e 17:00 h).

Os valores de hematócrito, leucócitos e eritrócitos foram semelhantes entre os tratamentos (tabela 3) ( $p>0,05$ ). A proteína plasmática total foi menor para frequência alimentar F4, intermediário em F5 e F3 e inferior em F2 ( $p<0,05$ ). Na bioquímica sanguínea, os valores da hemoglobina foram semelhantes entre os tratamentos ( $p>0,05$ ). A glicose e o triglicerídeo apresentaram maiores valores para F2 ( $p<0,05$ ). Já, o colesterol foi maior para F5 e inferior a F3 ( $p<0,05$ ) e intermediário para F2 e F4.

**Tabela 3.** Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) de variáveis sanguíneas e bioquímicas de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* em diferentes frequências alimentares.

Variáveis sanguíneas	Frequência alimentar			
	F2	F3	F4	F5
Hematologia				
Hematócrito (%) <sup>ns</sup>	15,54 $\pm$ 1,62	17,39 $\pm$ 1,22	18,18 $\pm$ 1,40	16,26 $\pm$ 0,77
Proteína plasmática (g/dL)	1,93 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	1,85 $\pm$ 0,09 <sup>ab</sup>	1,72 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>	1,85 $\pm$ 0,08 <sup>ab</sup>
Leucócitos (10 <sup>5</sup> ) ( $\mu$ /L) <sup>ns</sup>	12,07 $\pm$ 1,18	9,81 $\pm$ 3,98	10,64 $\pm$ 1,02	7,36 $\pm$ 4,36
Eritrócitos (10 <sup>5</sup> ) ( $\mu$ /L) <sup>ns</sup>	6,34 $\pm$ 0,69	7,13 $\pm$ 1,09	8,36 $\pm$ 2,66	6,87 $\pm$ 2,02
Bioquímica				
Hemoglobina (mg/dL) <sup>ns</sup>	8,04 $\pm$ 1,63	6,79 $\pm$ 1,01	7,36 $\pm$ 0,94	7,19 $\pm$ 0,56
Glicose (mg/dL)	9,04 $\pm$ 3,88 <sup>a</sup>	4,62 $\pm$ 0,72 <sup>b</sup>	5,17 $\pm$ 1,53 <sup>b</sup>	4,91 $\pm$ 1,49 <sup>b</sup>
Colesterol (mg/dL)	67,45 $\pm$ 1,92 <sup>bc</sup>	55,42 $\pm$ 4,26 <sup>c</sup>	88,66 $\pm$ 21,66 <sup>ab</sup>	106,37 $\pm$ 8,73 <sup>a</sup>
Triglicerídeos (mg/dL)	388,47 $\pm$ 46,80 <sup>a</sup>	272,49 $\pm$ 38,84 <sup>b</sup>	243,26 $\pm$ 43,65 <sup>b</sup>	307,09 $\pm$ 40,90 <sup>ab</sup>

<sup>ns</sup> - não significatvo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

F2 = duas vezes ao dia (às 8:00 e 17:00 h); F3 = três vezes ao dia (às 8:00, 13:00 e 17:00 h); F4 = quatro vezes ao dia (às 8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 h); e F5 = cinco vezes ao dia (às 8:00, 10:30, 13:00, 15:30 e 17:00 h).

## DISCUSSÃO

As diferentes frequências alimentares testadas não afetaram a sobrevivência e desempenho dos juvenis de *L. alexandri* de diferentes tamanhos quando alimentados com dietas extrusadas, a exceção do comprimento final no experimento 2. Resultado similar foi encontrado na larvicultura desta espécie, quando do fornecimento de artêmia com alimento vivo entre duas e quatro vezes ao dia (SANTOS et al., 2016). O mesmo pode ser verificado na fase de condicionamento alimentar de juvenis desta espécie submetidos a alimentação em três e quatro vezes ao dia (SILVA et al., 2014). Desta forma, fica evidente que para esta espécie, em diferentes idades e fases de crescimento, assim como em diferentes manejos alimentares não se faz necessária várias alimentações ao dia. Este fato pode ser explicado pelo hábito alimentar carnívoro, onde os animais tem capacidade de ingerir grande quantidade de alimento em poucas alimentações.

Cabe destacar as altas taxas de sobrevivência, médias entre 83% e 89% no experimento 1 e entre 97% e 99% no experimento 2, verificados no presente estudo, apesar de ser uma espécie carnívora. Valores similares de sobrevivência também foram verificados por

MELILLO FILHO et al. (2013) e SILVA et al. (2014) para esta mesma espécie quando alimentadas com dietas secas, sendo que ambos registraram valores entre 93% a 100%. Estes resultados mostram a aceitação da dieta extrusada por esta espécie, fato que estimula estudos visando a produção de *L. alexandri*. Ao contrário para barramundi (*Lates calcarifer*) que apresentou maior sobrevivência nas frequências de três e quatro vezes ao dia (média de 75,8% e 69,77%, respectivamente) (BISWAS et al., 2010), enquanto para juvenis de catfish *Clarias gariepinus* a maior sobrevivência foi encontrada na frequência de uma vez a cada dois dias (73,3%) e a pior foi registrada na alimentação de duas vezes ao dia (30%) (OSO, 2015), resultados inferiores ao do registrado no presente estudo.

Similar ao trabalho apresentado, diferentes frequências alimentares também não afetaram o desempenho de juvenis de cobia (*Rachycentron canadum*) (COSTA-BONFIM et al., 2014) e de jundiá (*Rhamdia quelen*) (CARNEIRO e MIKOS, 2005). Porém, para juvenis de dourado (*Salminus brasiliensis*) a maior taxa de crescimento específico foi registrada na alimentação de seis e duas vezes ao dia quando comparado a frequência quatro vezes (FERREIRA et al., 2007), enquanto para juvenis de híbridos de *Clarias gariepinus* x *Heterobranchus longifilis* apresentaram melhores resultados de comprimento e peso finais para frequência alimentar de cinco vezes, comparado a frequências menores (NDOME et al., 2011). Desta forma fica evidente que a frequência alimentar adequada pode depender da espécie e hábito alimentar.

Cabe destacar também os valores de conversão alimentar verificados no experimento 1 (entre 1,0 e 1,6) e no experimento 2 (entre 0,95 e 0,99). Resultados semelhantes foram encontrados por SUN et al. (2016) para juvenis de *Salmo salar* (0,96 a 1,16) não diferenciando entre as frequências de duas e quatro vezes ao dia. Em um trabalho realizado por MELILLO FILHO et al. (2013) utilizando também juvenis de pacamãs a conversão alimentar foi similar ao presente estudo quando avaliado a taxa de arraçoamento de 2-6%. Isso indica que essa espécie consegue aproveitar bem a dieta ofertada.

No experimento 2, as frequências alimentares não tiveram efeito sobre os IVS e IHS. Resultados semelhantes no IHS foram encontrados por SUN et al. (2016) em juvenis de *S. salar* quando submetidos as frequências de duas e quatro vezes ao dia. O mesmo pode ser verificado no trabalho feito por TIAN et al. (2015) quando testado seis frequências alimentares em juvenis de *Megalobrama amblycephala*. Já no experimento realizado por WU et al. (2013) com juvenis de *Trachinotus ovatus* submetidos as quatro frequências alimentares, os valores do IHS foram menores em peixes alimentados duas ou três refeições por dia do que nos juvenis alimentados com 0,5, 1 ou 4 alimentações por dia. Diferenças também foram

verificadas em juvenis de *Sebastes schlegelii* (MIZANUR e BAI, 2014) onde foram encontrados valores do IHS maiores na frequência de duas, três ou quatro vezes ao dia, intermediário para uma alimentação ao dia e menor para uma refeição a cada dois dias. Porém, para IVS o maior valor foi encontrado na frequência de duas vezes ao dia e o menor para quatro vezes ao dia ou uma vez a cada dois dias.

Com relação a hematologia e a bioquímica sanguínea realizada no experimento 2, as diferentes frequências alimentares não interferiram nos leucócitos, eritrócitos, hematócrito e hemoglobina. De acordo com LARSON et al. (1976) essas variáveis podem ser utilizadas como instrumentos clínicos para alterações bioquímicas e fisiológicas nos peixes ou até mesmo indicar situação de estresse. Em situação de estresse, é comum a elevação da concentração hemoglobina devido ao aumento da taxa ventilatória, do fluxo sanguíneo branquial, da capacidade de difusão e transporte de oxigênio, assim como alterações no hematócrito que indicam hemoconcentração ou hemodiluição devido aos distúrbios osmorregulatórios, alterações no número de eritrócitos e leucócitos (SOLTADOV, 1996; MARIANO, 2009), fato não registrado no presente estudo. Desta forma, considerando estas variáveis, juntamente com os resultados de sobrevivência e desempenho, as diferentes frequências alimentares e manejos adotados foram adequados para o cultivo da espécie em sistema de recirculação de água (SRA)

Contudo, a proteína plasmática total teve menor valor para frequência alimentar F4, intermediário em F5 e F3 e maior em F2. Entretanto, em um estudo realizado por LI et al. (2014) com juvenis de *Megalobrama amblycephala* as diferentes frequências alimentares não afetaram a proteína total. Porém estes autores registraram diferenças entre as frequências alimentares para hemoglobina, eritrócitos e leucócito. Desta forma os resultados discutidos diferem dos registrados para pacamã, fato que pode ser devido a espécie e seu comportamento alimentar.

A glicose e o triglicerídeo apresentaram maiores valores para F2. Já o colesterol foi maior para F5 e inferior a F3, sendo que nesta frequência o colesterol foi semelhante a F2. Esses metabólitos são utilizados para medir a resposta de diversos fatores na fisiologia do animal, entre eles o estresse (CELIK, 2004). Entende-se que para determinar a condição de saúde do animal através desses componentes sanguíneos, é necessário primeiramente, delimitar as faixas normais de seus valores (RANZANI-PAIVA e GODINHO, 1988). Apesar dessas variáveis terem apresentado diferenças entre os tratamentos não é possível afirmar que os animais apresentam um quadro de estresse, já que as outras variáveis analisadas indicam animais saudáveis.



## **CONCLUSÃO**

A melhor frequência alimentar para juvenis independente do tamanho está entre duas a 5 vezes ao dia, sem prejudicar a saúde do animal e o seu desempenho zootécnico. Contudo, deve-se levar em consideração do custo de mão de obra para maiores frequências alimentares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BISWAS, G.; THIRUNAVUKKARASU, A. R.; SUNDARAY, J. R.; KAILASAM, M. Optimization of feeding frequency of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fry reared in net cages under brackishwater environment. **Aquaculture**, v. 305, p. 26-31, 2010.
- CARNEIRO, P. C. F.; MIKOS, J. D. Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, v. 35, n.1, p.187-191, 2005.
- CELIK, E. S. Blood chemistry (eletrolitytes, lipoproteins and enzymes) values of black scorpion fish (*Scorpaena porcus* linneaus, 1758) in the Dadanelles, Turkey. **Journal of Biological Sciences**. v. 4, n. 6, p. 716-719, 2004.
- CORDEIRO, N. I. S.; COSTA, D. C.; SILVA, W. de S.; TAKATA, R.; MIRANDA-FILHO, K. C.; LUZ, R. K. High stocking density during larviculture and effect of size and diet on production of juvenile *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1876 (Siluriformes: Pseudopimelodidae). **Journal applied Ichthyology**. v.32, p. 61-66, 2016.
- COSTA-BONFIM, C. N.; PESSOA, W. V. N.; OLIVEIRA, R. L. M.; FARIAS, J. L.; DOMINGUES, E. C.; HAMILTON, S.; CAVALLI, R. O. THE effect of feeding frequency on growth performance of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 30, p. 135-139, 2014.
- COSTA, D. C.; SILVA, W. de S.; MELILLO-FILHO, R.; MIRANDA-FILHO, K. C.; SANTOS, J. C. E.; LUZ, R. K. Capture, adaptation and artificial control of reproduction of *Lophiosilurus alexandri*: A carnivorous freshwater species. **Animal Reproduction Science**, v. 159, p. 148-154, 2015.
- DWYER, K. S.; BROWN, J. A.; PARRISH, C.; LALL, S. P. Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*). **Aquaculture**, v. 213, p-279-292, 2002.
- FERREIRA, R. A.; RÓBSON, T.; COSTA, T. R.; BULGARELLI, A. L. A.; ISHIKAWA, M. M.; HISANO, H. Desempenho produtivo de alevinos de dourado (*Salminus brasiliensis*) submetidos a diferentes frequências de alimentação. **Ensaios e Ciência**, v. 11, n. 2, p. 33-38,. 2007.
- FIGUEIREDO, R. A. C. R.; SOUZA, R. C.; BEZERRA, K. S.; CAMPECHE, D. F. B.; CAMPOS, R. M. L.; SOUZA, A. M.; MELO, J. F. B. Relação proteína: carboidrato no desempenho e metabolismo de juvenis de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n. 5, p. 1567- 1576, 2014.

- FIOD, M. S. de R.; DUCATTI, C.; CABRAL, M. C.; TEIXEIRA, R. B. G.; ABIMORAD, E. G.; JOMORI, R. K. Efeito da frequência alimentar sobre o crescimento e a composição isotópica ( $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ ) de juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus*. **Nucleus Animalium**, v. 2, p. 41-52, 2010.
- FOLKVORD, A.; OTTERA, H. Effects of initial size distribution, day length, and feeding frequency on growth, survival, and cannibalism in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*, L.). **Aquaculture**, v.114, p.243-260, 1993.
- GOLDENFARB, P. B.; BOWYER, F. P.; HALL, E.; BROSIUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determinations. **American Journal of Clinical Pathology**, v.56, p.35-39, 1971.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Sumário executivo**: Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Brasília, 76p., 2016.
- KITAGAWA, A. T.; COSTA, L. S.; PAULINO, R. R.; LUZ, R. K.; ROSA, P. V.; SANTOS, B. G.; SILVA, R. F. Feeding behavior and the effect of photoperiod on the performance and hematological parameters of the pacamã catfish (*Lophiosilurus alexandri*). **Applied Animal Behaviour Science**, v. 171, p. 211-218, 2015.
- LARSON, A.; JOHANSSON-SJOBECK, M.J.; FANGE, R. Comparative study of some haematological and biochemical blood parameters in fishes from the Skagerrak. **Journal of Fish Biology**, v.9, p.425-440, 1976.
- LI, X. F.; TIAN, H. Y.; ZHANG, D. D.; JIANG, G. Z.; LIU, W. B. Feeding frequency affects stress, innate immunity and disease resistance of juvenile blunt snout bream *Megalobrama amblycephala*. **Fish & Shellfish Immunology**, v.38, p.80-87, 2014.
- LUZ, R. K.; PORTELLA, M. C. Frequência alimentar na larvicultura do Trairão (*Hoplias lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1442-1448, 2005.
- LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E. dos. Densidade de estocagem e salinidade da água na larvicultura do pacamã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.903-909, 2008.
- LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E. Effect of salt addition and feeding frequency on cascudo preto *Rhinelepis aspera* (Pisces: Loricariidae) larviculture. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 16, p-453-455, 2010.
- LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E.; PEDREIRA, M. M.; TEIXEIRA, E. A. Effect of water flow rate and feed training on “pacamã” (Siluriforme: Pseudopimelodidae) juvenile production. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.973-979, 2011.

- MARIANO, W. S.; OBA, E. L.; SANTOS, L. R. B.; FERNANDES, M. N. Respostas fisiológicas de jeju (*Hoplerythrinus unitaeniatus*) expostos ao ar atmosférico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, p. 210-223, 2009.
- MANLEY, C. B.; RAKOCINSKI, C. F.; LEE, P. G.; BLAYLOCK, R. B. Feeding frequency mediates aggression and cannibalism in larval hatchery-reared spotted seatrout, *Cynoscion nebulosus*. **Aquaculture**, v. 437, p. 155-160, 2015.
- MIZANUR, R. M.; BAI, S. C. The optimum feeding frequency in growing Korean Rockfish (*Sebastes schlegeli*) rearing at the temperature of 15°C and 19°C. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, p. 1319 – 1327, 2014.
- MELILO FILHO, R.; TAKATA, R.; SANTOS, A. E. H.; SILVA, W. S.; IKEDA, A. L.; RODRIGUES, L. A.; SANTOS, J. C. E.; SALARO, A. L.; LUZ, R. K. Draining system and feeding rate during the initial development of *Lophiosilurus alexandri* (Steindachner, 1877), a carnivorous freshwater fish. **Aquaculture Research**, p. 1-8, 2013.
- MELO, K. D. M.; OLIVEIRA, G. R.; BRITO, T. S.; SOARES, D. R. P.; TESSITORE, A. J. A.; ALVARENGA, E. R.; TURRA, E. M.; SILVA, F. C. O.; TEIXEIRA, E. A. Digestibilidade de ingredientes em dietas para juvenis de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.6, p. 785 – 788, 2016.
- MURAI, T.; ANDREWS, J. W. Effect of frequency of feeding on growth and food conversion of channel catfish fry. **Bulletim of Japanese Society on Science of Fisheries**, v.42, p.159-161, 1976.
- NDOME, C. B.; EKWU, A. O.; ATEB, A. A. Effect of Feeding Frequency on Feed Consumption, Growth and Feed Conversion of *Clarias gariepinus* X *Heterobranchus longifilis* Hybrids. **American-Eurasian Journal of Scientific Research**, v.6, n.1, p.06-12, 2011.
- OSO, J. A. Effects of Feeding Frequency Variation on the Growth and Survival of *Clarias gariepinus*. **Science, Technology and Arts Research Journal**, v.4, n.3, p. 98-100, 2015.
- RANZANI-PAIVA, M. J. T.; GODINHO, H. M. Características do plasma sanguíneo do pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (*Colossoma mitrei* Berg, 1895) em condições experimentais de criação. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 15, p. 169-177, 1988.

- RIBEIRO, F. F.; FORSYTHE, S.; QIN, J. G. Dynamics of intracohort cannibalism and size heterogeneity in juvenile barramundi (*Lates calcarifer*) at different stocking densities and feeding frequencies. **Aquaculture**, v.444, p.55-61, 2015.
- SALARO, A. L.; JUNIOR, J. C. O.; LIMA, F. W.; FERRAZ, R. B.; PONTES, M. D.; CAMPELO, D. A. V.; ZUANON, J. A. S.; LUZ, R. K. Gelatin in replacement of bovine heart in feed training of *Lophiosilurus alexandri* in different water salinities. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, p. 2281-2287, 2015.
- SANTOS, L. D.; SILVA, L. C. R. da; AMORIN, J. V. O.; BALEN, R. E.; MEURER, F. Effect of food processing on the development of pacamã fingerlings (*Lophiosilurus alexandri*). **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 115-120, 2012.
- SANTOS, J. C. E.; CORREIA, E. S.; LUZ, R. K. Effect of daily artemia nauplii concentrations during juvenile production of *Lophiosilurus alexandri*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.41, p. 771-776, 2015.
- SANTOS, J. C. E.; PEDREIRA, M. M.; LUZ, R. K. Feeding frequency in pacamã larviculture. **Revista Caatinga**, v. 29, n.2, p. 512-518, 2016.
- SILVA, W. S.; CORDEIRO, N. I. S.; COSTA, D. C.; TAKATA, R.; LUZ, R. K. Frequência alimentar e taxa de arraçamento durante o condicionamento alimentar de juvenis de pacamã. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 49, n. 8, p. 648-651, 2014.
- SILVA, C. R.; GOMES, L. V.; BRANDÃO, F. R. Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages. **Aquaculture**, v.264, p-135-139, 2007.
- SOLTADOV, A. A. the effect of hypoxia on red blood cells of flounder: a morphologic and autoradiographic study. **Journal of fish biology**, v. 48, p. 321-328, 1996.
- SOUZA, M. G.; COSTA, M. M. da; SEABRA, A. G. L.; BALEN, R. E.; MEURER, F. Alimento vivo e inerte para alevinos de pacamã. **Revista Agrarian**, v.7, n.24, p.360-364, 2014.
- SOUZA, M. G.; SEABRA, A. G. L.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, L. D.; BALEN, R. E.; MEURER, F. Exigência de proteína bruta para juvenis de pacamã. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.2, p.362-370, 2013.
- SUN, G.; LIU, Y.; QIU, D.; YI, M.; LI, X; LI, Y. Effects of feeding rate and frequency on growth performance, digestion and nutrients balances of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in recirculating aquaculture systems (RAS). **Aquaculture Research**, v.47, p.176-188, 2016.

- TAKATA, R.; SILVA, W. S.; COSTA, D. C.; MELILLO-FILHO, R.; LUZ, R. K. Effect of water temperature and prey concentrations on initial development of *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1876 (Siluriformes: Pseudopimelodidae), a freshwater fish. **Neotropical Ichthyology**, v. 12, p. 853-859, 2014.
- TRAVASSOS, H. Nótula sobre o pacamã. *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1876. **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, v.4, p.1-2, 1959.
- TENÓRIO, R. A.; SANTOS, A. J. G.; LOPES, J. P.; NOGUEIRA, E. M. de S. Crescimento do niquim (*Lophiosilurus alexandri* Steindachner 1876), em diferentes condições de luminosidade e tipos de alimentos. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.28, p.305-309, 2006.
- TIAN, H. Y.; ZHANG, D. D.; LI, X. F.; ZHANG, C. N.; QIAN, Y.; LIU, W. B. Optimum feeding frequency of juvenile blunt snout bream *Megalobrama amblycephala*. **Aquaculture**, v.437, p. 60-66, 2015.
- VERAS, G. C.; BRABO, M. F.; DIAS, J. A.; ABE, H. A.; NUNES, Z. M. P.; MURGAS, L. D. S. The effect of photoperiod and feeding frequency on larval of the Amazonian ornamental fish *Pyrrhulina brevis* (Steindachner, 1876). **Aquaculture Research**, v.47, p. 797-803, 2016.
- WANG, N.; HAYWARD, R. S.; NOLTIE, D. B. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. **Aquaculture**, v.165, p.261-267, 1998.
- WU, Y.; HAN, H.; QIN, J.; WANG, Y. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, body composition and waste output of juvenile golden pompano (*Trachinotus ovatus*) reared in net pens. **Aquaculture Research**, p. 1-8, 2013.