



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE ESTUDOS COSTEIROS  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE PESCA

LAILSON MAIA PINHEIRO REIS

**JANELA CRÍTICA DE ALIMENTAÇÃO: INFLUÊNCIA DO  
FORNECIMENTO TARDIO DE NÁUPLIOS DE *Artemia* NA  
LARVICULTURA DE *Pyrrhulina brevis* (STEINDACHNER, 1876)**

BRAGANÇA - PARÁ

2026



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE ESTUDOS COSTEIROS  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE PESCA

LAILSON MAIA PINHEIRO REIS

**JANELA CRÍTICA DE ALIMENTAÇÃO: INFLUÊNCIA DO  
FORNECIMENTO TARDIO DE NÁUPLIOS DE *Artemia* NA  
LARVICULTURA DE *Pyrrhulina brevis* (STEINDACHNER, 1876)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Faculdade de Engenharia de Pesca, da Universidade Federal do Pará, Instituto de Estudos Costeiros, como requisito para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Me. Leonnan Carlos Carvalho de Oliveira  
Coorientadora: Me. Bianca Gomes da Silveira

BRAGANÇA - PARÁ  
2026

LAILSON MAIA PINHEIRO REIS

**JANELA CRÍTICA DE ALIMENTAÇÃO: INFLUÊNCIA DO  
FORNECIMENTO TARDIO DE NÁUPLIOS DE *Artemia* NA  
LARVICULTURA DE *Pyrrhulina brevis* (STEINDACHNER, 1876)**

Trabalho julgado para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca do curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Pará Campus de Bragança.

DATA: 20/07/2026

CONCEITO:

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Me. Leonnan Carlos Carvalho de Oliveira  
FEPESCA/IECOS/UFPA – Orientador

---

Prof. Dr. Daniel Abreu Vasconcelos Campelo  
FEPESCA/IECOS/UFPA

---

Prof. Dr. Ryuller Gama Abreu Reis  
FEPESCA/IECOS/UFPA

BRAGANÇA - PARÁ

2026

## EPÍGRAFE

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais  
voltará ao seu tamanho original.”

Atribuída a Albert Einstein.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, Pedro Braga Reis e Lucimar Pinheiro, pelo amor, responsabilidade e apoio incondicional ao longo de toda a minha trajetória, e aos meus irmãos, pela força e incentivo constantes. Esta conquista representa a realização de um sonho construído com esforço, dedicação e determinação, compartilhado com todos vocês.

## **AGRADECIMENTOS**

Hoje encerro um ciclo muito importante da minha vida acadêmica. Foram cinco anos de intenso aprendizado, desafios, dedicação e conquistas ao longo do curso de Engenharia de Pesca. Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder força, sabedoria e perseverança para superar cada etapa dessa caminhada, e à minha família, pelo amor, apoio e incentivo incondicionais em todos os momentos.

Aos professores, minha sincera gratidão pelos ensinamentos, pela dedicação e por contribuírem de forma significativa para minha formação profissional e pessoal. Aos amigos de turma, agradeço pela parceria, companheirismo e pelos momentos inesquecíveis que tornaram essa jornada ainda mais especial.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Leonnan Carlos Carvalho de Oliveira, expresso meu profundo agradecimento pela orientação, disponibilidade e apoio durante o desenvolvimento deste trabalho, fundamentais para sua realização. À minha coorientadora, Me. Bianca Gomes da Silveira, agradeço pelas valiosas contribuições, dedicação e incentivo, que foram essenciais para a concretização deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta trajetória e contribuíram para a realização deste sonho. Levo comigo os conhecimentos adquiridos, as experiências vividas e a certeza de que esta conquista representa apenas o início de uma carreira pautada na ética, responsabilidade, dedicação e compromisso com a Engenharia de Pesca.

## RESUMO

A consolidação da piscicultura de peixes ornamentais amazônicos depende do desenvolvimento de protocolos de larvicultura que maximizem a sobrevivência e o crescimento durante os primeiros dias de vida, fase considerada crítica para o sucesso produtivo. Entre as espécies com potencial para esse segmento, *Pyrrhulina brevis* destaca-se por suas características ornamentais e interesse comercial, embora ainda existam lacunas relacionadas ao manejo alimentar de suas larvas. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar o impacto da introdução tardia de náuplios de *Artemia* na larvicultura de *P. brevis*. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos e quatro repetições. As larvas foram submetidas a diferentes atrasos no fornecimento de náuplios de *Artemia* (0, 2, 4 e 6 dias após o início da alimentação exógena) e alimentadas até o término do período experimental de 20 dias. Ao final do experimento, foram avaliados o desempenho zootécnico e o ponto de não retorno (PNR). Não foram observadas diferenças no comprimento, peso, uniformidade ou fator de condição de Fulton entre as larvas alimentadas sem atraso e aquelas submetidas ao atraso de 2 dias ( $p>0,05$ ). Entretanto, atrasos de 4 dias ou mais resultaram em mortalidade total das larvas até o quinto dia de experimento. As larvas alimentadas desde o início apresentaram sobrevivência de 86,25%, significativamente superior aos 20% registrados para o atraso de 2 dias ( $p<0,05$ ). O PNR foi estimado em 2,69 dias (9,69 dias após a eclosão). Os resultados demonstram que a introdução tardia de náuplios de *Artemia* compromete severamente a sobrevivência das larvas de *P. brevis*, evidenciando a necessidade de iniciar precocemente a alimentação exógena para garantir o sucesso da larvicultura da espécie.

**Palavras-chave:** Jejum; Presas vivas; Piscicultura ornamental; Ponto de não retorno.

## ABSTRACT

The consolidation of Amazonian ornamental fish farming depends on the development of larviculture protocols that maximize survival and growth during the first days of life, a stage considered critical for production success. Among the species with potential for this sector, *Pyrrhulina brevis* stands out due to its ornamental characteristics and commercial interest, although important gaps related to larval feeding management still remain. In this context, the present study aimed to evaluate the impact of delayed *Artemia* nauplii introduction during the larviculture of *P. brevis*. A completely randomized design consisting of four treatments and four replicates was used. Larvae were subjected to different delays in *Artemia* nauplii provision (0, 2, 4, and 6 days after the onset of exogenous feeding) and were subsequently fed until the end of the 20-day experimental period. At the end of the experiment, zootechnical performance and the point of no return (PNR) were evaluated. No significant differences were observed in total length, body weight, uniformity, or Fulton's condition factor between larvae fed without delay and those subjected to a 2-day delay in *Artemia* nauplii provision ( $p > 0.05$ ). However, delays of 4 days or longer resulted in complete larval mortality by the fifth day of the experiment. Larvae fed from the onset of exogenous feeding achieved a survival rate of 86.25%, significantly higher than the 20% survival recorded for larvae subjected to a 2-day delay ( $p < 0.05$ ). The PNR was estimated at 2.69 days (9.69 days after hatching). These results demonstrate that delaying the introduction of *Artemia* nauplii severely compromises the survival of *P. brevis* larvae, highlighting the need to initiate exogenous feeding at an early stage to ensure successful larviculture of this species.

**Keywords:** Fasting; Live prey; Ornamental fish farming; Point-of-no-return.



## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                      |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPITULO I – CONTEXTUALIZAÇÃO</b>                                                                                                                 | <b>10</b> |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL                                                                                                                                  | 11        |
| <b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b>                                                                                                                        | <b>12</b> |
| 2.1 Panorama do mercado de peixes ornamentais                                                                                                        | 12        |
| 2.2 <i>Pyrrhulina brevis</i> (Steindachner, 1876)                                                                                                    | 13        |
| 2.3 Manejo alimentar e produtivo na larvicultura de peixes.                                                                                          | 14        |
| 2.4 Restrição alimentar na larvicultura de peixes.                                                                                                   | 15        |
| <b>3. OBJETIVOS</b>                                                                                                                                  | <b>16</b> |
| 3.1 Objetivo geral                                                                                                                                   | 16        |
| 3.2 Objetivos específicos                                                                                                                            | 16        |
| <b>4. BIBLIOGRAFIA</b>                                                                                                                               | <b>16</b> |
| <b>CAPÍTULO II - ESTRATÉGIA DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR NA PRODUÇÃO DE <i>Pyrrhulina brevis</i> (Steindachner, 1876), UM PEIXE ORNAMENTAL DA AMAZÔNIA</b> | <b>20</b> |
| <b>Resumo</b>                                                                                                                                        | <b>21</b> |
| <b>Abstract</b>                                                                                                                                      | <b>21</b> |
| <b>Introdução</b>                                                                                                                                    | <b>22</b> |
| <b>Material e Métodos</b>                                                                                                                            | <b>23</b> |
| Peixes e delineamento experimental.                                                                                                                  | 23        |
| Desempenho produtivo.                                                                                                                                | 24        |
| Análise estatística.                                                                                                                                 | 25        |
| <b>Resultados</b>                                                                                                                                    | <b>25</b> |
| <b>Discussão</b>                                                                                                                                     | <b>28</b> |
| <b>Conclusões</b>                                                                                                                                    | <b>30</b> |
| <b>Referências</b>                                                                                                                                   | <b>30</b> |

## **CAPÍTULO I**

### **CONTEXTUALIZAÇÃO**

Elaborado de acordo com as normas da **Universidade Federal do Pará (UFPA)** e da **Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)**

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A piscicultura ornamental representa um dos segmentos de maior crescimento da aquicultura mundial, impulsionada pela expansão da aquariofilia e pela crescente demanda por espécies de elevado valor estético (Raja et al., 2019; Teletchea, 2019). Nesse contexto, a Amazônia destaca-se por abrigar uma das maiores diversidades de peixes ornamentais do planeta, conferindo ao Brasil posição estratégica no mercado internacional (Ferreira et al., 2020; EMBRAPA, 2022). Apesar desse potencial, a atividade ainda enfrenta desafios relacionados à dependência do extrativismo, à necessidade de sistemas produtivos mais sustentáveis e ao desenvolvimento de tecnologias que viabilizem a produção comercial em cativeiro (Abe et al., 2016a; Evers et al., 2019; Paixão et al., 2019; Silva et al., 2019).

Entre as espécies amazônicas com potencial para a piscicultura ornamental, *Pyrrhulina brevis* (Steindachner, 1876) destaca-se por apresentar características biológicas e zootécnicas favoráveis ao cultivo, incluindo adaptação às condições de criação, reprodução em cativeiro e elevado valor comercial (Abe et al., 2015; Oliveira et al., 2020a; Oliveira, 2022). Entretanto, embora avanços importantes tenham sido alcançados nos últimos anos, a consolidação de sua produção em escala comercial ainda é limitada pela escassez de informações relacionadas ao manejo produtivo, especialmente durante a fase larval, considerada a etapa mais crítica do ciclo de produção (Oliveira et al., 2020a; Abe et al., 2022).

A larvicultura é determinante para o sucesso da produção de peixes ornamentais, pois falhas de manejo podem comprometer o crescimento, a sobrevivência e a qualidade dos juvenis (Abe et al., 2019). Nessa fase, o fornecimento de alimento vivo, como os náuplios de *Artemia*, é indispensável devido às limitações morfofisiológicas do sistema digestório das larvas, embora represente um dos principais custos de produção (Stejskal et al., 2018; Eiras et al., 2024). Assim, o desenvolvimento de protocolos alimentares específicos constitui uma etapa essencial para aumentar a eficiência produtiva e reduzir os custos da larvicultura.

Além da definição das estratégias de alimentação, compreender a resposta das larvas à privação alimentar é fundamental para o aperfeiçoamento do manejo nutricional. Nesse sentido, a determinação do ponto de não retorno (PNR) permite identificar o limite fisiológico de tolerância ao jejum, fornecendo informações importantes para o estabelecimento de protocolos de alimentação mais seguros e eficientes (Blaxter & Hempel, 1963). Esses conhecimentos contribuem para minimizar perdas durante a larvicultura e ampliar a eficiência dos sistemas de produção.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Panorama do comércio de peixes ornamentais**

O comércio de organismos aquáticos ornamentais representa um dos segmentos de maior valor econômico da aquicultura mundial, impulsionado pela expansão da aquariofilia e pela crescente demanda por espécies de elevado valor estético. Estima-se que entre 1 e 2 bilhões de peixes ornamentais sejam comercializados anualmente, movimentando mais de US\$ 10 bilhões no varejo e até US\$ 30 bilhões em toda a cadeia produtiva (Raja et al., 2019; Teletchea, 2019). Em 2020, o mercado internacional de exportação alcançou aproximadamente US\$ 330 milhões, e o Brasil destacou-se como o 15º maior exportador mundial e o segundo da América do Sul, evidenciando o potencial de sua biodiversidade (PNIPA, 2021; EMBRAPA, 2022).

Grande parte desse potencial está concentrada na Amazônia, reconhecida pela elevada diversidade de peixes ornamentais com alto valor comercial. Apesar disso, a exportação brasileira ainda depende principalmente do extrativismo, concentrado nos estados do Amazonas e do Pará, responsáveis por cerca de 90% das exportações nacionais (Ferreira et al., 2020). Contudo, a pressão por cadeias produtivas sustentáveis (Paixão et al., 2019), o comércio ilegal de espécies (Evers et al., 2019), a redução dos estoques naturais e o avanço da produção em cativeiro em outros países têm reduzido a competitividade desse modelo (Abe et al., 2016a; Silva et al., 2019).

Nesse contexto, a piscicultura ornamental surge como alternativa para reduzir a dependência do extrativismo, contribuir para a conservação da biodiversidade e ampliar a oferta de peixes ornamentais ao mercado (Abe et al., 2019). Além de possibilitar maior controle das condições de cultivo, a produção em cativeiro favorece a obtenção de peixes com melhor qualidade sanitária e maior valor comercial, tornando-se uma importante fonte de renda para pequenos e médios produtores (Zuanon et al., 2011; Cardoso et al., 2021).

Entretanto, a expansão sustentável desse setor depende do aperfeiçoamento das tecnologias de produção, especialmente do manejo nutricional. A alimentação representa um dos principais custos da larvicultura e influencia diretamente o crescimento, a sobrevivência e a qualidade dos peixes ornamentais (Abe et al., 2022). Assim, o desenvolvimento de protocolos alimentares específicos para espécies ornamentais constitui uma etapa fundamental para aumentar a eficiência produtiva e fortalecer a competitividade da piscicultura ornamental brasileira (Campelo et al., 2020; Oliveira et al., 2020b).

## 2.2 *Pyrrhulina brevis* (Steindachner, 1876)

A família Lebiasinidae compreende diversas espécies de peixes neotropicais distribuídas principalmente na bacia Amazônica, muitas das quais apresentam elevado potencial para a piscicultura ornamental devido à diversidade de formas, colorações e comportamentos que despertam interesse no mercado da aquariofilia (Abe et al., 2015; Abe et al., 2019). Entre essas espécies, destaca-se *Pyrrhulina brevis* (Steindachner, 1876), peixe endêmico da Amazônia que reúne características ornamentais e produtivas capazes de favorecer sua inserção na criação comercial (Oliveira et al., 2020a).

Além do elevado valor estético, *P. brevis* apresenta atributos biológicos que favorecem sua produção em cativeiro, como rápida adaptação às condições de cultivo, reprodução viável em sistemas controlados e aceitação precoce de dietas inertes (Oliveira, 2022). Essas características, associadas ao crescente interesse por espécies amazônicas, conferem elevado potencial econômico à espécie, cujos exemplares adultos podem alcançar valores de até 5,50 € no mercado internacional (Aquaterra-Diffusion, 2026).

Apesar desse potencial, a disponibilidade de *P. brevis* ainda depende predominantemente da captura de exemplares em ambientes naturais, mantendo o extrativismo como principal fonte de abastecimento do mercado ornamental (Abe et al., 2015; Abe et al., 2022). Essa dependência limita a expansão sustentável da atividade, aumenta a pressão sobre as populações naturais e evidencia a necessidade de tecnologias que possibilitem a produção comercial da espécie em sistemas de cultivo.

Embora avanços tenham sido obtidos na reprodução em cativeiro, o pacote tecnológico para a criação de *P. brevis* ainda apresenta limitações importantes, principalmente durante a larvicultura, considerada a fase mais crítica do ciclo produtivo (Oliveira et al., 2020a). A escassez de informações sobre manejo e nutrição dificulta a padronização dos sistemas de cultivo, reduz a eficiência produtiva e limita a consolidação da espécie na piscicultura ornamental (Pinheiro Junior et al., 2023).

Nesse contexto, o desenvolvimento de protocolos específicos para a larvicultura de *P. brevis* representa uma etapa essencial para o fortalecimento de sua produção em cativeiro. A otimização das estratégias de alimentação, especialmente durante as fases iniciais de desenvolvimento, pode aumentar o crescimento e a sobrevivência das larvas, reduzir custos de produção e contribuir para a consolidação de um pacote tecnológico capaz de ampliar a competitividade da piscicultura ornamental brasileira e reduzir a dependência do extrativismo (Veras et al., 2014; Abe et al., 2015; Oliveira et al., 2020a).

### 2.3 Manejo alimentar e produtivo na larvicultura de peixes

A larvicultura representa a fase mais crítica do ciclo produtivo dos peixes, pois pequenas falhas de manejo podem resultar em elevadas taxas de mortalidade e comprometer o sucesso da produção (Abe et al., 2019). Durante esse período, as larvas apresentam reduzidas reservas energéticas, elevada demanda metabólica e limitada capacidade de adaptação às variações ambientais e nutricionais, tornando o fornecimento adequado de alimento um dos principais fatores para sua sobrevivência e desenvolvimento (Oliveira et al., 2020a).

Nas espécies altriciais, como *P. brevis*, a alimentação exógena inicia-se quando o sistema digestório ainda está em processo de maturação, aumentando a dependência do fornecimento contínuo de alimento vivo nos primeiros dias de desenvolvimento (Menossi et al., 2012). Nessas condições, atrasos no início da alimentação ou períodos de privação alimentar aceleram o consumo das reservas energéticas, comprometendo o crescimento, o desenvolvimento fisiológico e a sobrevivência das larvas (Abe et al., 2022; Xu et al., 2023).

Entre os alimentos vivos utilizados na larvicultura, os náuplios de *Artemia* destacam-se pelo elevado valor nutricional, alta digestibilidade e tamanho compatível com a abertura bucal das larvas, favorecendo o crescimento inicial e o desenvolvimento do trato digestório (Portella et al., 2014). Entretanto, seu elevado custo torna essa fase uma das mais onerosas da piscicultura ornamental, estimulando o desenvolvimento de estratégias que permitam otimizar seu uso sem comprometer o desempenho produtivo (Stejskal et al., 2018).

Nesse contexto, estudos sobre restrição alimentar total são fundamentais para compreender os limites fisiológicos das larvas frente à ausência de alimento (Melo et al., 2020). A determinação do ponto de não retorno (PNR), definido como o período máximo de jejum após o qual as larvas perdem irreversivelmente a capacidade de retomar o crescimento e sobreviver, constitui uma ferramenta importante para o estabelecimento de protocolos seguros de alimentação durante a larvicultura (Blaxter & Hempel, 1963).

Embora *P. brevis* apresente elevado potencial para a piscicultura ornamental, ainda são escassas as informações sobre sua tolerância à privação alimentar durante a fase larval. Dessa forma, a determinação do ponto de não retorno poderá ampliar o conhecimento sobre a fisiologia nutricional da espécie e subsidiar o desenvolvimento de protocolos alimentares mais eficientes, contribuindo para aumentar a sobrevivência larval, otimizar o uso de alimento vivo e fortalecer a produção comercial em cativeiro.

## 2.4 Restrição alimentar na larvicultura de peixes

A alimentação constitui um dos principais fatores que determinam o sucesso da larvicultura de peixes, influenciando diretamente a sobrevivência, o crescimento e o desenvolvimento das larvas (Abe et al., 2019; Campelo et al., 2019). Durante essa fase, o fornecimento de náuplios de *Artemia* é amplamente utilizado devido ao elevado valor nutricional, alta digestibilidade e compatibilidade com as limitações morfofisiológicas do sistema digestório larval (Abe et al., 2019). Entretanto, a dependência desse alimento vivo torna a larvicultura uma das etapas de maior custo da piscicultura ornamental, reforçando a necessidade de protocolos alimentares mais eficientes (Eiras et al., 2024).

A restrição alimentar total constitui uma importante ferramenta para avaliar a tolerância das larvas à ausência de alimento durante o desenvolvimento inicial (Melo et al., 2020). Essa estratégia é utilizada para determinar o ponto de não retorno (PNR), definido como o período máximo de jejum após o qual as larvas perdem irreversivelmente a capacidade de retomar a alimentação e sobreviver, mesmo após o restabelecimento da oferta de alimento (Blaxter & Hempel, 1963). Dessa forma, o PNR representa um indicador dos limites fisiológicos das larvas frente à privação alimentar e um importante parâmetro para o desenvolvimento de protocolos de manejo.

O conhecimento do PNR possui aplicação direta na larvicultura, pois permite estabelecer o intervalo máximo de privação alimentar compatível com a sobrevivência da espécie. Além disso, possibilita compreender o uso das reservas energéticas durante os primeiros dias de vida e reduzir perdas decorrentes de falhas no início da alimentação exógena, contribuindo para o aperfeiçoamento dos protocolos de criação (Melo et al., 2020; Abe et al., 2022; Xu et al., 2023).

Embora estudos recentes tenham ampliado o conhecimento sobre a biologia e a criação de *P. brevis*, ainda são escassas as informações sobre sua tolerância ao jejum durante a fase larval, limitando o entendimento de sua fisiologia nutricional e o desenvolvimento de protocolos alimentares específicos para a espécie (Oliveira et al., 2020a; Abe et al., 2022).

Dessa forma, a determinação do ponto de não retorno em *P. brevis* representa uma etapa fundamental para o desenvolvimento do pacote tecnológico da espécie. Os resultados poderão ampliar o conhecimento sobre sua fisiologia larval, subsidiar o aperfeiçoamento do manejo alimentar, otimizar o uso de náuplios de *Artemia* e contribuir para fortalecer a produção comercial dessa espécie ornamental em sistemas de cultivo.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo geral

- Avaliar os efeitos da introdução tardia de náuplios de *Artemia* na larvicultura de *P. brevis*.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Avaliar os parâmetros de crescimento e sobrevivência de larvas de *P. brevis* submetidos à introdução tardia de náuplios de *Artemia* durante a larvicultura.
- Determinar o ponto de não retorno (PNR) de larvas de *P. brevis* submetidos à introdução tardia de náuplios de *Artemia* durante a larvicultura.

### 4. BIBLIOGRAFIA

- ABE, H. A.; DIAS, J. A. R.; CORDEIRO, C. A. M.; RAMOS, F. M.; FUJIMOTO, R. Y. *Pyrrhulina brevis* (Steindachner, 1876) como uma nova opção para a piscicultura ornamental nacional: larvicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 1, p. 113-122, 2015.
- ABE, H. A.; DIAS, J. A. R.; RAMOS, F. M.; SOUSA, N. C.; COUTO, M. V. S.; CUNHA, F. S.; BOMFIM, R. V.; CARNEIRO, P. C. F.; MARIA, A. N.; & FUJIMOTO, R. Y. Criação de Peixe-Folha em Cativeiro. **Embrapa Tabuleiros Costeiros - Circular Técnica**, v. 80, n. 1, p. 1-5, 2016a.
- ABE, H. A.; DIAS, J. A. R.; SOUSA, N. C.; COUTO, M. V. S.; REIS, R. G. A.; PAIXÃO, P. E. G.; FUJIMOTO, R. Y. Growth of Amazon ornamental fish *Nannostomus beckfordi* larvae (Steindachner, 1876) submitted to different stocking densities and feeding management in captivity conditions. **Aquaculture Research**, v. 50, n. 8, p. 2276-2280, 2019.
- ABE, H. A.; REIS, R. G. A.; PAIXÃO, P. E. G.; FUJIMOTO, R. Y. 2022. Effect of short-term fasting and re-feeding on growth performance of larvae and juveniles *Pyrrhulina brevis*, an amazon ornamental fish. **Journal of Applied Aquaculture**, 34(4): 894–906. <https://doi.org/10.1080/10454438.2021.1904084>
- AQUATERRA-DIFUSION (2026). **Amérique du Sud Characidés: *Pyrrhulina brevis***. Disponível em: <https://www.aquaterra-diffusion.fr/espece/pyrrhulina-cf-brevis-2/> Acesso em: 27 nov. 2023.



- BLAXTER, J. H. S.; HEMPEL, G. 1963. The Influence of Egg Size on Herring Larvae (*Clupea harengus* L.). **ICES Journal of Marine Science**, 28(2): 211–240. <https://doi.org/10.1093/icesjms/28.2.211>
- CAMPELO, D. A. V.; SILVA, I. C. E.; MARQUES, M. H. C.; EIRAS, B. J. C. F.; BRABO, M. F.; DE MOURA, L. B.; VERAS, G. C. Estratégias alimentares na larvicultura do peixe ornamental amazônico acará severo (*Heros severus*) (Heckel, 1840). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 5, p. 1601-1608, 2019.
- CARDOSO, R. S.; SANTOS, F. W. M.; REZENDE, F. P.; RIBEIRO, F. A. S. O comércio de organismos aquáticos ornamentais. In: F. P. Rezende, R. Y. Fujimoto (Orgs.), **Peixes ornamentais no Brasil: mercado, legislação, sistemas de produção e sanidade**. Brasília, DF: Embrapa: Capítulo em livro técnico (pp. 15-82), 2021. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1133456/1/pl-cap1.pdf>
- EIRAS, B. J. C. F.; CAMPELO, D. A. V.; DE MOURA, L. B.; OLIVEIRA, L. C. C. D.; GOMES JUNIOR, E. D. S.; DA SILVEIRA, B. G.; COSTA, R. M. D. 2024. Weaning from live food *Moina minuta* to inert diet during the first feeding of angelfish (*Pterophyllum scalare*-Schultze, 1823) and severum (*Heros severus*-Heckel, 1840). **Aquaculture Reports**, 39: 102485. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2024.102485>
- EMBRAPA. **Exportação de peixes ornamentais**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cim--centro-de-inteligencia-e-mercado-em-aquicultura/comercio-exterior/peixes-ornamentais>. Acesso em: 27 nov. 2025.
- EVERS, H. G.; PINNEGAR, J. K.; TAYLOR, M. I. Where are they all from? – sources and sustainability in the ornamental freshwater fish trade. **Journal of Fish Biology**, v. 94, n. 6, p. 909-916, 2019.
- FERREIRA, V. A. M.; RODRIGUES, T. T. E.; SILVA, P. G.; FREITAS, C. E. C.; YAMAMOTO, K. C. Avaliação do comércio de peixes ornamentais no estado do Amazonas – Brasil. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 1, n. 1, p. 1-30, 2020.
- MELO, N.; CARNEIRO, W. F.; ALBUQUERQUE, A. S.; MANSUR, V. F.; PAULA, D. A. D. J.; MURGAS, L. D. S. Performance and food behaviour of *Brycon*

- orbignyana* larvae submitted under food restriction. *Aquaculture Research*, 51(7): 2641-2648, 2020.
- MENOSSE, O. C. C.; TAKATA, R.; SÁNCHEZ-AMAYA, M. I.; FREITAS, T. M.; YÚFERA, M.; PORTELLA, M. C. Crescimento e estruturas do sistema digestório de larvas de pacu alimentadas com dieta microencapsulada produzida experimentalmente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 1, p. 1-10, 2012.
- OLIVEIRA, L. C. C.; SILVA-NETO, E. D. A.; PINHEIRO-JUNIOR, A. D. S.; EIRAS, B. J. C. F.; VERAS, G. C.; DE MOURA, L. B.; CAMPELO, D. A. V. Effect of prey concentrations and salinized water on initial development of *Pyrrhulina brevis* (Steindachner, 1876), an Amazonian ornamental fish. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e381985582 [1-19], 2020a.
- OLIVEIRA, L. C. C.; COSTA, L. G. B.; EIRAS, B. J. C. F.; BRABO, M. F.; VERAS, G. C.; DE MOURA, L. B.; SALARO, A. L.; CAMPELO, D. A. V. Feeding strategy induces compensatory growth in *Heros severus* fingerlings, an Amazonian ornamental fish. **Aquaculture Reports**, v. 18, p. 100436 [1-6], 2020b.
- OLIVEIRA, L. C. C. (2022). Estratégias alimentares na larvicultura do peixe ornamental amazônico *Pyrrhulina brevis* (steindachner, 1876): Concentração de presas e transição alimentar. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA]. Repositório. <http://www.repositorio.ufra.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/1554>
- PAIXÃO, D. J. M. R.; BRABO, M. F.; SOARES, L. M. O.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. Optimal feeding frequency for *Heros severus* (Heckel, 1840), an Amazon ornamental fish. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, p. e20170055 [1-7], 2019.
- PINHEIRO JUNIOR, A.D.S.; OLIVEIRA, L.C.C.D.; EIRAS, B.J.C.F.; LIMA, W.D.S.; VERAS, G.C.; DE MOURA, L.B.; SALARO, A.L.; CAMPELO, D.A.V. 2023. Effect of feeding frequency and water salinization on early development of *Pyrrhulina brevis*, an Amazonian ornamental fish. **Acta Amazonica**, 53(2): 107-113. <https://doi.org/10.1590/1809-4392202200602>
- PNIPA- Programa Nacional De Innovación En Pesca Y Acuicultura- 2021. **Cadena de valor de peces ornamentales – Estudio retrospectivo**. Inocente-Julca, R. H. 1ª edición. 125 p.

- PORTELLA, M. C.; JOMORI, R. K.; LEITÃO, N. J.; MENOSSI, O. C. C.; FREITAS, T. M.; KOJIMA, J. T.; LOPES, T. S.; CLAVIJO-AYALA, J. A.; CARNEIRO, D. J. Larval development of indigenous South American freshwater fish species, with particular reference to pacu (*Piaractus mesopotamicus*): **A review. Aquaculture**, v. 432, n. 1, p. 402-417, 2014.
- RAJA, K.; AANAND, P.; PADMAVATHY, S.; SAMPATHKUMAR, J. S. Present and future market trends of Indian ornamental fish sector. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 7, n. 2, p. 6-15, 2019.
- SILVA, R. D.; PEARCE-KELLY, P.; ZIMMERMAN, B.; KNOTT, M.; FODEN, W.; CONDE, D. A. Assessing the conservation potential of fish and corals in aquariums globally. **Journal for Nature Conservation**, v. 48, n. 1, p. 1-11, 2019.
- STEJSKAL, V.; MATOUSEK, J.; PROKESOVA, M.; PODHOREC, P.; SEBESTA, R.; DROZD, B. Combined effect of weaning time and co-feeding duration on growth and survival of peled *Coregonus peled* (Gmelin) larvae. **Aquaculture Nutrition**, v. 24, n. 1, p. 434-441, 2018.
- TELETCHIA, F. Ornamental fish trade: Overview and emerging questions. **INFOFISH International**, v. 5, n. 1, p. 8-11, 2019.
- 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, n. 3, p. 797-803, 2014.
- XU, H.; WANG, W.; NIE, Z.; MIAO, X.; LI, Y. 2023. Delayed First Feeding Chronically Impairs Larval Fish Growth Performance, Hepatic Lipid Metabolism, and Visceral Lipid Deposition at the Mouth-Opening Stage. **Marine Biotechnology**, 25(1): 140–149. <https://doi.org/10.1007/s10126-022-10187-z>
- ZUANON, J. A. S.; SALARO, A. L.; FURUYA, W. M. Produção e nutrição de peixes ornamentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. esp., p. 165-174, 2011.

## **CAPÍTULO II**

### **JANELA CRÍTICA DE ALIMENTAÇÃO: INFLUÊNCIA DO FORNECIMENTO TARDIO DE NÁUPLIOS DE *Artemia* NA LARVICULTURA DE *Pyrrhulina brevis***

Artigo aceito para publicação e elaborado de acordo com as normas da  
revista **Boletim do Instituto de Pesca** (ISSN: 1678-2305)

# JANELA CRÍTICA DE ALIMENTAÇÃO: INFLUÊNCIA DO FORNECIMENTO TARDIO DE NÁUPLIOS DE *Artemia* NA LARVICULTURA DE *Pyrrhulina brevis*

## CRITICAL FEEDING WINDOW: INFLUENCE OF DELAYED *Artemia* NAUPLII PROVISION ON *Pyrrhulina brevis* LARVICULTURE

### RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar o impacto da introdução tardia de náuplios de *Artemia* na larvicultura do peixe ornamental amazônico *Pyrrhulina brevis*. Um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições foi implementado. As larvas foram submetidas a diferentes atrasos no fornecimento de náuplios de *Artemia*: 0 (sem atraso), 2, 4 e 6 dias e foram posteriormente alimentadas até o final do período experimental de 20 dias. O desempenho produtivo e o ponto de não retorno (PNR) foram avaliados ao final do experimento. Não foram observadas diferenças no comprimento, peso, uniformidade ou fator de condição de Fulton entre larvas sem atraso e aquelas com atraso de 2 dias no fornecimento de náuplios de *Artemia* ( $p>0,05$ ). No entanto, ocorreu mortalidade total nas larvas expostas a atrasos de 4 dias ou mais até o quinto dia de experimento. As larvas sem atraso apresentaram taxa de sobrevivência de 86,25%, significativamente superior aos 20% de sobrevivência nas larvas com atraso de 2 dias ( $p<0,05$ ). O PNR das larvas de *P. brevis* foi determinado em 2,69 dias (9,69 dias após a eclosão). Esses achados destacam que o atraso no fornecimento de náuplios de *Artemia* reduz criticamente a sobrevivência das larvas de *P. brevis*, comprometendo potencialmente a viabilidade produtiva na larvicultura.

**Palavras-chave:** Jejum; Presas vivas; Piscicultura ornamental; Ponto de não retorno.

### ABSTRACT

This study aimed to evaluate the impact of delayed *Artemia* nauplii introduction on the larviculture of the Amazonian ornamental fish *Pyrrhulina brevis*. A completely randomized design with four treatments and four replicates was implemented. Larvae were subjected to varying delays in *Artemia* nauplii supply: 0 (no delay), 2, 4, and 6 days and were subsequently fed until the end of the 20-day experimental period. Growth performance and the point-of-no-return (PNR) were assessed at the end of the experiment. No differences in length, weight, uniformity or Fulton's condition factor were observed between larvae with no delay and those with a 2-day delay in *Artemia* nauplii supply ( $p>0.05$ ). However, total mortality occurred in larvae exposed to delays of 4 days or longer by the fifth day of experiment. Larvae without

delay exhibited a survival rate of 86.25%, significantly higher than the 20% survival rate in those subjected to a 2-day delay ( $p<0.05$ ). The PNR for *P. brevis* larvae was determined to be 2.69 days (9.69 days post-hatching). These findings highlight that delaying *Artemia* nauplii supply critically reduces the survival of *P. brevis* larvae, potentially compromising the viability of larviculture production.

**Keywords:** Fasting; Live prey; Ornamental fish farming; Point-of-no-return.

## INTRODUÇÃO

A intensificação da produção de peixes ornamentais tem ampliado o uso de sistemas de cultivo controlados, nos quais as larvas são transferidas para as unidades de criação logo após o início da alimentação exógena (Oliveira et al., 2022; Santos et al., 2022; Ferreira et al., 2023). Embora esses sistemas proporcionem maior controle das condições ambientais (Reis et al., 2021; Pinheiro Junior et al., 2023), seu sucesso depende da oferta contínua de alimento vivo nos primeiros dias de vida (Abe et al., 2019; Eiras et al., 2022). Assim, atrasos no fornecimento de presas ou falhas em sua produção podem resultar em privação alimentar e comprometer severamente a sobrevivência das larvas (Abe et al., 2022; Motta et al., 2023).

A privação alimentar representa um importante desafio fisiológico durante a fase larval. Enquanto juvenis e adultos apresentam maior capacidade de mobilizar reservas energéticas em períodos de escassez (Assis et al., 2020; Porto et al., 2023), as larvas possuem reservas limitadas e elevada demanda metabólica, tornando-se altamente suscetíveis ao jejum (Melo et al., 2020). Dessa forma, mesmo curtos períodos sem alimentação podem comprometer o crescimento, retardar o desenvolvimento dos tecidos e aumentar significativamente a mortalidade (Abe et al., 2022; Xu et al., 2023; Motta et al., 2023).

Quando a privação alimentar ultrapassa a capacidade fisiológica de resistência das larvas, os danos tornam-se irreversíveis, impedindo a retomada da alimentação mesmo após o restabelecimento da oferta de alimento (Melo et al., 2020; Motta et al., 2023). Esse limite corresponde ao ponto de não retorno (PNR), descrito por Blaxter e Hempel (1963), e representa um importante indicador da tolerância larval ao jejum. Sua determinação fornece subsídios para o estabelecimento de protocolos alimentares mais seguros e eficientes, contribuindo para reduzir perdas produtivas na larvicultura (Garcia et al., 2020).

*Pyrrhulina brevis* (Steindachner, 1876), espécie da família Lebiasinidae endêmica da bacia Amazônica, destaca-se pelo elevado valor ornamental e crescente interesse comercial (Oliveira et al., 2020a; Pinheiro Junior et al., 2023). Entretanto, a produção em cativeiro ainda é limitada pela escassez de informações sobre o manejo larval, mantendo o mercado

dependente de exemplares capturados na natureza (Abe et al., 2022; Oliveira et al., 2020a). Nesse contexto, a determinação do ponto de não retorno e a avaliação dos efeitos do atraso no fornecimento de náuplios de *Artemia* sobre o crescimento das larvas são fundamentais para aprimorar o manejo alimentar e consolidar a produção comercial de *P. brevis*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Peixes e delineamento experimental

O experimento foi conduzido no Laboratório de Piscicultura da Universidade Federal do Pará (UFPA), Brasil, de acordo com os procedimentos aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da instituição (CEUA/UFPA; protocolo nº 5008250424). As larvas de *P. brevis* foram obtidas por desova natural de reprodutores capturados na natureza e mantidos em condições controladas. Os ovos, depositados sobre folhas de *Terminalia catappa*, foram coletados e transferidos para incubação. Durante os quatro primeiros dias após a eclosão, as larvas utilizaram o saco vitelínico como fonte de nutrientes e, nos três dias seguintes, alimentaram-se de microrganismos provenientes da decomposição das folhas de *T. catappa*.

Foram utilizadas 320 larvas com sete dias pós-eclosão, provenientes de um único casal reprodutor e de um único evento de desova. Nessa fase, as larvas já apresentavam abertura bucal compatível com a ingestão de náuplios de *Artemia* (Abe et al., 2015). O comprimento e o peso iniciais foram de  $4,25 \pm 0,20$  mm e  $1,08 \pm 0,12$  mg (média  $\pm$  desvio-padrão), respectivamente. Quando fornecido, o alimento consistiu em náuplios recém-eclodidos de *Artemia*, na concentração inicial de 150 náuplios larva<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, com incremento de 50% a cada seis dias (Oliveira, 2022). A alimentação foi realizada quatro vezes ao dia (08:00, 11:00, 14:00 e 17:00 h), seguindo protocolo adaptado de Abe et al. (2015) e Oliveira et al. (2020a).

Os náuplios de *Artemia* foram produzidos diariamente pela incubação de cistos em água com salinidade de 35 g L<sup>-1</sup>, a 28 °C, sob iluminação contínua e aeração durante 24 horas. Após a eclosão, os náuplios foram coletados por sifonamento, lavados em peneira de 120 µm com água doce e mantidos até o fornecimento. A densidade de náuplios por mililitro foi determinada previamente para calcular o volume destinado a cada unidade experimental, conforme Oliveira et al. (2022).

As larvas foram distribuídas em 16 aquários plásticos de 1 L, na densidade de 20 larvas L<sup>-1</sup>. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições durante 20 dias. Os tratamentos consistiram em diferentes atrasos no início da alimentação exógena com náuplios de *Artemia*: 0 (controle), 2, 4 e 6 dias, seguidos pelo fornecimento regular do alimento vivo.

A temperatura ( $26,22 \pm 0,25$  °C), oxigênio dissolvido ( $6,40 \pm 0,42$  mg L<sup>-1</sup>), pH ( $6,35 \pm 0,35$ ), condutividade elétrica ( $0,17 \pm 0,07$  mS cm<sup>-1</sup>) e amônia total ( $0,10 \pm 0,07$  mg L<sup>-1</sup>) foram monitorados a cada três dias utilizando sonda multiparamétrica (HORIBA U-50; Califórnia, EUA) e kit colorimétrico (Labcon Test Kit; Alcon Indústria e Comércio, SC, Brasil). Todos os parâmetros permaneceram dentro das condições recomendadas para a larvicultura de *P. brevis* (Oliveira et al., 2020a).

Os aquários permaneceram sob aeração contínua e fotoperíodo de 12 h claro:12 h escuro. As unidades experimentais foram sifonadas duas vezes ao dia (12:00 e 18:00 h), com renovação de aproximadamente 30% do volume de água. Durante os manejos, as larvas foram monitoradas diariamente, os indivíduos mortos removidos e a quantidade de alimento reajustada conforme a sobrevivência observada.

### **Desempenho produtivo**

Ao final dos 20 dias experimentais, os peixes sobreviventes foram submetidos a jejum de 12 horas para esvaziamento do trato gastrointestinal e anestesiados com eugenol (80 mg L<sup>-1</sup>), conforme Cordeiro et al. (2016). Posteriormente, foram mensurados individualmente quanto ao comprimento, usando paquímetro eletrônico (PANTEC-150; precisão de 0,01 mm; Brasil), e ao peso, em balança analítica (GEHAKA AG200; precisão de 0,0001 g; Brasil). A partir dos valores de comprimento final (CF) e peso final (PF), foram calculados os seguintes parâmetros de desempenho produtivo:

Ganho em comprimento (GC) e ganho em peso (GP):

$$GC = \text{comprimento final} - \text{comprimento inicial} \quad (1)$$

$$GP = \text{peso final} - \text{peso inicial} \quad (2)$$

Taxa de crescimento específico para comprimento (TCEC) e peso (TCEP) (Lugert et al., 2016):

$$TCEC = [(\ln \text{comprimento final} - \ln \text{comprimento inicial}) / \text{número de dias do experimento}] \times 100 \quad (3)$$

$$TCEP = [(\ln \text{peso final} - \ln \text{peso inicial}) / \text{número de dias do experimento}] \times 100 \quad (4)$$

Uniformidade do lote para comprimento (UC) e peso (UP) (Abe et al., 2019):



$$UC = (\text{número de peixes com comprimento variando } \pm 20\% \text{ da média em cada unidade experimental} / \text{número total de peixes por unidade experimental}) \times 100 \quad (5)$$

$$UP = (\text{número de peixes com peso variando } \pm 20\% \text{ da média em cada unidade experimental} / \text{número total de peixes por unidade experimental}) \times 100 \quad (6)$$

Fator de condição de Fulton (K) (Fulton, 1904):

$$K = (\text{peso final} / \text{comprimento final}^3) \times 100 \quad (7)$$

Taxa de sobrevivência (TS):

$$TS = (\text{número final de peixes} / \text{número inicial de peixes}) \times 100 \quad (8)$$

O ponto de não retorno (PNR) foi determinado segundo a metodologia de Blaxter e Hempel (1963), que o define como o estágio em que 50% das larvas atingem um limiar irreversível de jejum, tornando-se incapazes de retomar a alimentação mesmo após o restabelecimento da oferta de alimento. Neste estudo, o PNR foi considerado o momento em que cada tratamento atingiu 50% de mortalidade larval.

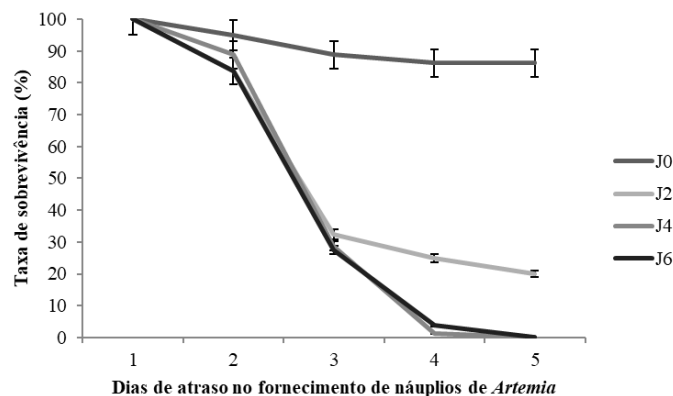
### **Análise estatística**

As análises estatísticas foram realizadas no ambiente R (RStudio, versão 2025.09.2+418). A normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias foram verificadas pelos testes de Shapiro–Wilk e Levene, respectivamente. Quando os pressupostos foram atendidos, as médias foram comparadas pelo teste *t* de Student. Dados sem distribuição normal foram transformados por  $\log(x + 1)$ , e, na presença de heterogeneidade de variâncias, utilizou-se o teste *t* de Welch. O nível de significância adotado foi de  $p \leq 0,05$ . Adicionalmente, foi ajustada uma regressão polinomial com base na sobrevivência média das larvas para avaliar a relação entre o atraso no fornecimento de alimento e a sobrevivência, bem como estimar o ponto de não retorno (PNR).

## **RESULTADOS**

As larvas submetidas a atrasos de 4 e 6 dias no fornecimento de náuplios de *Artemia* apresentaram mortalidade total até o final do quinto dia de experimento. Em contraste, as larvas alimentadas com náuplios de *Artemia* sem atraso apresentaram taxa de sobrevivência

significativamente maior, de 86,25% ( $p<0,05$ ), em comparação àquelas submetidas a atraso de 2 dias, que exibiram sobrevivência de apenas 20%. A taxa de sobrevivência do grupo com atraso de 2 dias manteve-se constante ao longo de todo o período experimental (Figura 2).



**Figura 2.** Taxa de sobrevivência de larvas de *Pyrrhulina brevis* durante os primeiros cinco dias sob diferentes atrasos no fornecimento de náuplios de *Artemia*, seguida do posterior fornecimento de alimento. Os atrasos foram categorizados em 0, 2, 4 e 6 dias, sendo identificados como J0, J2, J4 e J6, respectivamente.

Os dados biométricos não estiveram disponíveis para as larvas submetidas a atrasos de 4 e 6 dias no fornecimento de náuplios de *Artemia*, em razão da mortalidade total após o período de jejum, mesmo com a posterior disponibilização de alimento. Não foram observadas diferenças no comprimento, peso, uniformidade do lote ou fator de condição de Fulton entre as larvas que receberam náuplios de *Artemia* imediatamente (atraso de 0 dias) e aquelas submetidas a atraso de 2 dias ( $p>0,05$ ). No entanto, a taxa de sobrevivência foi afetada pelo atraso no fornecimento de náuplios de *Artemia* ( $p<0,05$ ) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Desempenho produtivo (média  $\pm$  desvio-padrão;  $n = 4$ ) de larvas de *Pyrrhulina brevis* submetidas a atraso no fornecimento de náuplios de *Artemia* e posterior alimentação

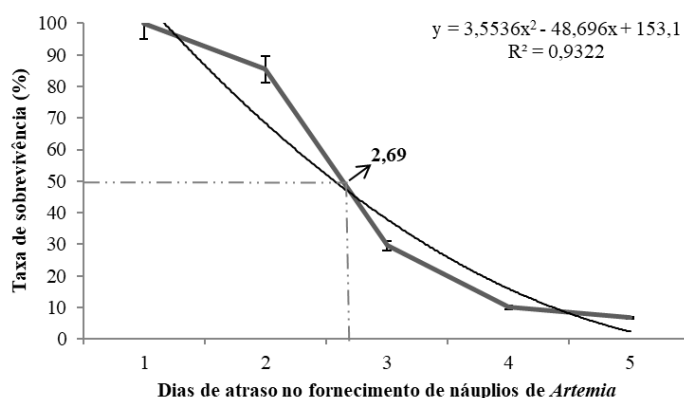
| Parâmetro <sup>1</sup>      | Tratamento <sup>2</sup> |                  | Valor de $p^3$ | CV (%) <sup>4</sup> |
|-----------------------------|-------------------------|------------------|----------------|---------------------|
|                             | J0                      | J2               |                |                     |
| CF (mm)                     | 13,30 $\pm$ 0,28        | 12,77 $\pm$ 0,44 | 0,19           | 3,88                |
| GC (mm)                     | 8,76 $\pm$ 0,28         | 8,24 $\pm$ 0,44  | 0,20           | 5,96                |
| TCEC (% dia <sup>-1</sup> ) | 5,38 $\pm$ 0,11         | 5,17 $\pm$ 0,17  | 0,20           | 3,76                |
| PF (mg)                     | 19,87 $\pm$ 0,62        | 18,01 $\pm$ 1,64 | 0,12           | 7,77                |
| GP (mg)                     | 18,72 $\pm$ 0,62        | 16,86 $\pm$ 1,64 | 0,12           | 8,28                |

|                             |             |             |      |       |
|-----------------------------|-------------|-------------|------|-------|
| TCEP (% dia <sup>-1</sup> ) | 14,25±0,16  | 13,74±0,46  | 0,13 | 2,88  |
| UC (%)                      | 98,22±2,68  | 100,00±0,00 | 0,36 | 2,55  |
| UP (%)                      | 70,37±10,18 | 53,75±23,13 | 0,36 | 38,49 |
| K                           | 0,85±0,10   | 0,87±0,07   | 0,80 | 1,36  |
| TS (%)                      | 86,25±6,88a | 20,00±7,50b | 0,01 | 18,33 |

Comprimento médio inicial de 4,25±0,20 mm e peso médio inicial de 1,08±0,12 mg.

<sup>1</sup>Comprimento final (CF), ganho em comprimento (GC), taxa de crescimento específico para comprimento (TCEC), peso final (PF), ganho em peso (GP), taxa de crescimento específico para peso (TCEP), uniformidade do comprimento (UC), uniformidade do peso (UP), fator de condição de Fulton (K) e taxa de sobrevivência (TS); <sup>2</sup>Dia de atraso no fornecimento de náuplios de *Artemia*, 0 e 2 dias, identificados como J0 e J2. <sup>3</sup>Diferenças entre os tratamentos foram avaliadas pelo teste *t* de Student, aplicando-se o teste *t* de Welch em casos de heterogeneidade de variâncias (*p*<0,05). <sup>4</sup>CV: coeficiente de variação.

Uma equação polinomial de segundo grau,  $y = 3,554x^2 - 48,696x + 153,100$  ( $R^2 = 0,932$ ), foi ajustada aos dados médios de taxa de sobrevivência (Figura 3). A análise revelou que o ponto de não retorno (PNR) para as larvas de *P. brevis*, definido como o estágio em que os efeitos da privação alimentar tornam-se irreversíveis, com 50% das larvas em jejum ainda vivas, ocorreu aos 9,69 dias pós-eclosão (2,69 dias de atraso no fornecimento de náuplios de *Artemia*), sob temperatura média de 26,22 ± 0,20 °C.



**Figura 3.** Ponto de não retorno (PNR) de larvas de *Pyrrhulina brevis*, expresso como dias de atraso no fornecimento de náuplios de *Artemia* (dias sem alimento), e não como dias pós-eclosão, seguido do posterior fornecimento de alimento.

## DISCUSSÃO

A redução da oferta de alimento durante a alimentação inicial pode representar uma estratégia para diminuir os custos de produção na piscicultura ornamental (Oliveira et al., 2020b). Entretanto, sua adoção deve considerar a limitada capacidade das larvas de tolerar períodos de jejum, uma vez que a privação alimentar prolongada pode comprometer irreversivelmente a sobrevivência (Garcia et al., 2020). No presente estudo, larvas de *P. brevis* submetidas a atrasos superiores a quatro dias no fornecimento de náuplios de *Artemia* (11 DPE) apresentaram mortalidade total antes da reintrodução do alimento, impossibilitando a obtenção de dados biométricos. Resultado semelhante foi observado em larvas de *Piaractus mesopotamicus*, que também apresentaram mortalidade completa após oito dias de jejum (13 DPE) (Kojima et al., 2015).

A tolerância larval à privação alimentar varia conforme o estágio de desenvolvimento, a qualidade dos ovos e fatores ambientais, especialmente a temperatura (Kojima et al., 2015; Abe et al., 2022). Embora larvas de peixes possuam mecanismos fisiológicos que lhes permitem suportar curtos períodos sem alimento (Garcia et al., 2020; Motta et al., 2023), o jejum prolongado promove intensa mobilização das reservas energéticas para manutenção das funções vitais, reduzindo progressivamente a capacidade de crescimento e sobrevivência (Porto et al., 2023). Assim, é provável que as reservas energéticas de *P. brevis* tenham sido completamente esgotadas após quatro dias de privação alimentar, tornando inviável a recuperação das larvas mesmo após o fornecimento de alimento.

As larvas submetidas ao atraso de dois dias no fornecimento de *Artemia* apresentaram crescimento semelhante ao grupo alimentado continuamente, porém a sobrevivência foi reduzida para apenas 20%. Durante os primeiros dias de alimentação exógena, o sistema digestório ainda se encontra em desenvolvimento, tornando as larvas particularmente sensíveis à ausência de alimento (Portella et al., 2014). Nessa fase, mesmo períodos relativamente curtos de jejum podem causar alterações estruturais e funcionais no trato digestório, comprometendo a digestão e a absorção de nutrientes após a retomada da alimentação (Kojima et al., 2015; Aya et al., 2016). Esse comportamento também foi descrito para larvas de *Leiopotherapon plumbeus* (Garcia et al., 2020) e *Oxyeleotris marmoratus* (Yusoff et al., 2023), nas quais a reintrodução do alimento não foi suficiente para restaurar as taxas de sobrevivência. Dessa forma, embora as larvas de *P. brevis* provavelmente tenham retomado a ingestão dos náuplios de *Artemia*, a incapacidade de utilizar eficientemente os nutrientes pode explicar a elevada mortalidade observada após o período de jejum.

Os resultados obtidos também ampliam o conhecimento sobre a biologia alimentar de *P. brevis* durante a fase crítica de transição para a alimentação exógena, que ocorre por volta dos sete dias pós-eclosão, quando as larvas apresentam abertura bucal suficiente para consumir náuplios de *Artemia* (Oliveira et al., 2020a). Embora o atraso de dois dias não tenha alterado o crescimento, a uniformidade do lote ou o fator de condição de Fulton, esses resultados devem ser interpretados com cautela. Motta et al. (2023) observaram comportamento semelhante em larvas de *Carassius auratus*, atribuindo a manutenção do crescimento à redução da densidade de estocagem causada pela elevada mortalidade. No presente estudo, a menor competição por espaço e alimento entre os indivíduos sobreviventes pode igualmente ter favorecido o crescimento daqueles que permaneceram vivos após a reintrodução do alimento.

Apesar da semelhança no tamanho final entre as larvas alimentadas continuamente e aquelas submetidas ao atraso de dois dias, os resultados não permitem atribuir esse padrão à ocorrência de crescimento compensatório. A ausência de avaliações biométricas imediatamente após o jejum, a inexistência de medições intermediárias durante a realimentação, a redução da densidade larval e a falta de quantificação dos náuplios remanescentes impedem inferências sobre respostas hiperfágicas ou aceleração do crescimento após o restabelecimento da alimentação.

Embora estudos demonstrem que ciclos de jejum e realimentação possam induzir adaptações morfofisiológicas capazes de favorecer a recuperação do crescimento (Kojima et al., 2015; Elbially et al., 2022; Dawood et al., 2023), as condições experimentais adotadas neste estudo não permitem confirmar a ocorrência desse mecanismo em *P. brevis*. Portanto, a similaridade observada no tamanho final deve ser interpretada apenas como um resultado do período experimental, e não como evidência de crescimento compensatório.

O jejum prolongado reduz progressivamente a capacidade das larvas de localizar, capturar e consumir alimento, comprometendo o estabelecimento do comportamento alimentar e aumentando o risco de mortalidade após o ponto de não retorno (PNR) (Melo et al., 2020; Fan et al., 2021). No presente estudo, o PNR de *P. brevis* foi estimado em 2,69 dias de atraso no fornecimento de náuplios de *Artemia* (9,69 dias pós-eclosão), à temperatura média de 26,22 °C. Assim, o início da alimentação no décimo dia pós-eclosão ocorreu após esse limite fisiológico, quando as larvas já se encontravam excessivamente debilitadas para retomar a alimentação. Mesmo com a disponibilidade de náuplios, é provável que muitas larvas tenham perdido a capacidade de localizar e ingerir as presas, culminando em mortalidade. Comportamento semelhante foi descrito por Motta et al. (2023) para larvas de

*Carassius auratus*, nas quais o atraso da alimentação exógena reduziu a eficiência na busca, captura e ingestão do alimento, comprometendo diretamente a sobrevivência.

Os resultados obtidos corroboram os achados de Abe et al. (2022), que demonstraram que períodos curtos de privação alimentar reduzem significativamente o desenvolvimento e a sobrevivência de larvas de *P. brevis*, evidenciando sua elevada dependência de náuplios de *Artemia* durante o início da alimentação exógena. Da mesma forma, Motta et al. (2023) destacaram que a oferta contínua de alimento é indispensável para evitar perdas durante a larvicultura, uma vez que atrasos no início da alimentação favorecem a ocorrência de jejum irreversível. Dessa forma, o fornecimento imediato de náuplios de *Artemia* após o início da alimentação exógena constitui uma prática essencial para maximizar a sobrevivência larval. Além de reforçar esse manejo, os resultados deste estudo ampliam o conhecimento sobre os limites fisiológicos de *P. brevis* frente à privação alimentar e fornecem subsídios para o aperfeiçoamento dos protocolos de produção dessa importante espécie ornamental.

## CONCLUSÕES

O atraso no fornecimento de náuplios de *Artemia* compromete significativamente a sobrevivência de larvas de *Pyrrhulina brevis*, evidenciando a elevada sensibilidade da espécie à privação alimentar durante o início da alimentação exógena. Assim, o fornecimento imediato de náuplios de *Artemia* é indispensável para reduzir a mortalidade larval, assegurar a viabilidade da produção em cativeiro e aumentar o sucesso da larvicultura da espécie.

## REFERÊNCIAS

- Abe, H.A.; Dias, J.A.R.; Cordeiro, C.A.M.; Ramos, F.M.; Fujimoto, R.Y. 2015. *Pyrrhulina brevis* (Steindachner, 1876) como uma nova opção para a piscicultura ornamental nacional: larvicultura. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41(1): 113-122.
- Abe, H.A.; Dias, J.A.R.; Sousa, N.C.; Couto, M.V.S.; Reis, R.G.A.; Paixão, P.E.G.; Fujimoto, R.Y. 2019. Growth of Amazon ornamental fish *Nannostomus beckfordi* larvae (Steindachner, 1876) submitted to different stocking densities and feeding management in captivity conditions. *Aquaculture Research*, 50(8): 2276-2280. <https://doi.org/10.1111/are.14108>
- Abe, H.A.; Reis, R.G.A.; Paixão, P.E.G.; Fujimoto, R.Y. 2022. Effect of short-term fasting and re-feeding on growth performance of larvae and juveniles *Pyrrhulina brevis*, an amazon ornamental fish. *Journal of Applied Aquaculture*, 34(4): 894–906. <https://doi.org/10.1080/10454438.2021.1904084>

- Araújo, L.M.; Gonçalves Junior, L.P.; Silva, W.S.; Luz, R.K. 2021. Salinity and prey concentration on larviculture of killifish *Hypsolebias radiseriatus* (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 43(1): e52075. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v43i1.52075>
- Assis, Y.P.A.S.; Porto, L.D.A.; Melo, N.F.A.C.D.; Palheta, G.D.A.; Luz, R.K.; Favero, G.C. 2020. Feed restriction as a feeding management strategy in *Colossoma macropomum* juveniles under recirculating aquaculture system (RAS). *Aquaculture*, 529(1): 735689. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735689>
- Aya, F.A.; Nillasca, V.S.N.; Garcia, L.M.B.; Takagi, Y. 2016. Embryonic and larval development of hatchery-reared silver therapon *Leiopotherapon plumbeus* (Perciformes: Therapontidae). *Ichthyological Research*, 63(1): 121–131. <https://doi.org/10.1007/s10228-015-0481-8>
- Bango, A.A.; Gonçalves, L.P.; Freitas, T.M.D.; Carmo, I.B.D.; Silva, L.I.P.D.; Moura, A.C.N.; Kojima, J.T. 2025. Food restriction in larviculture of *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) reared in varying salinities. *Acta Amazonica*, 55, e55af24278. <https://doi.org/10.1590/1809-4392202402782>
- Blaxter, J.H.S.; Hempel, G. 1963. The Influence of Egg Size on Herring Larvae (*Clupea harengus* L.). *ICES Journal of Marine Science*, 28(2): 211–240. <https://doi.org/10.1093/icesjms/28.2.211>
- Campelo, D.A.V.; De Moura, L.B.; Oliveira, L.C.C.; Melo, P.T.S.; Eiras, B.J.C.F.; Salaro, A.L.; Zuanon, J.A.S.; Brabo, M.F.; Veras, G.C. 2021. Manejo nutricional na larvicultura e alevinagem de peixes ornamentais amazônicos. In: Mattos, B.O.; Lima, J.P.; Oliveira, A.T.; Aride, P.H.R. (eds.). *Aquicultura na Amazônia: Estudos Técnico-científicos e Difusão de Tecnologias*. Ponta Grossa/PR: Atena Editora. pp. 159-176. <https://doi.org/10.22533/at.ed.04221150312>
- Cordeiro, N.I.S.; Costa, D.C.; Silva, W.S.; Takata, R.; Miranda-Filho, K.C.; Luz, R.K. 2016. High stocking density during larviculture and effect of size and diet on production of juvenile *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1876 (Siluriformes: Pseudopimelodidae). *Journal of Applied Ichthyology*, 32(1): 61-66. <https://doi.org/10.1111/jai.12963>
- Dawood, M.A.O.; Amer, A.A.; Gouda, A.H.; Gewaily, M.S. 2023. Interactive effects of cyclical fasting, refeeding, and dietary protein regimes on the growth performance, blood health, and intestinal histology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 573(1): 739620. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739620>

- Eiras, B.J.C.F.; Campelo, D.A.V.; De Moura, L.B.; Sousa, L.M.D.; Nunes, I.S.; Oliveira, L.C.C.D.; Magalhães, A.; Costa, R.M.D. 2022. Feeding rate and frequency during the first feeding of angelfish (*Pterophyllum scalare* - Schultze, 1823) and severum (*Heros severus* - Heckel, 1840) with *Moina* sp. *Aquaculture*, 553(1): 738106. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738106>
- Elbialy, Z.I.; Gamal, S.; Al-Hawary, I.I.; Shukry, M.; Salah, A.S.; Aboshosha, A.A.; Assar, D.H. 2022. Exploring the impacts of different fasting and refeeding regimes on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.): growth performance, histopathological study, and expression levels of some muscle growth-related genes. *Fish Physiology and Biochemistry*, 48(4): 973-989. <https://doi.org/10.1007/s10695-022-01094-0>
- Fan, X.; Wang, L.; Wei, X.; Zhang, J.; Su, X.; Cui, L.; Wang, Z. 2021. The impairment of continuous malnutrition on larval fish swimming performance at the mouth-opening stage. *Aquaculture*, 544(1): 737053. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737053>
- Ferreira, A.L.; Santos, F.A.C.D.; Bonifácio, C.T.; Luz, R.K. 2023. Effects of live prey concentration, salinity, and weaning age on larviculture of *Piaractus brachipomus* reared in a recirculating aquaculture system. *Tropical Animal Health and Production*, 55(1): 99. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03514-6>
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of applied ichthyology*, 22(4): 241-253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- Fulton, T.W. 1904. The rate of growth of fishes. Twenty-second Annual Report, Part III. Fisheries Board of Scotland, Edinburgh. p. 141-241.
- Garcia, L.M.B.; Sayco, M.J.P.; Aya, F.A. 2020. Point-of-no-return and delayed feeding mortalities in first-feeding larvae of the silver therapon *Leiopotherapon plumbeus* (Kner) (Teleostei: Terapontidae). *Aquaculture Reports*, 16(1): 100288. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100288>
- Kojima, J.T.; Leitão, N.D.J.; Menossi, O.C.C.; Freitas, T.M.D.; Dal-Pai Silva, M.; Portella, M.C. 2015. Short periods of food restriction do not affect growth, survival or muscle development on pacu larvae. *Aquaculture*, 436(1): 137-142. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.11.004>
- Lugert, V.; Thaller, G.; Tetens, J.; Schulz, C.; Krieter, J. 2016. A review on fish growth calculation: Multiple functions in fish production and their specific application. *Reviews in Aquaculture*, 8(1): 30-42. <https://doi.org/10.1111/raq.12071>



- Melo, N.; Carneiro, W.F.; Albuquerque, A.S.; Mansur, V.F.; Paula, D.A.D.J.; Murgas, L.D.S. 2020. Performance and food behaviour of *Brycon orbignyanus* larvae submitted under food restriction. *Aquaculture Research*, 51(7): 2641-2648. <https://doi.org/10.1111/are.14604>
- Motta, J.H.D.S.; Ballester, E.L.C.; Souza, A.B.D.; Polese, M.F.; Radael, M.C.; Glória, L.S.; Vidal Jr, M.V. 2023. Effect of periods of delayed first exogenous feeding in goldfish *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) larvae. *Latin american journal of aquatic research*, 51(2), 338-342. <http://dx.doi.org/10.3856/vol51-issue2-fulltext-2993>
- Oliveira, L.C.C.D.; Silva Neto, E.D.A.; Pinheiro Junior, A.D.S.; Eiras, B.J.C.F.; Veras, G.C.; Moura, L.B.D.; Campelo, D.A.V. 2020a. Effect of prey concentrations and salinized water on initial development of *Pyrrhulina brevis* (Steindachner, 1876), an Amazonian ornamental fish. *Research, Society and Development*, 9(8): e381985582. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5582>
- Oliveira, L.C.C.D.; Costa, L.G.B.; Eiras, B.J.C.F.; Brabo, M.F.; Veras, G.C.; De Moura, L.B.; Salaro, A.L.; Campelo, D.A.V. 2020b. Feeding strategy induces compensatory growth in *Heros severus* fingerlings, an Amazonian ornamental fish. *Aquaculture Reports*, 18(1): 100436. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100436>
- Oliveira, L.C.C.D. 2022. *Estratégias alimentares na larvicultura do peixe ornamental amazônico Pyrrhulina brevis (steindachner, 1876): Concentração de presas e transição alimentar*. 85f. (Masters dissertation. Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, Universidade Federal Rural da Amazônia). Available at: <http://www.repositorio.ufra.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/1554>. Accessed on: Jun. 22, 2024.
- Oliveira, L.C.C.D.; Silveira, B.G.D.; Nascimento, E.T.D.S.; Eiras, B.J.C.F.; De Moura, L.B.; Salaro, A.L.; Cordeiro, C.A.M.; Campelo, D.A.V. 2022. Salinized water as a strategy for increase stocking density in *Heros severus* larviculture, an Amazonian ornamental fish. *Boletim do Instituto de Pesca*, 48(1): e742. <https://doi.org/10.20950/1678-2305/bip.2022.48.e742>
- Pinheiro Junior, A.D.S.; Oliveira, L.C.C.D.; Eiras, B.J.C.F.; Lima, W.D.S.; Veras, G.C.; De Moura, L.B.; Salaro, A.L.; Campelo, D.A.V. 2023. Effect of feeding frequency and water salinization on early development of *Pyrrhulina brevis*, an Amazonian ornamental fish. *Acta Amazonica*, 53(2): 107-113. <https://doi.org/10.1590/1809-4392202200602>

- Portella, M.C.; Jomori, R.K.; Leitão, N.D.J.; Menossi, O.C.C.; Freitas, T.M.D.; Kojima, J.T.; Lopes, T.S.; Clavijo-Ayala, J.A.; Carneiro, D.J. 2014. Larval development of indigenous South American freshwater fish species, with particular reference to pacu (*Piaractus mesopotamicus*): A review. *Aquaculture*, 432(1): 402–417. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.04.032>
- Porto, L.D.A.; Assis, Y.P.A.S.; Amorim, M.P.S.; Luz, R.K.; Favero, G.C. 2023. Physiological responses to long fasting followed by refeeding in juveniles of pirapitinga, *Piaractus brachypomus*. *Acta Amazonica*, 53(3): 187-195. <https://doi.org/10.1590/1809-4392202203111>
- Reis, R.G.A.; Alves, P.C.J.; Abe, H.A.; Sousa, N.C.; Paixão, P.E.G.; Palheta, G.D.A.; De Melo, N.F.A.C.; Fujimoto, R.Y.; Luz, R.K.; Takata, R. 2021. Feed management and stocking density for larviculture of the Amazon ornamental fish L333 king tiger pleco *Hypancistrus* sp. (Siluriformes: Loricariidae). *Aquaculture Research*, 52(5): 1995-2003. <https://doi.org/10.1111/are.15047>
- Roubach, R.; Gomes, L.C.; Fonseca, F.A.L.; Val, A.L. 2005. Eugenol as an efficacious anaesthetic for tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier). *Aquaculture Research*, 36(11): 1056-1061. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01319.x>
- Santos, F.A.C.D.; Julio, G.S.D.C.; Batista, F.S.; Miranda, L.N.L.; Pedras, P.P.C.; Luz, R.K. 2022. High stocking densities in the larviculture of *Colossoma macropomum* in a recirculating aquaculture system: Performance, survival and economic viability. *Aquaculture*, 552(1): 738016. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738016>
- Xu, H.; Wang, W.; Nie, Z.; Miao, X.; Li, Y. 2023. Delayed First Feeding Chronically Impairs Larval Fish Growth Performance, Hepatic Lipid Metabolism, and Visceral Lipid Deposition at the Mouth-Opening Stage. *Marine Biotechnology*, 25(1): 140–149. <https://doi.org/10.1007/s10126-022-10187-z>