



**ALINE VILELA OLIVEIRA**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES FORMATOS DE TANQUES  
NA LARVICULTURA DE PIRACANJUBA *Brycon orbignyanus***

**LAVRAS – MG  
2021**

**ALINE VILELA OLIVEIRA**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES FORMATOS DE TANQUES NA LARVICULTURA  
DE PIRACANJUBA *Brycon orbignyanus***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes, para a obtenção do título de mestre.

Prof. Dr. Luis David Solis Murgas  
Orientador

**LAVRAS-MG  
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Oliveira, Aline Vilela.

Influência de diferentes formatos de tanques na larvicultura de  
Piracanjuba *Brycon orbignyianus* / Aline Vilela Oliveira. - 2021.  
53 p. : il.

Orientador(a): Luis David Solis Murgas.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2021.

Bibliografia.

1. Desenvolvimento larval. 2. Sobrevivência larval. 3.  
Comportamento agressivo. I. Murgas, Luis David Solis. II. Título.

**ALINE VILELA OLIVEIRA**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES FORMATOS DE TANQUES NA LARVICULTURA  
DE PIRACANJUBA *Brycon orbignyana***

**INFLUENCE OF DIFFERENT TANK FORMATS ON THE LARVICULTURE OF  
PIRACANJUBA *Brycon orbignyana***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes, para a obtenção do título de mestre.

APROVADA em 29/06/2021

Dra. Gilmara Junqueira Machado

UFLA

Dra. Mônica Rodrigues Ferreira Machado

UFJ



Prof. Dr. Luis David Solis Murgas  
Orientador

**LAVRAS-MG  
2021**

*Dedico esta conquista primeiramente à Deus que me iluminou em todos os caminhos.  
Ao meu querido filho Ravi, que me escolheu e se tornou minha inspiração e força para  
alcançar meus objetivos.*

*Ao meu marido Adilson que em mim depositou toda confiança e apoio.  
Aos meus queridos pais Gilberto e Elenice e ao meu irmão Beto, que são meu alicerce.  
A eles além da dedicatória deste trabalho dedico a minha vida, o meu amor e gratidão.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, autor e guia do meu destino.

Sou grata especialmente aos meus pais Gilberto e Elenice e ao meu irmão Beto, que sempre foram meu refúgio e porto seguro. Obrigada pela confiança, amor absoluto, apoio e dedicação sempre, a vocês minha total admiração.

Agradeço ao meu filho Ravi que ressignificou minha vida e trajetória e é a força que me move e inspira para alcançar meus sonhos.

Ao meu marido Adilson, sempre amigo e companheiro, por toda motivação, paciência, compreensão, carinho e amor. Obrigada por me ajudar muitas vezes a encontrar soluções quando elas pareciam não aparecer e por estar sempre ao meu lado.

À UFLA por ter me proporcionado tantas histórias e momentos. Ao programa de pós-graduação em Zootecnia e aos professores por transmitirem o conhecimento. À CAPES por investir e acreditar na pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Meu agradecimento especial ao meu orientador Prof. Dr. Luis Murgas pelo suporte, sabedoria e incentivo, e pelas várias demonstrações de amizade. Ao pessoal da Ala de peixes do Biotério Central, local que me trouxe aprendizado, auxílio e amizade. À Naiara Melo por sua amizade, dedicação e incentivo neste projeto. À minha coorientadora Daniella Aparecida de Jesus Paula por seu apoio e orientação. Ao William pela assistência e disponibilidade. Agradeço por fazerem deste trabalho uma experiência positiva.

A todos os meus amigos e familiares que estiveram presentes em tantos momentos e contribuíram para o meu crescimento e conhecimento. Fico imensamente feliz pela amizade, carinho e atenção.

Enfim a todos que de alguma forma participaram desta jornada, meus sinceros agradecimentos!

## RESUMO

A piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) é uma espécie nativa que apresenta grande potencial para a criação em cativeiro. Um dos grandes entraves na larvicultura desta espécie são as elevadas taxas de mortalidade, o que faz com que uma baixa porcentagem de larvas atinja os estágios juvenil e adulto. Diante disso, estratégias de manejo eficazes para auxiliar na formação de protocolos específicos que atendam às necessidades de cada espécie são de extrema importância para buscar eficiência econômica e produtiva. O formato do tanque em que os peixes são cultivados em sistemas indoor pode influenciar no canibalismo por favorecer ou reduzir o número de encontros, que está relacionado ao comportamento agonístico. Além disso, também altera o dispêndio de energia para se manter em diferentes pontos da lâmina d'água. Este trabalho tem como objetivo geral avaliar os efeitos dos diferentes formatos de tanque sobre o desempenho, comportamento e sobrevivência de larvas de piracanjuba. O experimento foi conduzido na ala de peixes do Biotério Central da Universidade Federal de Lavras. Foram utilizados 15 aquários com uma densidade de 25 larvas por litro, em um DIC, com 3 tratamentos e 5 repetições, iniciado logo após eclosão. Os peixes foram mantidos sob fotoperíodo 12 horas de luz e 12 horas de escuro e receberam alimentação com náuplios de artêmia recém-eclodidas (Bio Artêmia), em uma quantidade média diária de 530 náuplios por larva divididas em seis refeições. Foram utilizados três tipos de aquários de manutenção com o mesmo volume de água e mesma cor, porém de formatos diferentes (cilíndrico, retangular e quadrado). O experimento teve duração de 16 dias e foi realizado em sistema estático, com aeração constante e troca parcial de água de 40% do volume total diariamente, com limpeza dos aquários duas vezes ao dia, juntamente com a aferição da temperatura. Ao final do período experimental foram avaliados os parâmetros de desempenho zootécnico, sobrevivência, canibalismo e comportamento. As variáveis do experimento (peso, comprimento padrão, comprimento total, sobrevivência, teste de ansiedade claro-escuro e teste de agressividade) foram submetidas à análise de variância, diferenças significativas foram comparadas pelo teste de Tukey (5% de probabilidade). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Minitab® versão 18.1. Neste estudo, os diferentes formatos de tanque não influenciaram no desempenho e crescimento das larvas de piracanjuba. O aquário de formato quadrado apresentou uma sobrevivência numérica maior em relação aos outros tratamentos, ademais, no teste claro-escuro foi o tratamento no qual os peixes passaram maior tempo no lado claro ( $p=0,019$ ) indicando um estado menor de ansiedade. Além disso, foi observada uma mortalidade significativamente maior no período noturno, indicando que a presença de luz ou a frequência alimentar que ocorria no período diurno pode ter inibido o comportamento canibalístico em todos os tratamentos. Diante do apresentado, para esta espécie, o formato quadrado se encontrou intercedendo os extremos e favoreceu a sobrevivência, sendo o mais indicado para o cultivo das larvas. Contudo, estudos devem ser continuados, para identificar a influência dessa hidrodinâmica em um maior número de parâmetros para a larvicultura de peixes em sistemas indoor.

**Palavras-chave:** Agressividade. Comportamento agressivo. Desenvolvimento larval. Sobrevivência larval.

## ABSTRACT

Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) is a native species that has great potential for breeding in captivity. One of the biggest obstacles in the larviculture of this species are the high mortality rates, which makes a low percentage of larvae reach the juvenile and adult stages. Therefore, effective management strategies to assist in the formation of specific protocols that meet the needs of each species are extremely important to seek economic and productive efficiency. The size of the tank in which fish are cultivated in indoors systems can influence cannibalism by favoring or reducing the number of encounters, which is related to agonistic behavior. In addition, it also alters the energy expenditure to stay at different points in the water. This work aims to evaluate the effects of different tank formats on the performance, behavior and survival of piracanjuba larvae. The experiment was conducted at Central Biottery of the Federal University of Lavras. Fifteen aquariums with a density of 25 larvae per liter were used, in a DIC, with 3 treatments and 5 repetitions, started right after hatching. The fish were kept under 12 hours of light and 12 hours of dark photoperiod and were fed with newly hatched brine shrimp nauplii (Bio Artemia), in an average daily amount of 530 nauplii per larva divided into six meals. Three types of maintenance aquariums were used with the same volume of water and the same color, but with different shapes (cylindrical, rectangular and square). The experiment lasted 16 days and was carried out in a static system, with constant aeration and partial water change of 40% of the total volume daily, with aquarium cleaning twice a day, together with temperature measurement. At the end of the experimental period, the parameters of zootechnical performance, survival, cannibalism and behavior were evaluated. The experimental variables (weight, standard length, total length, survival, light-dark anxiety test and aggressiveness test) were subjected to analysis of variance, significant differences were compared by Tukey test (5% probability). All statistical analyzes were performed using Minitab® version 18.1 software. In this study, the different tank formats did not influence the performance and growth of piracanjuba larvae. The square-shaped aquarium showed a higher numerical survival compared to the other treatments, moreover, in the light-dark test it was the treatment in which the fish spent more time on the light side ( $p=0.019$ ) indicating a lower state of anxiety. Furthermore, a significantly higher mortality was observed at night, indicating that the presence of light or food frequency that occurred during the day may have inhibited cannibalistic behavior in all treatments. Given the above, for this species, the square shape was found interceding the extremes and favored survival, being the most suitable for the cultivation of larvae. However, studies should be continued to identify the influence of this hydrodynamics on a greater number of parameters for fish larviculture in indoor systems.

**Keywords:** Aggressiveness. Aggressive behavior. Larval development. Larval survival.

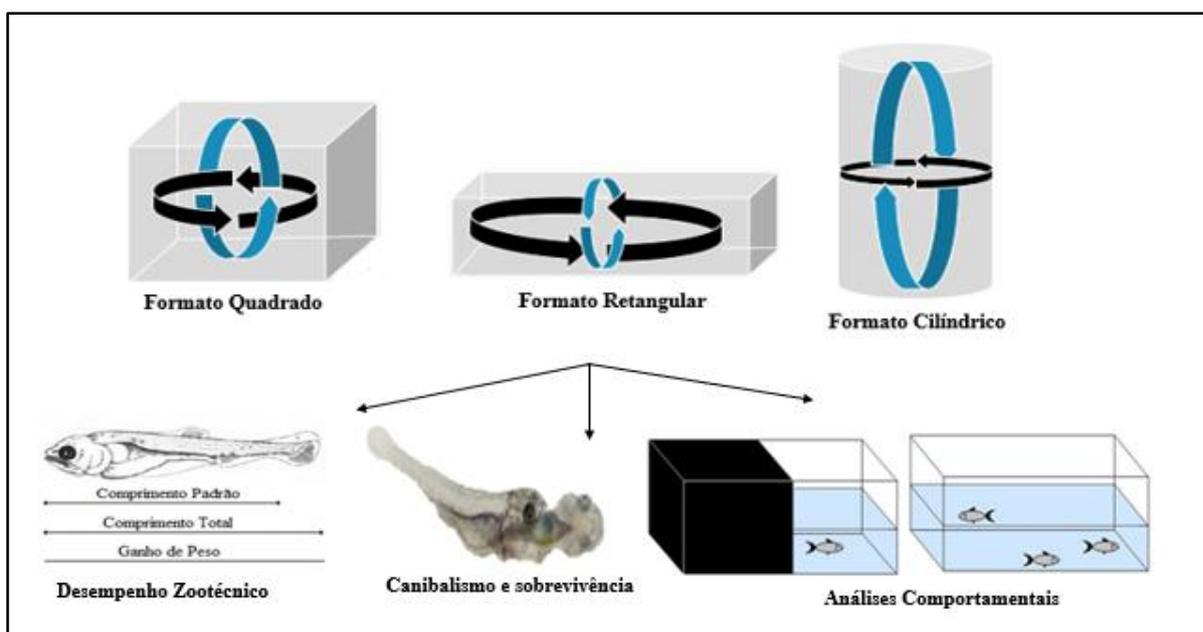
## RESUMO INTERPRETATIVO E RESUMO GRÁFICO

Elaborado por Aline Vilela Oliveira e orientado por Luis David Solis Murgas

A piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) é uma espécie nativa com grande potencial para o cultivo em cativeiro, porém, um grande entrave na criação desta espécie é a fase de larvicultura. Durante esta fase, que vai de 3 a 15 dias pós eclosão, ocorrem altas taxas de mortalidade por canibalismo, muitas vezes ocasionado por estresse devido a um manejo inadequado. Isto faz com que uma baixa porcentagem de larvas chegue aos estágios juvenil e adulto. Assim, são necessárias estratégias eficazes de manejo a fim de melhorar a eficiência econômica e produtiva.

Nesse sentido, esse estudo teve o objetivo de avaliar os efeitos dos diferentes formatos de tanques sobre o desempenho, comportamento e sobrevivência das larvas de piracanjuba cultivadas em sistemas indoor. O design do tanque em que os peixes são cultivados influencia em sua localização na coluna d'água e no encontro entre as larvas, podendo influenciar no dispêndio de energia e no comportamento agonístico. Foram utilizados três tipos de aquários de manutenção com o mesmo volume de água e mesma cor, porém de formatos diferentes (cilíndrico, retangular e quadrado).

Ao final do período experimental (16 dias), foi observado que os diferentes formatos de tanque não influenciaram no desempenho e crescimento das larvas de piracanjuba. Contudo, o aquário de formato quadrado apresentou uma sobrevivência numérica maior em relação aos outros tratamentos, ademais, no teste claro-escuro foi o tratamento no qual os peixes passaram maior tempo no lado claro ( $p=0,019$ ) indicando um estado menor de ansiedade. Além disso, também foi observada uma mortalidade significativamente maior no período noturno, indicando que a presença de luz ou a frequência alimentar que ocorria no período diurno pode ter inibido o comportamento canibalístico em todos os tratamentos. Então, para esta espécie o design quadrado de tanque favoreceu a sobrevivência, sendo mais indicado para o cultivo das larvas em sistemas indoor.



Larvicultura de Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) cultivadas em diferentes formatos de tanques, em sistemas indoor. Esse estudo buscou melhorar a efetividade do cultivo de uma espécie nativa de interesse zootécnico, porém que possui altas taxas de mortalidade e canibalismo na fase inicial de vida. Foi constatado que o tanque de formato quadrado apresentou menor ansiedade ( $p=0,019$ ) nos peixes e proporcionou um número maior de sobreviventes, sendo assim, o ideal para criação de larvas piracanjuba. Os diferentes formatos de tanque não influenciaram no desempenho zootécnico das larvas de piracanjuba. Além disso, também foi observado que o período diurno reduziu o canibalismo para esta espécie, independente dos tratamentos.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Exemplar de juvenil de <i>Brycon orbignyana</i> .....	19
Figura 2 - Canibalismo em larvas de <i>Brycon orbignyana</i> . ....	22
Figura 3 – Ilustração do aquário utilizado no teste de ansiedade claro-escuro .....	31
Figura 4 – Ilustração do aquário utilizado no teste de agressividade .....	32
Gráfico 1 - Teste de comportamento Claro-Escuro de larvas de piracanjuba ( <i>B. orbignyana</i> ) criadas em diferentes formatos de tanques. ....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tratamentos adotados no experimento.....	28
Tabela 2 - Desempenho zootécnico de larvas de piracanjuba ( <i>B. orbignyana</i> ) criadas em diferentes formatos de tanque até 16 dias após eclosão. ....	33
Tabela 3 - Taxa de Mortalidade observada em larvas de Piracanjuba ( <i>B. orbignyana</i> ) criadas em diferentes formatos de tanque. ....	34
Tabela 4 - Etograma comportamental do teste de agressividade de larvas de piracanjuba ( <i>B. orbignyana</i> ) criadas em diferentes formatos de tanque. ....	36

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1</b>	<b>Aquicultura no Brasil</b> .....	<b>17</b>
<b>3.2</b>	<b>Piracanjuba (<i>Brycon orbignyanus</i>)</b> .....	<b>17</b>
<b>3.3</b>	<b>Larvicultura</b> .....	<b>19</b>
<b>3.4</b>	<b>Agressividade e canibalismo na larvicultura</b> .....	<b>20</b>
<b>3.5</b>	<b>Diferentes formatos de tanque na larvicultura</b> .....	<b>23</b>
<b>3.6</b>	<b>Desempenho e crescimento durante a larvicultura</b> .....	<b>24</b>
<b>3.7</b>	<b>Avaliação Comportamental em Peixes</b> .....	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>Localização e período experimental</b> .....	<b>28</b>
<b>4.2</b>	<b>Material biológico e instalações</b> .....	<b>28</b>
<b>4.3</b>	<b>Desenho experimental e manejo</b> .....	<b>28</b>
<b>4.4</b>	<b>Qualidade de água</b> .....	<b>29</b>
<b>4.5</b>	<b>Desempenho zootécnico das larvas de piracanjuba</b> .....	<b>29</b>
<b>4.6</b>	<b>Canibalismo</b> .....	<b>30</b>
<b>4.7</b>	<b>Análises Comportamentais</b> .....	<b>30</b>
<b>4.7.1</b>	<b>Teste claro-escuro</b> .....	<b>30</b>
<b>4.7.2</b>	<b>Teste agressividade</b> .....	<b>31</b>
<b>4.8</b>	<b>Análise estatística</b> .....	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>33</b>
<b>5.1</b>	<b>Qualidade de Água</b> .....	<b>33</b>
<b>5.2</b>	<b>Desempenho Zootécnico</b> .....	<b>33</b>
<b>5.3</b>	<b>Mortalidade e Canibalismo</b> .....	<b>34</b>
<b>5.4</b>	<b>Teste Claro-Escuro</b> .....	<b>34</b>
<b>5.5</b>	<b>Teste Agressividade</b> .....	<b>35</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>37</b>
<b>6.1</b>	<b>Desempenho Zootécnico</b> .....	<b>37</b>
<b>6.2</b>	<b>Mortalidade e Canibalismo</b> .....	<b>37</b>

<b>6.3</b>	<b>Análises Comportamentais.....</b>	<b>40</b>
<b>6.3.1</b>	<b>Teste Claro Escuro .....</b>	<b>40</b>
<b>6.3.2</b>	<b>Teste Agressividade.....</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>43</b>
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>44</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das alternativas que visam o sucesso da piscicultura nacional é a produção de espécies nativas com características de interesse zootécnico, que possuem boa adaptabilidade as condições climáticas locais e que são apreciadas pelos consumidores (FRACALOSSO e CYRINO, 2012). A larvicultura é uma das fases consideradas mais críticas da produção de espécies nativas (LANDINES, 2003), pois é nessa etapa que ocorrem altas taxas de mortalidade e intenso grau de canibalismo para algumas espécies de peixes, comportamento geralmente intensificado por um manejo inadequado, que pode ocasionar estresse e conseqüentemente acarretar em perdas (CASTAGNOLLI, 1992; CECCARELLI, 1997). Desta forma, existe a necessidade de desenvolver pesquisas para viabilizar a produção de peixes nativos em larga escala, principalmente devido à escassez de estudos nessa área, motivo no qual ainda não existem protocolos espécie específicos para cultivo de peixes nativos.

A adoção de práticas de manejo inadequadas durante a larvicultura, como a utilização de um mesmo protocolo para diversas espécies, acaba promovendo perdas de produtividade, visto que os hábitos entre as espécies variam. Desta maneira, é necessário o estudo de práticas de manejo que viabilizem a produção para cada espécie de peixe (PORTELLA *et al.*, 2013). Entre as espécies de interesse comercial para a aquicultura, pode-se destacar a piracanjuba que, durante a fase larval, apresenta comportamento canibalístico (DE OLIVEIRA NUNER; PEREIRA, 2003; REYNALTE-TATAJE *et al.*, 2002).

A piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) possui grande aptidão para a produção comercial devido a seu rápido crescimento, aceitação de dieta formulada e possibilidade de reprodução em cativeiro (DE OLIVEIRA NUNER; PEREIRA, 2003). O oferecimento de condições ambientais adequadas à fase de larvicultura para espécies que apresentam comportamento canibal pode resultar em maior taxa de sobrevivência e desempenho dos peixes. Uma das alternativas que tem sido estudadas é o comportamento das larvas quando submetidas a diferentes formatos de tanques, uma vez que a dinâmica da água influencia no encontro dos animais e no dispêndio de energia para se manter em diferentes pontos da lâmina d'água (MENDONÇA, 1994; BARAS, 1999, MAGELLAN *et al.*, 2012).

Diferentes segmentos de permanência em colunas d'água aumentam ou diminuem o encontro dos peixes e isto influencia no estresse e canibalismo. Além disso, o gasto energético para se manter em diferentes pontos das lâminas de água pode influenciar no crescimento e desempenho das larvas. Desta forma, o desenvolvimento de estratégias de manejo que sejam eficazes nas fases iniciais de crescimento que envolvam o período crítico de mortalidade dos

peixes é de extrema importância do ponto de vista prático e econômico, além de proporcionar um benefício ao desempenho produtivo de espécies de peixes cultivadas comercialmente (KOJIMA *et al.*, 2015; PALMA *et al.*, 2010).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo principal deste trabalho é avaliar os efeitos de três diferentes formatos de tanque sobre o desempenho, comportamento e sobrevivência de larvas de piracanjuba (*Brycon orbignyana*) mantidas em sistemas controlados (indoor) após 16 dias de exposição.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar o desempenho zootécnico durante a larvicultura de piracanjuba cultivadas em diferentes formatos de tanque.
- Avaliar se os diferentes formatos de tanque influenciam no comportamento canibalístico e na sobrevivência das larvas de piracanjuba.
- Avaliar se o cultivo em diferentes formatos de tanque interfere nas respostas comportamentais de larvas de piracanjuba.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Aquicultura no Brasil

O Brasil é um dos países com maior capacidade para expansão da aquicultura, devido as suas condições naturais, clima favorável, matriz energética e imensa biodiversidade, que abriga inúmeras espécies com potencial zootécnico. O país possui ampla faixa costeira e detém a maior quantidade de água doce com potencial para aquicultura no mundo (ROCHA, 2013).

A criação de peixes em cativeiro torna-se cada vez mais importante no cenário mundial como forma de suprir a demanda pelo pescado, que aumenta a cada ano (FAO, 2020). O pescado é um dos alimentos mais completos pela qualidade e quantidade de nutrientes, contendo proteínas de alto valor biológico, com uma digestibilidade superior a 80%, entre 10-20% de minerais, quantidades variáveis de vitaminas hidrossolúveis e uma porcentagem importante de vitaminas lipossolúveis A, D e E, além de apresentar ácidos graxos insaturados e um baixo teor de colesterol, constituindo em uma opção de consumo saudável (GONÇALVES, 2011).

A piscicultura é uma alternativa para a ampliação dos limites de exploração dos recursos naturais e para obtenção de proteína animal de baixo custo. Porém, o sucesso desta atividade está estreitamente relacionado com a capacidade de produção de várias espécies com potencial zootécnico (FAO, 2014). No país há uma enorme variedade de peixes nativos, cujo cultivo envolveria custos mais elevados, mas que poderiam ser inseridos no mercado em uma estratégia de competição por diferenciação (SIDONIO *et al*, 2012).

A produção de espécies nativas de peixes no Brasil vem ganhando destaque no cenário da aquicultura comercial, uma vez que representa uma alternativa de grande valor econômico e ecológico. Em função disto, e além de apresentar características zootécnicas desejáveis, a piracanjuba é considerada uma espécie de peixe nativo de grande interesse para a produção aquícola (GOMIERO *et al.*, 2009; FREATO *et al.*, 2005; SENHORINI, 1999).

#### 3.2 Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*)

A espécie *Brycon orbignyanus* (VALENCIENNES, 1849), conhecida popularmente como piracanjuba (FIGURA 1), na região Sudeste do Brasil, é da ordem Characiforme, família Characidae e subfamília Bryconinae. É uma espécie onívora, alimentando-se preferencialmente de insetos e vegetais, principalmente frutos e sementes (HOWES, 1982), porém, durante a fase de larvicultura predomina o hábito alimentar carnívoro, comportamento este que promove

elevadas taxas de canibalismo e mortalidade (FEIDEN; HAYASHI, 2005). Essa espécie prefere ambientes lóticos de águas claras, sendo encontrada nos locais em que as árvores se deitam sobre o rio, onde obtêm os frutos que lhes servem de alimento. É uma espécie nativa das bacias formadas pelos rios Uruguai e Paraná, amplamente distribuída na América do Sul, mas encontrada principalmente nos Rios Grande e Paraná (CASTAGNOLLI, 1992; CAVALCANTI, 1998; GERY; MAHNERT; LOUHY, 1987).

É uma espécie reofílica, bem como todos da subfamília Bryconinae, subindo os rios entre os meses de setembro e outubro para desovar entre os meses de novembro e janeiro. A espécie apresenta fecundação externa e sem cuidado parental da prole (NAKATANI; AGOSTINHO; BAUMGARTNER, 2001). Entretanto, com a sobrepesca e a presença de uma grande quantidade de barragens hidrelétricas, que impedem sua migração reprodutiva, têm reduzido e restringindo suas populações para pequenas regiões da bacia do Rio Uruguai, bacia do Rio Paranaíba (ZANIBONI-FILHO; SCHULZ, 2003) e do Rio Paraná (GERY; MAHNERT; LOUHY, 1987).

Considerado um peixe de grande porte, a fêmea de piracanjuba pode atingir 80 cm de comprimento e 8,2 Kg de peso vivo, enquanto o macho pode alcançar aproximadamente 68 cm e 3,6 Kg (VAZ; TORQUATO; BARBOSA, 2000). A espécie é bastante apreciada na pesca esportiva, em razão do seu comportamento arisco e agressivo que apresenta quando fisgada, motivo pelo qual tem sido muito procurada para o povoamento de tanques de pesque-pague, além do sabor suave e aparência róseo-salmão de sua carne (VAZ; TORQUATO; BARBOSA, 2000).

Como consequência da excessiva exploração dos estoques naturais e construção de represas, as populações naturais dessa espécie vêm diminuindo drasticamente. Esse fato, aliado às boas características zootécnicas, tais como, rápido crescimento em cativeiro, hábito alimentar onívoro, boa aceitação de alimentos artificiais, baixas taxas de conversão alimentar e elevado valor de sua carne, tem despertado grande interesse em pesquisadores e produtores para sua criação em cativeiro, seja para fins comerciais ou para repovoamento do ambiente natural (CAVALCANTI, 1998; MENDONÇA, 1994).

Figura 1 - Exemplar de juvenil de *Brycon orbignyanus*.



Fonte: MELO (2018).

### 3.3 Larvicultura

A larvicultura (período que dura de 3 a 15 dias pós eclosão) é um estágio importantíssimo para se determinar a porcentagem de sobrevivência das desovas (FILIPETTO *et al.*, 2005). Muitas espécies apresentam comportamento agressivo logo após a absorção do saco vitelínico, gerando altas taxas de mortalidade, muitas vezes inviabilizando a produção. A predação e canibalismo são as principais causas dessas altas taxas de mortalidade em larvas de peixes, gerando grandes perdas econômicas para a piscicultura (NAUMOWICZ *et al.*, 2017). Nesse período é que ocorrem as maiores dificuldades e insucessos, ocasionando nas maiores taxas de mortalidade em um sistema de cultivo de peixes (BASILE-MARTINS *et al.*, 1987).

A prática de estocagem direta das larvas em viveiros fertilizados muitas vezes resulta em uma baixa taxa de sobrevivência, ao redor de 10%, sendo que este manejo ainda é comumente utilizado na larvicultura do país (JOMORI *et al.*, 2003; KOJIMA *et al.*, 2015). Em função disso, essa alta taxa de mortalidade ocorre devido a diversos fatores, entre os quais pode-se destacar a variação nos parâmetros da água, o que ocasiona uma condição ambiental desfavorável, presença de predadores e competidores por alimento, canibalismo, práticas alimentares inadequadas às exigências da larvicultura, entre outros (CONCEIÇÃO *et al.*, 1997). Para minimizar essas perdas, uma alternativa utilizada é o cultivo das larvas em ambientes controlados, como é o caso do cultivo em sistemas fechados ou sistemas indoor, nos quais os peixes estarão protegidos de predadores e receberão alimento em quantidade e qualidade necessárias ao seu desenvolvimento até se tornarem aptos a estocagem nos viveiros (PORTELLA *et al.*; 2013).

Segundo Woynarovich & Horváth (1983), o comportamento natatório das larvas recém-eclodidas pode diferir entre as espécies. Algumas nadam verticalmente em direção à superfície d'água e depois seguem em direção ao fundo; outras, movem-se ocasionalmente ou continuamente. O período larval inicia-se no momento da eclosão da larva e segue até o

desenvolvimento do esqueleto axial e das nadadeiras e a completa formação dos sistemas orgânicos. As larvas de peixes podem ser classificadas em altriciais e precociais, as quais estão associadas ao tipo de desenvolvimento inicial direto (precociais) ou indireto (altriciais). As larvas altriciais são pouco desenvolvidas no momento da eclosão, possuem boca, ânus e brânquias não funcionais, são pequenas e transparentes e possuem um saco vitelínico relativamente grande. Já as larvas precociais eclodem bem desenvolvidas, com olhos pigmentados, boca e ânus funcionais e saco vitelínico praticamente absorvidos. Nesta classificação, as larvas de piracanjuba são consideradas altriciais (GUEVARA, 2003).

Os principais problemas enfrentados na fase de larvicultura são as estratégias de manejo inadequadas. Como a piscicultura brasileira se expandiu primariamente com o cultivo de espécies exóticas, ainda faltam tecnologias efetivas em relação à criação de espécies nativas, principalmente no que diz respeito a sistemas de manejo para larvas que apresentam comportamento canibal (ZAMBONI-FILHO, 2000). Uma das principais consequências resultantes da falta de pacotes tecnológicos para cultivo de espécies nativas está na dificuldade do aumento do volume de produção, visto que muitas vezes o suprimento de alevinos para fase de terminação é insuficiente, o que é resultado das altas taxas de mortalidade durante a fase larval (CESTAROLLI, 2005). Conhecer o desenvolvimento inicial das larvas é fundamental para compreender as mudanças das exigências ecológicas das espécies (KOVAC & COPP, 1999).

Esses problemas apontados podem ser solucionados se avaliados com critério científico, pois o objetivo na produção de peixes é a obtenção de larvas de boa qualidade e em quantidade suficiente para atender a demanda.

### **3.4 Agressividade e canibalismo na larvicultura**

Durante toda a fase larval, podem surgir problemas secundários relacionados ao estresse como variação na temperatura da água, diferença de tamanho dos peixes, manejo, qualidade de água, presença de parasitas, entre outros, o que também pode prejudicar o cultivo dessas espécies em escala comercial, uma vez que, situações estressantes induzem ao canibalismo (AUSTIN; AUSTIN, 2007).

Pesquisas para aprimorar a tecnologia do cultivo intensivo na larvicultura de espécies nativas, viabilizando a produção em larga escala são de extrema importância. Dessa forma, peixes como a piracanjuba necessitam de atenção especial dos pesquisadores em estudos sobre manejo, desenvolvimento inicial e cultivo. Apesar de algumas técnicas, como a reprodução

induzida, já apresentarem bons resultados, o mesmo não acontece na larvicultura, fase em que se observam as maiores perdas no processo produtivo, associadas principalmente ao comportamento agressivo que elas apresentam logo após a reabsorção do saco vitelino (GANECO *et al.*, 2001; SENHORINI; GASPAR; FRANSOZO, 2002).

Um estudo feito por Serra (2014), em que foram utilizados juvenis (com peso de aproximadamente  $5,97 \text{ g} \pm 1,17 \text{ g}$ ) de matrinxã (*Brycon Amazonicus*), pertencentes à mesma família e gênero da piracanjuba (Família *Bryconidae*), para avaliação da agressividade da espécie, foi constatado que a disponibilidade de espaço afeta a interação entre os peixes. Esse mesmo autor observou que com aumento do espaço disponível os matrinxãs convivem com pouca ou nenhuma interação agressiva, já em espaço reduzido, disputam agressivamente a dominância. Entretanto, mesmo que tenha sido definido um dominante, se o espaço disponível aumentar os peixes não ocupam territórios distintos, mas nadam juntos sem interação agressiva. Dessa forma, Serra (2014) concluiu que não é a distância entre os peixes que determina a agressividade, e sim o tamanho do espaço físico disponível ao redor, o que provavelmente sinaliza a disponibilidade de recursos para a espécie dado seu habitat natural. Contudo, o autor também observou que o matrinxã é uma espécie de peixe com alta motivação agressiva, sendo uma característica intrínseca da espécie, que difere sucessivos ataques do dominante contra o subordinado, o que pode resultar em injúrias e morte do mesmo.

Um fator que pode influenciar a interação entre os peixes é a agressividade do indivíduo, que não depende de fatores como os recursos disponíveis, agilidade e tamanho (BARLOW *et al.*, 1986). Dessa forma, uma espécie pode ser mais agressiva como parte de sua personalidade (SANCHES *et al.*, 2012).

O canibalismo em peixes é considerado um fenômeno comum e difundido em diversas espécies, sendo caracterizado como uma interação agonística predatória que desencadeia uma situação estressora e, conseqüentemente, a morte dos animais (SMITH; REAY, 1991). Observada em ambientes naturais e em cativeiro, a predação é mais frequente em espécies generalistas de hábito alimentar carnívoro, embora já tenha sido relatada para espécies onívoras (FEIDEN; HAYASHI, 2009), herbívoros (PETERSEN, 1990) e até mesmo zooplantófagos (PARADIS *et al.*, 2012).

Peixes do gênero *Brycon* apresentam altas taxas de canibalismo (FIGURA 2) o que dificulta o seu cultivo, sendo um fator limitante da produção pelo prejuízo econômico que causa à aquicultura. Woynarovich & Sato (1990), que realizaram reprodução induzida em peixes do gênero *Brycon*, alertaram para elevado canibalismo da espécie, chegando até 80% na fase inicial de crescimento. Senhorini *et al.* (1998) e Bernardino *et al.* (1993) também descreveram

ocorrência de canibalismo em *Brycon*, 36 horas pós-eclosão, quando as larvas apresentavam natação horizontal, fase em que a bexiga natatória se encontra com apenas 50% da capacidade de insuflação e consideraram essa fase como período crítico.

Figura 2 - Canibalismo em larvas de *Brycon orbignyanus*.



Fonte: UZEDA, (2021).

Em larvas de peixes existem dois tipos de canibalismo, o que resulta em consumo parcial (canibalismo tipo I) ou total (canibalismo tipo II) de indivíduos da mesma espécie (FOLKVORD, 1997; KESTEMONT *et al.*, 2003). Ainda que não haja ingestão total, altas taxas de comportamento agressivo causam injúrias e infecções que podem ocasionar na morte dos animais (HUNTINGFORD *et al.*, 2006; BALDISSEROTTO, 2009). O canibalismo tipo I geralmente ocorre em lotes com tamanho homogêneo, enquanto o canibalismo tipo II em lotes de peixes heterogêneos. O tipo I pode ocorrer em todos os indivíduos do mesmo lote e não pode ser mitigado pela classificação. Todavia, o número de vítimas no canibalismo tipo I é baixo, porque as presas são grandes e o processo de digestão é lento. O canibalismo tipo II é exercido por um número restrito de peixes do lote, porém o número diário de presa per capita é muito maior. Sua mitigação é possível através de classificação de tamanho CARVALHO *et al.*, 2018; NAUMOWICZ *et al.*, 2017).

A fase larval é a mais atingida pelo canibalismo, e ocorre em grande parte das espécies de água doce e de água salgada. Estima-se que os prejuízos ocasionados pelo canibalismo possam chegar até 90% da densidade inicial estocada, gerando grandes perdas para a piscicultura (COLCHEN *et al.*, 2020; PORTELLA *et al.*, 2014).

Sabe-se que diversos fatores podem modular a frequência e a intensidade do canibalismo em peixes, sendo a probabilidade de canibalismo diretamente relacionada com a probabilidade de encontro entre indivíduos da mesma espécie. Neste contexto, pesquisas na tentativa de minimizar os efeitos do canibalismo em cativeiro são de extrema importância,

através do conhecimento da sua dinâmica e através da manipulação dos fatores que a influenciam, visando o crescimento do setor da aquicultura.

### 3.5 Diferentes formatos de tanque na larvicultura

Como alternativa para aumentar a sobrevivência na larvicultura de espécies que apresentam comportamento canibal, existe a possibilidade de produzir as larvas em sistema indoor. Nesse sistema, as larvas são mantidas em ambientes controlados, onde ficam protegidas de predadores e recebem alimento de qualidade e em quantidade adequada ao seu desenvolvimento inicial (PORTELLA *et al.*; 2013).

Portanto, é importante que sejam fornecidas condições ambientais adequadas nessa fase. Uma estratégia que vem sendo desenvolvida, a fim de melhorar a taxa de crescimento, canibalismo e sobrevivência é a utilização de diferentes formatos de tanques. Informações sobre como o formato do aquário influencia na dinâmica da água e conseqüentemente no comportamento das larvas de peixes são fundamentais para adequação de cultivo (PEDREIRA; TAVARES; SILVA, 2006; MAGELLAN *et al.*, 2012).

Ainda são escassos os estudos referentes ao comportamento das larvas com relação a sua localização na coluna d'água, contudo, Mendonça (1994) e Baras (1999) constataram que, larvas do gênero *Brycon* permaneciam na parte inferior do tanque por mais tempo, devido a apresentarem um saco vitelínico pesado, o que dificultava sua natação vertical. Devido a isso, acredita-se que as larvas apresentem uma localização preferencial na lâmina d'água, e assim, o formato do tanque pode influenciar nesta localização, favorecendo maior ou menor encontro entre elas. (MENDONÇA, 1994; BARAS, 1999).

Em um estudo feito por Ellis e Watanabe (1994), avaliando diferentes formatos de tanque para larvicultura da tilápia vermelha da flórida (linhagem de tilápia desenvolvida através do cruzamento de uma fêmea de *Oreochromis hornorum* de coloração natural com um macho vermelho-dourado de *Oreochromis mossambicus*) os autores identificaram diferenças significativas entre tanque retangulares e cilíndricos, sendo que os tanques retangulares foram mais eficazes por obterem uma melhor distribuição dos peixes na coluna d'água, o que permitiu um melhor desempenho, sobrevivência e taxa de canibalismo. Os autores relataram que nos tanques cilíndricos, os peixes ficavam mais aglomerados, e apesar de serem cultivados nas mesmas densidades em ambos os tanques, os cilíndricos aparentavam maior densidade efetiva o que pode ter proporcionado maior agressão e canibalismo, além de maior competitividade, reduzindo o crescimento.

Da mesma forma, para larvas de matrinxã, (*Brycon cephalus*), Pedreira, Tavares e Silva (2006) avaliando aquários retangulares e cilíndricos para sobrevivência e desempenho, ambos com aeração promovida por um único ponto, constataram que os aquários retangulares promoviam melhor circulação da água, resultando em maior sobrevivência e biomassa. Neste trabalho, o relevo no fundo dos aquários cilíndricos promoveu um acúmulo de dejetos e competidores por alimento, já os aquários retangulares mostraram-se mais adequados por não ocasionar este acúmulo (PEDREIRA; TAVARES; SILVA, 2006).

Magellan *et al.* (2012) avaliando ataques agonísticos de machos de peixe espada, um peixe ornamental que apresenta comportamento agressivo, determinaram que o formato do tanque influencia no comportamento dos peixes. Os autores utilizaram dois formatos de tanque, com o mesmo volume de água, porém um tanque era mais alto e o outro mais largo, e, neste estudo, foram observadas menores incidências de ataques nos tanques altos em comparação aos largos. A menor área de superfície dos tanques altos deveria resultar num maior encontro dos peixes, considerando um espaço restrito de alimentação dos peixes. Porém, nesta espécie de peixe, os olhos se posicionam na lateral e possuem uma boca superior, sugerindo que o foco visual dos peixes fique no plano horizontal, favorecendo a predação.

A partir dos resultados apresentados, estudos para avaliar e determinar um melhor formato de aquário são necessários com o objetivo de melhorar as técnicas de criação de larvas de peixes nativos, visto que cada espécie tem seus hábitos e particularidades, podendo variar o manejo ideal para cada uma. Assim, é possível buscar a diminuição dos custos de cultivo e aumento da produtividade.

### **3.6 Desempenho e crescimento durante a larvicultura**

O conhecimento sobre as características de desempenho zootécnico pode contribuir para uma melhor exploração de peixes em diferentes fases de criação, contribuindo com o crescimento e aumento da produção, e tem sido utilizado como uma ferramenta importante acerca da melhoria do manejo em pisciculturas. O período embrionário e larval, são as fases em que ocorrem processos importantes como crescimento e diferenciação de tecidos. O crescimento é um processo dinâmico e complexo, que ocorre a partir do aumento da massa muscular, por hiperplasia ou hipertrofia das fibras musculares acompanhado do crescimento esquelético, responsável pela sustentação necessária ao músculo (CARANI *et al.*, 2008). O desenvolvimento de fibras musculares, que ocorre simultaneamente à esqueletogênese, irão refletir no crescimento dos peixes (LEITÃO *et al.*, 2011; TAKATA, 2011).

Tendo em vista o fato de a musculatura esquelética possuir um papel fundamental na realização do nado em peixes, sua importância se reflete em atividades como caça, fuga, procura pelo alimento, defesa, migração, entre outros (CIAMARRO, 2013). Desta forma, o formato do tanque em que os peixes são criados influencia diretamente no gasto energético e muscular que os peixes irão requisitar, de forma que, diferentes pontos da lâmina d'água podem exigir um gasto energético diferente para captura de alimento e fuga de peixes predadores.

Vários fatores podem interferir no desenvolvimento normal fazendo com que uma baixa porcentagem de larvas chegue aos estágios juvenil e adulto (SILVA, 2011). Desta forma, visando o desenvolvimento inicial normal de peixes nativos, de acordo com as particularidades de cada espécie, estudos que buscam avaliar qual o melhor ambiente de cultivo na larvicultura são de extrema importância para buscar uma eficiência econômica e produtiva.

### **3.7 Avaliação Comportamental em Peixes**

A interação entre indivíduos da mesma espécie pode ser definida como comportamento social, que compreende atividades entre co-específicos, nos quais animais individuais podem formar grupos e apresentar diferentes padrões de interações, que dependem de diversos fatores, tais quais presença de predadores ou competidores de alimento (DORAN *et al.*, 2019). A presença de um membro de uma mesma espécie pode ser um fator estressante ou pode ser uma melhoria na condição social, como um estímulo de proteção, circunstância que varia dependendo do meio (OLIVEIRA & FAUSTINO, 2017).

Desta forma, o ambiente social pode moldar a expressão de respostas fisiológicas relacionadas ao estresse (KIKUSUI *et al.*, 2006), além de habilidades comportamentais (STAMPS & GROOTHUIS, 2010; BROCKMARK *et al.*, 2010), como no comportamento agressivo de peixes (BARKI & VOLPATO, 1998).

Diversas pesquisas em peixes demonstram a capacidade de respostas emocionais frente a diversos estímulos, como a capacidade de reconhecimento individual e conseqüentemente mudança de comportamento, como mudanças de cor e de estratégia de luta, capacidade de produzir respostas antecipatórias, comportamentos de atenção e de possuir expectativas, capacidade de usar informações em interações sociais adquiridas a partir de observações entre co-específicos, capacidade de associar estímulos distintos, possuir memória complexa e assim direcionar respostas comportamentais, evidenciando estratégias adaptativas de associação cognitiva e predição de consequência dos atos com comportamento antecipatório (GALHARDO & OLIVEIRA, 2005).

Esse conjunto de estratégias comportamentais e características cognitivas dos peixes propiciam utilizar métodos experimentais para investigar respostas frente a diferentes estímulos ambientais. Quando um animal é predado ou se encontra susceptível a um perigo intenso, inicia-se uma sequência de reações. A primeira reação é a de defesa, que possui três níveis: ansiedade, medo e pânico que estão diretamente relacionados a situações e estímulos aversivos (GRAEFF, 1994; BLANCHARD & BLANCHARD, 1988). Esses três níveis estão relacionados com estratégias comportamentais de imobilização, fuga, agressão defensiva ou submissão, dependendo da proximidade da situação estressora (ZANGROSSI JR., 1996; BLANCHARD E BLANCHARD, 1988).

Essas respostas comportamentais são altamente dependentes da história de vida do animal. No teste de preferência claro-escuro o comportamento em foco é a ansiedade. Este é o primeiro nível da reação de defesa (GRAEFF, 1994; BLANCHARD & BLANCHARD, 1988). No teste de agressividade o foco é a avaliação da interação agonística entre peixes da mesma espécie. Geralmente a agressão é provocada por estímulos de co-específicos em um contexto social de competição. Portanto, o ambiente social em que um indivíduo se desenvolve pode ser importante para a expressão do seu comportamento agressivo (BARKI & VOLPATO, 1998).

O teste de ansiedade, que é o modelo de teste de preferência claro-escuro é utilizado para verificar parâmetros comportamentais, como um modelo que avalia a ansiedade das larvas. Este teste avalia o comportamento de animais colocados individualmente em um aquário experimental contendo dois compartimentos, um claro e um escuro, e as transições feitas entre os compartimentos são quantificadas (CAMPOS, 2016). O padrão comportamental exibido pelo peixe neste teste deve indicar um conflito entre a tendência de buscar proteção (lado escuro) e a tendência de explorar um novo ambiente (lado claro) onde alimento e outros peixes podem ser encontrados (GOUVEIA JR. *et al.*, 2005).

Em peixes, a agressividade pode ser examinada por diferentes metodologias. Dentre elas, a avaliação da interação agonística de mais de um peixe em um mesmo tanque, que pode ser empregada para observar o comportamento de defesa territorial (OLIVEIRA, 2011; TELES, 2013).

Atualmente existem vários estudos sobre parâmetros emocionais que possibilitam avaliar dinâmica social, estresse, ansiedade, agressividade, medo e comportamento locomotor. Para estabelecer protocolos é necessário levar em conta a resposta inata do animal e sua dinâmica social natural (BRIDI *et al.*, 2017). Trabalhos que exploram análises comportamentais em espécies de peixes são de extrema importância, principalmente devido ao grande número de espécies existentes que podem gerar por consequência diferentes respostas, impossibilitando a

generalização. Diante disso, a produção científica na área de estudo do comportamento tem despertado interesse dos pesquisadores motivados por um maior controle de variáveis de natureza menos complexa, como também pela possibilidade de investigar questões relacionadas às emoções que conseguiriam justificar alterações comportamentais comumente observadas.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Localização e período experimental

O experimento foi conduzido no Biotério Central da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, durante 16 dias. O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética e Uso de Animais da Universidade Federal Lavras, protocolo n°29/2017-CEUA/UFLA.

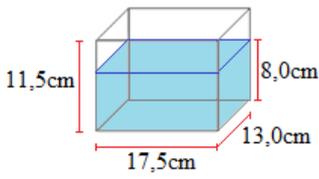
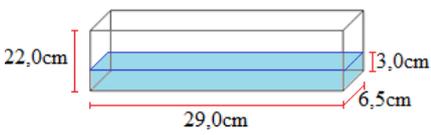
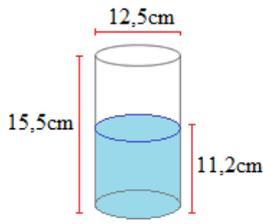
### 4.2 Material biológico e instalações

Foram utilizadas 600 larvas de piracanjuba, adquiridas após a eclosão, provenientes da Estação de Piscicultura da CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais S.A.) de Itutinga. Os animais foram distribuídos em 15 aquários na proporção de 25 larvas por litro, em um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e cinco repetições. Os peixes foram mantidos sob fotoperíodo 12 horas de luz e 12 horas de escuro (BARAS & LUCAS, 2010).

### 4.3 Desenho experimental e manejo

Foram adotados três tratamentos (TABELA 1) e cinco repetições em um delineamento inteiramente casualizado.

Tabela 1 - Tratamentos adotados no experimento.

<b>Tratamento</b>	Tratamento 1(T1)	Tratamento 2 (T2)	Tratamento 3 (T3)
<b>Formato do Tanque</b>			

Fonte: Do autor (2021).

Os tratamentos utilizados foram, conforme ilustra a tabela, tratamento 1 – tanque quadrado, tratamento 2 – tanque retangular e tratamento 3 – tanque cilíndrico. Em todos os tratamentos, os tanques possuíam o mesmo volume de água (1,6 litros), distribuídos em formas

diferentes, proporcionando diferentes lâminas d'água. Além disso, todos os tanques eram da cor branca.

Após aclimatação, 20 larvas foram pesadas e medidas para o começo do experimento, que teve início quando as larvas iniciaram a alimentação exógena. As larvas receberam alimentação seis vezes ao dia (8:00h, 10:00h, 12:00h, 14:00h, 16:00h e 18:00h) durante todo o período experimental, com náuplios de artêmia recém-eclodidas (Bio Artêmia), em uma quantidade média diária de 530 náuplios por larva divididas nas seis alimentações diárias, de acordo com o que foi preconizado por Jomori *et al.* (2003).

#### **4.4 Qualidade de água**

O experimento foi realizado em sistema estático, com aeração constante e troca parcial de água de 40% do volume total, diariamente, com limpeza dos tanques duas vezes ao dia através de sifão, para retirada de dejetos e sobras da alimentação. A água utilizada era previamente tratada, 24 horas antes, para remoção do cloro e para adequação da temperatura às temperaturas dos tanques e se mantivesse apta para utilização. A temperatura foi mensurada diariamente com auxílio de um termômetro de mercúrio, o pH e nitrogênio amoniacal, foram avaliados semanalmente, por meio de testes colorimétricos (Alfakit, SC-Brasil). Durante o experimento, o fluxo de pessoas na sala de experimentação foi restringido ao momento da limpeza dos aquários e alimentação.

#### **4.5 Desempenho zootécnico das larvas de piracanjuba**

As larvas foram mantidas em jejum durante 24h, para posteriores análises que foram realizadas ao final do período experimental, no 16º dia. Para os parâmetros de desempenho zootécnico, foram utilizados todos os animais sobreviventes da unidade experimental, eutanasiados por dose letal do anestésico eugenol, de acordo com a Resolução N° 714/2002 que dispõe sobre procedimentos e métodos de anestesia e eutanásia em animais. Os parâmetros de desempenho zootécnico avaliados foram:

- Comprimento total (CT), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o final da nadadeira caudal;
- Comprimento padrão (CP), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o menor perímetro do pedúnculo (inserção da nadadeira caudal);

- Peso (g): as larvas foram pesadas individualmente no início e ao final do período experimental,

Para determinar o ganho de peso (g), ganho em comprimento (mm) e taxa de crescimento específico foram utilizadas as expressões descritas por Jauncey e Ross (1982):

$$GP = PF - PI$$

Leia-se: GP = Ganho de peso (g); PF = Peso final (g); PI = Peso inicial (g).

GC (ganho em comprimento) = Comprimento final – Comprimento inicial

$$TCE = 100x (\ln PF) - (\ln PI) / Per$$

Leia-se: TCE (%) = Taxa de crescimento específico; PER = Período experimental. ln = Logaritmo neperiano.

## 4.6 Canibalismo

A ocorrência de canibalismo foi avaliada diariamente, as 8h00 e as 17h00, através de anotações onde eram contabilizadas as larvas canibalizadas e desaparecidas. Foram feitas avaliações pela manhã e ao final da tarde para analisar se a maior ocorrência de canibalismo acontecia durante o início do dia ou ao final do período diurno. As ocorrências observadas de canibalismo foram contabilizadas e anotadas para posterior análise.

Foi calculado o canibalismo aparente, levando em consideração as larvas canibalizadas ou desaparecidas em relação ao número de peixes inicialmente estocado e sobreviventes. O cálculo do canibalismo foi feito conforme a seguinte equação:

$$\text{Canibalismo Aparente (\%)} = 100 - [\text{Sobrevivência (\%)} + \text{Mortalidade (\%)}]$$

## 4.7 Análises Comportamentais

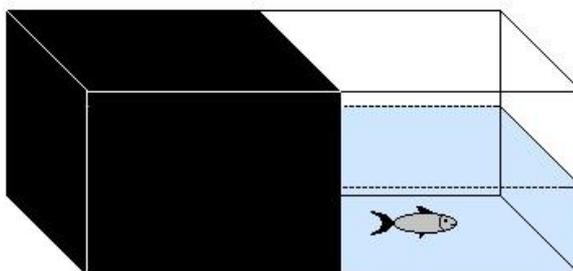
### 4.7.1 Teste claro-escuro

Este modelo de teste foi utilizado para verificar os parâmetros comportamentais, como um modelo que avalia a ansiedade das larvas, para analisar se os diferentes tratamentos induziram algum tipo de medo, ansiedade e estresse nas larvas. Este teste avaliou o comportamento de animais colocados individualmente em um aquário experimental contendo

dois compartimentos, um claro e um escuro, e as transições feitas entre os compartimentos foram quantificadas.

Foi utilizado um aquário retangular de acrílico, com 2 litros de água, no qual metade do aquário estava completamente coberto e tampado com plástico fosco preto, e a outra parte se manteve sem nenhuma cobertura e com iluminação (FIGURA 3). Foram feitas 8 filmagens por tratamento, cada filmagem teve duração de 10 minutos, sendo que foram descartados os 5 minutos iniciais em que os peixes estavam aclimatando, e avaliados somente os 5 minutos finais dos vídeos. As filmagens foram realizadas durante a manhã, ao final do período experimental, no 16º dia, todas consecutivamente. Neste período, as larvas selecionadas de forma casualizada, foram colocadas individualmente no aquário e podiam nadar livremente entre os compartimentos. O tempo gasto no compartimento claro foi analisado. Os dados foram expressos como a diferença do tempo gasto em cada compartimento. A maior exploração do compartimento claro indica um estado baixo de ansiedade (GEBAUER *et al.*, 2011).

Figura 3 – Ilustração do aquário utilizado no teste de ansiedade claro-escuro



Fonte: Do autor (2021).

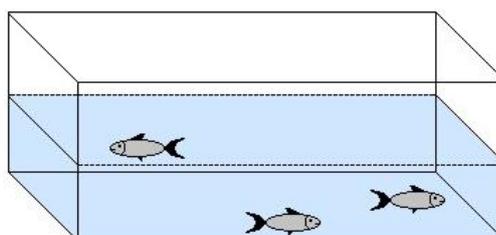
#### 4.7.2 Teste agressividade

Os comportamentos agonísticos das larvas de piracanjuba foram registrados através de filmagens de 10 minutos, nos quais foram descartados os 5 minutos iniciais em que os peixes estavam aclimatando, e avaliados somente os 5 minutos finais dos vídeos. As filmagens foram realizadas durante a manhã, ao final do período experimental, no 16º dia, todas consecutivamente. Foram colocadas 3 larvas, escolhidas aleatoriamente, pertencentes a cada tratamento em um aquário retangular de acrílico, com 2 litros de água e foram feitas 5 filmagens por tratamento (FIGURA 4).

O perfil agressivo dos peixes foi avaliado através de um etograma baseado em Keenleyside (1979) e Sabino (1999), dos padrões comportamentais associados com o agonismo, mecanismos de natureza social que visam proteger o animal contra ataques de outros animais (neste caso contra seus coespecíficos), e exercer uma posição hierárquica ou de defesa de território. Os padrões comportamentais observados foram: agressividade (boca/boca, boca/lateral, boca/cauda), perseguição e fuga.

A agressividade boca/boca foi caracterizada por mordidas face a face entre dois indivíduos, seguido de um comportamento de submissão do peixe agredido, com posterior fuga deste. A agressividade boca/lateral foi caracterizada quando o peixe agressor morder o outro peixe, que por sua vez exibe uma de suas laterais como possível minimização do contato com o agressor. A agressividade boca/cauda foi caracterizada quando o peixe agressor atingiu com várias mordidas a cauda do peixe agredido. Já a perseguição foi caracterizada quando um peixe nadou em direção a outro, acompanhando sua trajetória, atacando-o ou não. O animal perseguido se deslocou em fuga, em submissão ao perseguidor, e a fuga foi o comportamento do animal perseguido, que se deslocou aproximadamente na mesma velocidade do perseguidor, com o propósito de sair da sua proximidade. Desta forma foi feita a quantificação da interação agonística, através das análises dos vídeos a fim de avaliar se os diferentes tratamentos interferiram na agressividade das larvas de Piracanjuba.

Figura 4 – Ilustração do aquário utilizado no teste de agressividade



Fonte: Do autor (2021).

#### 4.8 Análise estatística

Os dados experimentais foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Quando atendidos esses pressupostos, foi realizada a análise de variância (One way e two-way ANOVA) e ao constatar-se significância entre os tratamentos, foi aplicado o teste de Tukey (5% de probabilidade). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Minitab® versão 18.1.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Qualidade de Água

A oxigenação da água foi mantida através de aeração constante, a temperatura média da água dos tratamentos foi de  $25,82 \pm 0,43$  °C e se manteve dentro da faixa de normalidade para espécies tropicais, de acordo com Schmittou (1993) que informa que a temperatura ideal situa-se entre 25 e 28 °C. Os parâmetros de nitrogênio amoniacal e pH também permaneceram dentro da faixa de normalidade para peixes tropicais (SIPAÚBA-TAVARES, 1995; CARNEIRO *et al.*, 2015). O valor médio de pH  $7,3 \pm 0,2$  ficou dentro dos limites aceitáveis para criação de peixes. Carneiro *et al* (2015) afirmam que o pH entre 7,0 a 9,0 é usualmente sugerido para criação de peixes de água doce de interesse econômico.

Os valores médios encontrados para nitrogênio amoniacal ( $0,009 \pm 0,002$ ) ficaram abaixo do máximo recomendado por Sipaúba-Tavares (1995) em sistemas de produção de peixes. E o oxigênio dissolvido se manteve em  $4,4 \pm 0,2$ mg/L, também dentro dos limites sugeridos para o cultivo de peixes, de acordo com Boyd (1990). Os parâmetros de qualidade da água foram similares entre os tipos de tanques, sugerindo que esses parâmetros não influenciaram nos resultados deste experimento.

### 5.2 Desempenho Zootécnico

Os dados das medidas corporais foram avaliados e não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para nenhum parâmetro avaliado (TABELA 2). Desta forma, os diferentes formatos de tanque não interferem no desempenho zootécnico de larvas de piracanjuba até 16 dias após a eclosão.

Tabela 2 - Desempenho zootécnico de larvas de piracanjuba (*B. orbignyana*) criadas em diferentes formatos de tanque até 16 dias após eclosão.

Tratamentos	Peso (g)	Desvio Padrão	Comprimento total (cm)	Desvio Padrão	Comprimento Padrão (cm)	Desvio Padrão
Tanque quadrado	0,0897010	0,0103548	1,99449	0,065876	1,71711	0,0507870
Tanque retangular	0,0902952	0,0046789	2,17106	0,267838	1,78042	0,0245137
Tanque cilíndrico	0,0913328	0,0096672	2,07234	0,072899	1,77197	0,0524655

Fonte: Do autor (2021).

### 5.3 Mortalidade e Canibalismo

Para as taxas de mortalidade e canibalismo foram observadas diferenças significativas para o período avaliado ( $p < 0,05$ ). Foi observada uma mortalidade significativamente maior no período noturno, conforme mostra a tabela a seguir (TABELA 3).

Tabela 3 - Taxa de Mortalidade observada em larvas de Piracanjuba (*B. orbignyanus*) criadas em diferentes formatos de tanque.

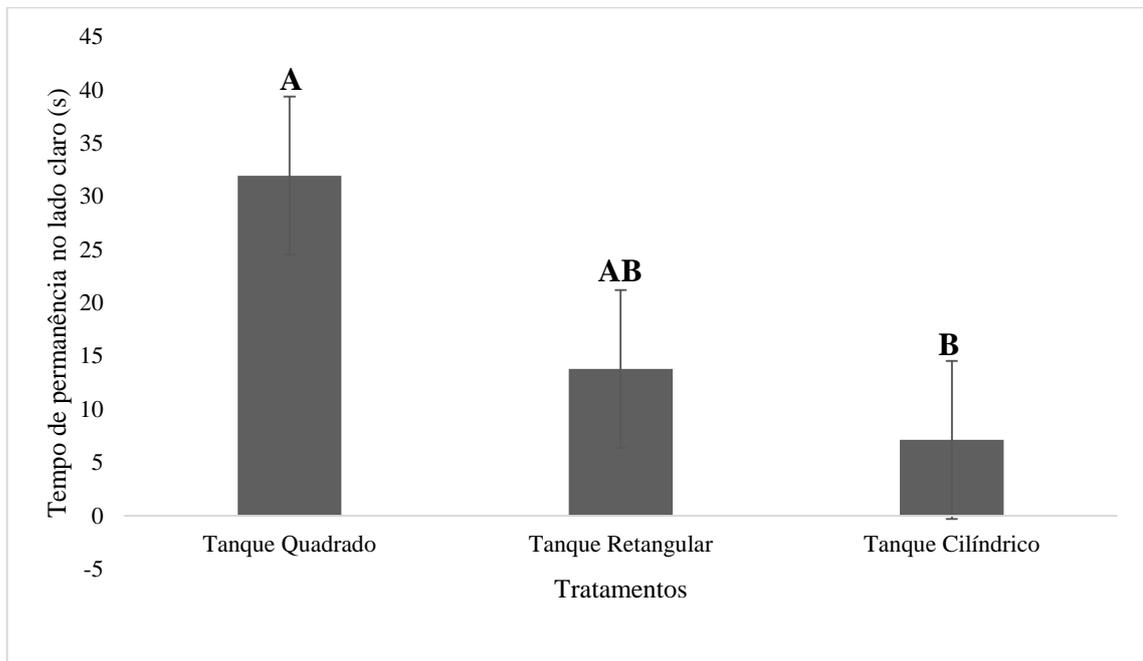
Tratamento	Período	Mortalidade
Tanque quadrado	Diurno (7h às 19h)	4,0±3,4%
Tanque retangular		1,0±1,4%
Tanque cilíndrico		6,0±4,5%
Tanque quadrado	Noturno (19h às 7h)	16,0±7,8%
Tanque retangular		27,0±4,5%
Tanque cilíndrico		22,0±8,7%
Médias tratamentos		
Tanque quadrado		10%±8%
Tanque retangular		14%±14%
Tanque cilíndrico		14%±11%
Two-way anova		
	Noturno	21,6±8%
	Diurno	3,70%±3%
Nível de significância: P-values		
	Tratamentos diurno	0,099
	Tratamentos noturno	0,095
	Média tratamentos	0,663
	Período	<0,000

Fonte: Do autor (2021).

### 5.4 Teste Claro-Escuro

Os dados foram avaliados através da ANOVA e foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ( $p=0,019$ ). Os animais do tratamento 1 (tanque quadrado) permaneceram mais tempo no lado claro quando comparados aos animais do tratamento 3 (tanque cilíndrico) (GRÁFICO 1).

Gráfico 1 - Teste de comportamento Claro-Escuro de larvas de piracanjuba (*B. orbignyanus*) criadas em diferentes formatos de tanques.



Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes.

Fonte: Do autor (2021).

Ainda assim, é possível observar que, em termos gerais, os peixes passaram 90% ou mais do tempo no ambiente escuro, reforçando o comportamento de escototaxia encontrado na maioria das espécies de peixes, independente do estágio de desenvolvimento em que se encontram. A escototaxia é um comportamento natural de preferência por escuridão, baseado na tendência natural do animal em se proteger do desconhecido, sendo crucial para a sobrevivência do mesmo (GOUVEIA JR. *et al.*, 2005).

### 5.5 Teste Agressividade

Para as análises do teste de agressividade, os dados foram avaliados e não foram encontradas diferenças comportamentais significativas entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ). Em todas as filmagens, foi possível observar uma pequena interação agonística, característica da espécie. Os comportamentos foram predominantemente de perseguição e fuga, com observações raras de mordidas boca/cauda e boca/lateral, não sendo detectado nenhum confronto boca/boca, conforme ilustra o etograma (TABELA 4).

Tabela 4 - Etograma comportamental do teste de agressividade de larvas de piracanjuba (*B. orbignyana*) criadas em diferentes formatos de tanque.

<b>Tipo de confronto</b>	<b>Boca/Boca</b>	<b>Boca/Lateral</b>	<b>Boca/Cauda</b>	<b>Perseguição</b>	<b>Fuga</b>
Tanque Quadrado	0 mordidas	1 mordida	1 mordida	3 investidas	11 segundos
Tanque Retangular	0 mordidas	0 mordidas	1 mordida	3 investidas	6 segundos
Tanque Cilíndrico	0 mordidas	0 mordidas	1 mordida	2 investidas	11 segundos

Fonte: Do autor (2021).

## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 Desempenho Zootécnico

Os parâmetros de desempenho zootécnico não foram influenciados pelos diferentes formatos de tanque. O desenvolvimento larval e suas relações corporais apresentam importantes mudanças sob o ponto de vista adaptativo da espécie, dando sequência a uma fase de maior crescimento larval inicial decorrente do formato fusiforme dos peixes do gênero *Brycon*. Essas mudanças morfológicas propiciam a larva um corpo mais apto para maior atividade natatória e busca de alimento (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Logo após a eclosão, quando a larva se encontra no estágio larval vitelino, várias espécies de peixes apresentam-se pouco desenvolvidas. As características e estratégias reprodutivas das espécies estão diretamente relacionadas com esse pouco desenvolvimento corporal. Espécies que possuem ovócitos pequenos, característica de espécies migradoras e sem cuidado parental (VAZZOLER, 1996), geralmente apresentam períodos de incubação mais curtos e como consequência pouco desenvolvimento corporal (BLAXTER, 1988; FUIMAN, 2009). Desta forma, no início da vida, as espécies migradoras apresentam um desenvolvimento corporal mais acelerado para conseguir sobreviver sem o cuidado parental. Essa estratégia evolutiva reflete numa passagem rápida pela fase de transição alimentar endógena para exógena, que é uma fase crítica e vulnerável das larvas, em que estão susceptíveis à predação e às variações ambientais. Essa adaptação ecológica caracteriza a piracanjuba como uma espécie precoce à alimentação exógena (MACIEL *et al.*, 2006).

Neste experimento, o formato do tanque não influenciou nas medidas corporais de desempenho. Este resultado corrobora com o encontrado por Pedreira, Tavares e Silva (2006) para larvas de matrinxã (*Brycon Cephalus*), cultivadas em dois formatos de aquários, cilíndrico e retangular. Neste caso, o ganho de peso e o comprimento também não apresentaram diferenças significativas, porém a sobrevivência foi maior nos aquários retangulares. De acordo com os autores, a circulação de água nos aquários cilíndricos dificultou a suspensão de partículas, o que resultou num acúmulo de dejetos, aumentando a competição e canibalismo.

### 6.2 Mortalidade e Canibalismo

Nas condições deste estudo, foi constatado significativamente maior mortalidade e canibalismo no período noturno em comparação ao período diurno, independente do tanque de

manutenção, indicando que a presença de luz inibiu o comportamento agressivo e reduziu a mortalidade total dos peixes. No entanto, além da ausência de luz, no período noturno não havia alimentação disponível, fator que pode ter desencadeado o canibalismo mais acentuado. Este resultado corrobora com o encontrado por Reynalte-Tataje *et al.* (2002), nos quais pós-larvas de piracanjuba tiveram sobrevivência maior em períodos de 24h de luz e maior canibalismo em 24h de escuro. Como as pós-larvas de piracanjuba apresentam olhos desenvolvidos e boa capacidade visual, durante o período diurno fica mais fácil identificar os náuplios de Artêmia, entretanto, no período noturno, com a capacidade visual comprometida para encontrar alimento, os peixes podem ficar estressados e como consequência aumentar a taxa de canibalismo (REYNALTE-TATAJE *et al.*, 2002).

Souza (2019) encontrou resultados semelhantes em seu estudo quando testou dois diferentes fotoperíodos (12L:12D e 24L:00D) para redução do canibalismo na larvicultura da Piracanjuba (*B. orbignyanus*). O autor observou que a alimentação com náuplios de artêmia e o fotoperíodo de 24L:00D reduzem as taxas de canibalismo na larvicultura intensiva de piracanjuba. Então, para esta espécie que apresenta problemas com canibalismo na larvicultura, o uso da luminosidade pode ser uma estratégia para minimizar a mortalidade e agressividade dos peixes.

Por conseguinte, no que se refere aos formatos do tanque e a presença de canibalismo, mesmo estatisticamente não tendo sido detectadas diferenças significativas entre os tratamentos, o tanque com formato quadrado apresentou 8% de mortes a menos que os demais tratamentos. Isso corresponde a 16 peixes sobreviventes a mais, o que para um sistema de cultivo pode ser representativo pois, uma maior sobrevivência resulta em maior número de peixes para suprir a demanda em um sistema de cultivo. Além disso, esse mesmo tratamento obteve menor mortalidade no período noturno quando comparado aos outros tratamentos. Com uma sobrevivência numérica maior em comparação aos outros tratamentos, os peixes do tanque quadrado também permaneceram mais tempo no compartimento claro do teste de ansiedade claro/escuro ( $p < 0,05$ ), demonstrando que esse formato de tanque pode ter favorecido uma disposição dos peixes em diferentes pontos da lâmina d'água gerando menor encontro e menor visibilidade de possíveis presas. Resultados semelhantes foram observados por Backhurst & Harker (1988) quando avaliaram diferentes design de tanques. Os tanques de formato quadrado favoreceram que o alimento fosse mantido em suspensão com o mínimo de aeração e circulação da água, se dispondo em movimento nas colunas d'água, ficando mais acessível para alimentação. Em contrapartida, os tanques circulares demandavam níveis de aeração mais altos para que o alimento se mantivesse em diferentes colunas d'água.

Isso pode ser explicado no presente estudo, no qual foi utilizada aeração em um único ponto na mesma intensidade para todos os tanques. O tratamento com tanque em formato cilíndrico foi o tratamento com maior mortalidade no período diurno em comparação aos outros tratamentos. Esse comportamento dos peixes deste tratamento também foi observado no teste Claro-Escuro, nos quais os animais deste mesmo tratamento permaneceram por um tempo menor no lado claro, indicando ansiedade na busca por alimento. Neste formato, pode ter ocasionado um acúmulo do alimento em um mesmo local, favorecendo a competição entre as larvas. Devido a isso ocorreu um maior encontro entre os peixes e conseqüentemente maior competição por recursos e disputa por dominância, gerando estresse e canibalismo. Este resultado também foi observado por Pedreira *et al.*, (2006), no qual aquários cilíndricos favoreceram a predação e o acúmulo de detrito, resultando em menor sobrevivência de larvas de matrinxã (*B. cephalus*).

Além das interações entre predador e presa no período larval, algumas condições físicas e ambientais também devem ser observadas a fim de dificultar a possibilidade de canibalismo. Meios turbulentos com recirculação de água reduzem a taxa de alimentação quando comparado a condições de calmaria, afetando o tipo de presa capturada e ingerida. Além disso, o formato do sistema em que a larva está sendo cultivada influencia na alimentação, crescimento e comportamento (ROJAS *et al.*, 2018). Além do formato do tanque, as características da espécie têm um efeito direto na produção. Dentre essas características é possível destacar a atividade natatória. Juvenis de tilápias (características de ambientes lênticos), tem o hábito de aglomerarem-se na superfície do tanque durante o dia e no fundo à noite, apresentando melhores resultados de sobrevivência e produção em tanques retangulares, possuindo maior relação superfície/volume, do que tanques cilíndricos (ELLIS & WATANABE, 1994). Contrariamente, larvas de Walleyes (*Sander Vitreus*), um peixe carnívoro na fase de larvicultura assim como a piracanjuba, apresentaram melhor rendimento em tanques cilíndricos, quando comparados com os de formato quadrado (MOORE *et al.*, 1994).

Referente ao comportamento das larvas com relação a sua localização na coluna d'água, as relações corporais das larvas apresentam grandes mudanças quando a maior parte do saco vitelínico estiver absorvido. Há uma mudança no movimento natatório vertical para o horizontal em larvas de peixes nativos relacionados à piscicultura (ROTTA, 2003). Desta forma, o formato de tanque retangular favorece a atividade natatória horizontal das larvas de piracanjuba, devido a sua menor profundidade, facilitando a predação. Diante disso, e analisando os resultados deste estudo, o formato quadrado se encontrou intercedendo ambos os extremos e favoreceu a

sobrevivência, sendo mais indicado para o cultivo das larvas de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*).

Contudo, como os diferentes formatos de tanque não apresentaram diferenças estatisticamente significativas no canibalismo, estudos avaliando um número maior de parâmetros relacionados ao estresse e mortalidade devem ser continuados para identificar a real influência dessa hidrodinâmica na larvicultura de peixes em sistemas fechados.

### **6.3 Análises Comportamentais**

#### **6.3.1 Teste Claro Escuro**

Nesta análise comportamental, os peixes mantidos em tanques quadrados (tratamento 1) permaneceram mais tempo no lado claro quando comparados aos peixes mantidos em tanques cilíndricos (tratamento 3). Como esse teste avalia o estado de ansiedade dos animais, no tanque quadrado, os peixes apresentavam menor ansiedade em relação aos peixes do tanque cilíndrico. A ansiedade pode ser definida como um estado de apreensão ou tensão, produzidas a partir de situações que sinalizem perigo em potencial levando a alterações de comportamentos como por exemplo aumento da locomoção e inquietação (BRANDÃO, 2004).

Esse modelo de teste é baseado em comportamentos incondicionados, ou seja, que não necessitam de aprendizagem e tem sido utilizado como modelo experimental para várias espécies de peixes. Maximino *et al.*, (2007, 2010abc, 2011) após estudos com diversas espécies de peixes teleósteos observaram um padrão de maior preferência a ambientes escuros por todas as espécies estudadas. Os peixes apresentavam de forma geral uma aversividade natural a ambientes claros gerando conflito entre a exploração de ambientes novos contra uma aversão intrínseca ao desconhecido, fato esse, também observado no comportamento de roedores quando submetidos a este teste comportamental. Isso indica que este modelo é possível de ser aplicado ao estudo da ansiedade em peixes levando em conta as respostas semelhantes observadas entre teleósteos e mamíferos (GOUVEIA JR., MAXIMINO E BRITO, 2006). Nos animais mantidos em tanques cilíndricos (tratamento 3), foi observado uma mortalidade numérica maior no período diurno (de 7h às 19h) quando comparados aos outros tratamentos. O formato cilíndrico do tanque e a atividade natatória das larvas de Piracanjuba favorece um maior encontro entre os peixes neste tratamento, e quanto maior o encontro, maior a possibilidade de canibalismo. Devido a essa razão os peixes estavam em um estado maior de ansiedade e se arriscaram menos a explorar o lado claro, onde poderiam encontrar alimento,

mas também poderiam encontrar predadores e competidores (GOUVEIA JR. *et al.*, 2005). Por outro lado, no tanque quadrado, os peixes apresentaram menor mortalidade numérica no período noturno quando comparado aos outros tratamentos. Isso indica que, os peixes mantidos no tanque quadrado, como tiveram taxas menores de canibalismo, conseqüentemente também apresentaram um comportamento menos apreensivo em relação a permanência no lado claro.

No presente estudo, também foi mantido um padrão geral de preferência pelo lado escuro, em todos os tratamentos, o que corrobora com os resultados descritos acima. Em termos totais do tempo analisado, os peixes passaram a maior fração no ambiente escuro. O tempo de permanência no lado escuro indica uma busca maior por proteção (GEBAUER *et al.*, 2011), ação esperada e natural comumente observada em todos os animais submetidos a esta análise (GOUVEIA JR. *et al.*, 2005). Ainda assim, foi possível constatar diferença significativa no tempo de permanência no lado claro entre os tratamentos, indicando que o formato do tanque para cultivo interfere nas respostas emocionais das larvas de piracanjuba.

### **6.3.2 Teste Agressividade**

Esse teste busca determinar o comportamento agonístico e de defesa territorial dos peixes e, apesar de ter sido constatado nas filmagens uma pequena presença de comportamento agressivo em todos os tratamentos, que é uma característica intrínseca da espécie, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos.

Transportar as larvas para um novo aquário (aquário retangular de acrílico) em outro ambiente no qual as filmagens foram realizadas pode ter afetado o comportamento hierárquico agressivo que estava estabelecido nos diferentes formatos de tanque do experimento. De acordo com Lehner (1996) os efeitos das condições ambientais aos quais os animais são submetidos pode variar a estabilidade hierárquica. Vários estudos mostram que quando se altera a circunstância ambiental pode gerar uma instabilidade social, condição que pode ter ocorrido no presente estudo (HOFMANN *et al.*, 1999; SLOMAN *et al.*, 2001; SLOMAN *et al.*, 2002; SNEDDON & YERBURY, 2004; FISCHER & OHL 2005; SNEDDON *et al.*, 2006).

As larvas de piracanjuba que anteriormente estavam submetidas a aquários brancos de diferentes formatos, quando colocadas neste novo ambiente, podem ter tido seu comportamento afetado. A redução da agressividade seria uma resposta adaptativa como forma de fazer um ajuste fisiológico ao novo ambiente (OLLA *et al.*, 1978). Desse modo, os peixes poderiam precisar de mais tempo para adaptação ao novo ambiente, e à medida que retomassem a homeostase ambiental, poderiam expressar suas respostas comportamentais em seu novo

contexto social, o que poderia alterar a performance e gerar um novo padrão de comportamento (DOUTRELANT *et al.*, 2001; PINTO *et al.*, 2011). Então, para experimentos que avaliam o meio ideal de cultivo, esse teste pode não ser o ideal para avaliar a agressividade dos indivíduos.

## **7 CONCLUSÃO**

Nas condições em que o experimento foi realizado, pode-se concluir que o formato de tanque mais indicado para cultivo de larvas de piracanjuba em sistemas indoor é o formato quadrado. Este formato favoreceu a sobrevivência e reduziu a ansiedade dos peixes. Todavia, tendo em vista a importância do tema, os estudos deverão ser continuados, onde poderão ser analisados outros parâmetros relacionados ao comportamento e o desenvolvimento da espécie em diferentes condições de cultivo, bem como verificar a eficácia do formato do tanque na prevenção do estresse e do canibalismo.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das dificuldades e insucessos observados durante a larvicultura, espera-se que, com os resultados deste trabalho, seja possível contribuir no conhecimento da efetividade do melhor sistema de cultivo para otimizar a produção indoor, visando uma espécie neotropical com comportamento agressivo: *Brycon orbignyanus*. Por conseguinte, reduzir o custo de produção, à medida que conseguir proporcionar maior sobrevivência dos peixes, e assim, suprir a demanda do mercado.

Desta forma, pesquisas que visam estratégias de manejo eficazes são de extrema importância para auxiliar na formação de protocolos específicos que atendam às necessidades de cada espécie, visto que as espécies de peixes possuem hábitos e particularidades diferentes entre si e, assim, diferem na melhor estratégia para produção de cada uma. Além disso, espera-se que este trabalho tenha corroborado para novas ideias e servido de pilar para futuras pesquisas que buscam eficiência na produtividade de espécies nativas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSTIN, B.; AUSTIN, D. **Bacterial fish pathogens: diseases of farmed and wild fish**. 4. ed. Chichester: Springer,. 594 p. 2007.
- BACKHURST, J.R.; HARKER, J.H. The suspension of feeds in aerated rearing tanks: the effect of tank geometry and aerator design. **Aquacultural Engineering**, v. 7, n. 6, p. 379-395, 1988.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Editora da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. 2009.
- BARAS, E. Sibling cannibalism among juvenile vundu under controlled conditions. I. Cannibalistic behaviour, prey selection and prey size selectivity. **Journal of Fish Biology**, v. 54, n. 1, p. 82-105, 1999.
- BARAS, E., & LUCAS, M. C. Individual growth trajectories of sibling Brycon moorei raised in isolation since egg stage, and their relationship with aggressive behavior. **Journal of Fish Biology**, 77, 985–997. (2010).
- BARKI, A., VOLPATO, G.L. Early social environment and the fighting behaviour of young Oreochromis niloticus (pisces, cochlidae). **Behaviour**, 135, 913-929. 1998.
- BARLOW, G.W.; ROGERS, W.; FRALEY, N. Do Midas cichlids win through prowess or daring? It depends. **Behavioral Ecology and Sociobiology** 19, 1–8, 1986.
- BASILE-MARTINS, M.A.; YAMANAKA, N.; JACOBSEM, O.; ISHIKAWA, C.M. Observações sobre a alimentação e a sobrevivência de larvas de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmber, 1887), (*Colossoma mitrei*. Berg, 1895). **Bol. Inst. Pesca**, 14:63-68, 1987.
- BERNARDINO, G.; SENHORINI, J.A.; FONTES, N.A.; BOCK, C.L.; MENDONÇA, J.O.J. Propagação artificial do matrinxã, Brycon cephalus (Gunther, 1869), (Teleostei, Characidae). **Boletim Técnico CEPTA, Pirassununga**, 6(2): 1-10, 1993.
- BLANCHARD, D. C. & BLANCHARD, R. J. An Ethoexperimental approach to biology of emotions. **Annual Review of Psychology**, 39, 43-68. 1988.
- BLAXTER, J. H. S. 1 Pattern and Variety in Development. In: **Fish physiology**. Academic Press, p. 1-58. 1.988
- BOYD, C. E. Water quality in ponds for aquaculture. **Alabama: Birmingham Publishing**, 482 p. 1990.
- BRANDÃO, M, L. **As bases biológicas do comportamento: introdução à Neurociência**. 4ª ed. EPU, Brasil, 2004.
- BRIDI, D. *et al.* Glyphosate and Roundup® alter morphology and behavior in zebrafish. **Toxicology, Porto Alegre**, v. 392, n. October, p. 32–39, 2017.

BROCKMARK S., ADRIAENSSENS B. & JOHNSON J.I. Less is more: density influences the development of behavioural life skills in trout. **Proceedings of the Royal Society B**, 277, 3035-3043. 2010.

CAMPOS, E.G. de. **Zebrafish como organismo-modelo para análises de efeitos comportamentais e toxicológicas da cetamina empregando cromatografia em fase gasosa e estatística multivariada**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2016.

CARANI, F. R. *et al.* Morfologia e crescimento do músculo estriado esquelético no pirarucu *Arapaima gigas* Cuvier, 1817 (Teleostei, Arapaimidae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 30, n. 2, p.205-211, 29 maio 2008.

CARNEIRO, P.C..F. *et al.* Produção Integrada de Peixes e Vegetais em Aquaponia. **Embrapa Tabuleiros Costeiros-Documentos (INFOTECA-E)**, 2015.

CARVALHO, T. B. *et al.* Effect of body size heterogeneity on the aggressive behavior of larvae of matrinxã, *Brycon amazonicus* (Characiformes, Bryconidae). **Acta Amazonica**, v. 48, n. 4, p. 304–310, dez. 2018.

CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 189 p. 1992.

CAVALCANTI, C. de A. **Proteases digestivas em juvenis de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) Eigenmann, 1909) e aplicações da técnica de digestibilidade “in vitro”**. 1998. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 101 p. 1998.

CECCARELLI, P.S. **Canibalismo em larvas de matrinxã *Brycon cephalus* (Günther, 1869)**. 92p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 1997.

CESTAROLLI, M. A. Larvicultura do pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) (Agassiz, 1892): Aspectos da alimentação inicial e o desenvolvimento de estruturas sensoriais. 2005. Tese (Doutorado em Aquicultura) Centro de Aquicultura. Universidade do Estado de São Paulo, Jaboticabal, 2005.

CIAMARRO, C.M. **Histoquímica de musculaturas de *Astyanax altiparanae* de ambientes perturbados**. 37 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado – Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2013.

COLCHEN, T. *et al.* Is a cannibal different from its conspecifics? A behavioural, morphological, muscular and retinal structure study with pikeperch juveniles under farming conditions. **Applied Animal Behaviour Science**, p. 104947, 5 fev. 2020.

CONCEIÇÃO, L. E. C. *et al.* Amino acid metabolism and protein turnover in larval turbot (*Scophthalmus maximus*) fed natural zooplankton or Artemia. **Marine Biology**, [s.I], v. 129, n. 2, p. 255–265, 1997.

DE OLIVEIRA NUNER, A.P.; PEREIRA, A.S. Utilização de diferentes densidades, dietas e formatos de tanque na larvicultura da piracanjuba, *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849

(Characiformes, Characidae) **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, v. 25, n. 1, p. 55-61, 2003.

DORAN, C., BIERBACH, D., LASKOWSKI, K.L. Familiarity increases aggressiveness among clonal fish. **Animal behavior**, 148, 153-159. 2019.

DOUTRELANT, C., MCGREGOR P.K., OLIVEIRA, R.F. The effect of an audience on intrasexual communication in male Siamese fighting fish, *Betta splendens*. **Behavioral Ecology**, 12, 283–286. 2001.

ELLIS, S.C.; WATANABE, W. Comparison of raceway and cylindroconical tanks for brackish-water production of juvenile Florida red tilapia under high stocking densities. **Aquacultural engineering**, v. 13, n. 1, p. 59-69, 1994.

FAO. **O Estado do Mundo Pesca e da Aquicultura**, Rome, 274p. 2014.

FAO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets. Rome, FAO. 2020.

FEIDEN, A.; HAYASHI, C. Desenvolvimento de juvenis de Piracanjuba (*Brycon orbignyannus*), Vallencienes (1849) (*Teleostei: characidae*) em tanques experimentais fertilizados com adubação orgânica. Semina : **Ciências Agrárias**, v. 26, 1 jan. 2005.

FILIPETTO, J. E. S.; RADÜNZ NETO, J.; SILVA, J. H. S. Substituição de fígado bovino por glúten de milho, glúten de trigo e farelo de soja em rações para pós-larvas de piavas (*Leporinus obtusidens*). **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 35, n.1, p.192-197, 2005.

FISCHER, P.; OHL, U. Effects of water-level fluctuations on the littoral benthic fish community in lakes: a mesocosm experiment. **Behavioral Ecology**, 16: 741-746. 2005.

FOLKVORD, A. Ontogeny of cannibalism in larval and juvenile fishes with special emphasis on Atlantic cod. In: Chambers, R.C.; Trippel, E.A. (Eds). *Early Life History and Recruitment in Fish Populations*. **Chapman e Hall, London**, p. 251-278. 1997.

FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. (Ed.). **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, p.375. 2012.

FREATO, T. A. *et al.* Efeito do peso de abate nos rendimentos do processamento da piracanjuba (*Brycon orbignyannus*), valenciennes, 1849). **Ciênc. Agrotec**, Lavras, v. 29, p.676-682, maio 2005.

FUIMAN, L.A.; WERNER, R.G. (Ed.). **Fishery science: the unique contributions of early life stages**. John Wiley & Sons, 2009.

GALHARDO, L., OLIVEIRA, R. Dos peixes e dos homens: o estudo do bem-estar animal aplicado à piscicultura. **Anais do ZOOTEC 2005**, Campo Grande: ZOOTEC, 2005.

GANEKO, L. N. *et al.* Análise morfológica do desenvolvimento ovocitário de piracanjuba, *Brycon orbignyianus*, durante o ciclo reprodutivo. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 131-138, Nov. 2001.

GEBAUER, D.L. *et al.* Effects of anxiolytics in zebrafish: similarities and differences between benzodiazepines, buspirone and ethanol. **Pharmacology Biochemistry and Behavior**, v. 99, n. 3, p. 480-486, 2011.

GERY, J.; MAHNERT, V.; LOUHY, D. Poissons characoides non Characidae du Paraguay (Pisces, Ostariophysi). **Revue Suisse de Zoologie**, Geneve, v. 94, n. 2, p. 357-464, July 1987.

GOMIERO, J.S.G. *et al.* Curvas de crescimento morfométrico de piracanjuba (*Brycon orbignyianus*). **Ciência e Agrotecnologia**, Belo Horizonte, v. 33, n. 3, p.882-889, jun. 2009.

GONÇALVES, A. A. Tecnologia do pescado: Ciência. **Tecnologia, Inovação e**, 2011.

GOUVEIA JR, AMAURI *et al.* Preference of goldfish (*Carassius auratus*) for dark places. **Rev. etol**, p. 63-66, 2005.

GOUVEIA JR., A., MAXIMINO, C. E BRITO, T. M. **Comportamento de Peixes: vantagens e utilidades nas neurociências**. Bauru: [s.n.], 1-80. 2006.

GRAEFF, F. G. Neuroanatomy and neurotransmitter regulation of defensive behaviors and related emotions in mammals. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, 27, 811-819. 1994.

GUEVARA, MARTHA JANETH PRIETO. **Enriquecimento do zooplâncton com óleo de peixe na larvicultura de pacu, *Piaractus mesopotamicus* e curimbatá *Prochilodus lineatus***. UFLA, 2003.

HOFMANN, H.A.; BENSON, M.E.; FERNALD, R.D. **Social status regulates growth rate: consequences for life-history strategies**. PNAS, 96: 14171-14176. 1999.

HOWES, G. Review of the generous *Brycon* (*Teleostei: Characoidei*). **Bulletin of the British Museum Natural History**, Oxford, v. 43, n. 1, p. 1-4, July 1982.

HUNTINGFORD, F.A.; ADAMS, C.; BRAITHWAITE, V.A.; KADRI, S.; POTTINGER, T.G.; SANDOE, P.; TURNBULL, J.F. Current issues in fish welfare. **Journal of Fish Biology**. 68: 332- 372. 2006.

JAUNCEY, K.; ROSS, B. **A guide to tilapia feeds and feeding**. Stirling, Scotland: Institute of Aquaculture, University of Stirling, 1982.

JOMORI, ROSÂNGELA KIYOKO *et al.* Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larviculture periods indoors. **Aquaculture**, v. 221, n. 1-4, p. 277-287, 2003.

KEENLEYSIDE, M.H.A. Diversity and Adaptations in Fish Behaviour. **Berlin: Springer-Verlag**, 208pp. 1979.

- KESTEMONT, P.; JOURDAN S., HOUBART M., MÉLARD C., PASPATIS M., FONTAINE P., CUVIER A., KENTOURI M., BARAS E. Size heterogeneity, cannibalism and competition in culture predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. **Aquaculture**, 227: 333-356. 2003.
- KIKUSUI, T., WINSLOW, J. T., MORI, Y. Social buffering: relief from stress and anxiety. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, 361 (1476). 2006.
- KOJIMA, J.T. *et al.* Short periods of food restriction do not affect growth, survival or muscle development on pacu larvae. **Aquaculture**, [s.l.], v. 436, p.137-142, jan. 2015.
- KOVAC, V.; COOP, G. H. Prelude: looking at early development of fishes. **Environmental Biology of Fishes**, v.56, p.7-14, 1999.
- LANDINES, M. A. *et al.* **Desenvolvimento embrionário do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), agassiz, 1829**. Boletim Técnico do CEPTA, v.16, p.1-13, 2003.
- LEHNER, P.N. **Handbook of Ethological Methods**. Cambridge University Press, United Kingdom, 672p. 1996.
- LEITÃO, N. J., PAI-SILVA, M. D., ALMEIDA, F. L. A., PORTELLA, M. C. The influence of initial feeding on muscle development and growth in pacu *Piaractus mesopotamicus* larvae. **Aquaculture**, v. 315, p. 78-85, 2011.
- MACIEL, C.M.R.R. *et al.* **Ontogenia de larvas de piracanjuba, *Brycon orbignyanus* valenciennes (1849)** (Characiformes, Characidae, Bryconinae). 2006.
- MAGELLAN, K. *et al.* Alteration of tank dimensions reduces male aggression in the swordtail. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 28, n. 1, p. 91-94, 2012.
- MAXIMINO, C. *et al.* A comparative analysis of the preference for dark environments in five teleosts. **International Journal of Comparative Psychology**, v. 20, n. 4, 2007.
- MAXIMINO, C. *et al.* Parametric analyses of anxiety in zebrafish scototaxis. **Behavioural brain research**, v. 210, n. 1, p. 1-7, 2010A.
- MAXIMINO, C. *et al.* Measuring anxiety in zebrafish: a critical review. **Behavioural brain research**, v. 214, n. 2, p. 157-171, 2010B.
- MAXIMINO, C. *et al.* Scototaxis as anxiety-like behavior in fish. **Nature protocols**, v. 5, n. 2, p. 209, 2010C.
- MAXIMINO, C. *et al.* Pharmacological analysis of zebrafish (*Danio rerio*) scototaxis. **Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry**, v. 35, n. 2, p. 624-631, 2011.
- MELO, Naiara. **Sobrevivência e crescimento em larvas de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) submetidas a restrição alimentar**. 2018.

- MENDONÇA, J. O. J. Criação de espécies do gênero *Brycon* no CEPTA/IBAMA. In: I SEMINÁRIO SOBRE CRIAÇÃO DE ESPÉCIES DO GÊNERO BRYCON, 1994, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: CEPTA, p. 31-49. 1994.
- MOORE, A. *et al.* Evaluation of tank shape and a surface spray for intensive culture of larval walleyes fed formulated feed. **The Progressive Fish-Culturist**, v. 56, n. 2, p. 100-110, 1994.
- NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: EDUEM, 378 p. 2001.
- NAUMOWICZ, K. *et al.* Intracohort cannibalism and methods for its mitigation in cultured freshwater fish. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 27, n. 1, p. 193–208, 1 mar. 2017.
- OLIVEIRA, F. R.; SILVA, F. J.; SIMÕES, M. J. Fighting Zebrafish: Characterization of Aggressive Behavior and Winner-Loser Effects. **Zebrafish**, v. 8, p. 73-81, 2011.
- OLIVEIRA, F.G. de *et al.* Desenvolvimento larval de *Brycon hilarii* (Characiformes, Characidae). **Iheringia. Série Zoologia**, v. 102, n. 1, p. 62-70, 2012.
- OLIVEIRA, R. F., FAUSTINO, A. I. Social information use in threat perception: Social buffering, contagion and facilitation of alarm responses. **Communicative & Integrative Biology**, 10(3), e1325049. 2017.
- OLLA, B.L.; STUDHOLME, A.L.; BEJDA, A.J.; SAMET, C.; MARTIN, A.D. Effect of temperature on activity and social behavior of the adult Tautog *Tautoga onitis* under laboratory conditions. **Marine Biology**, 45: 369-378. 1978.
- PALMA, E.H. da *et al.* Estratégia alimentar com ciclos de restrição e realimentação no desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo da linhagem GIFT. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 391-396, 2010.
- PARADIS, V. *et al.* Spatial variability in zooplankton and feeding of larval Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) in the southern Gulf of St. Lawrence. **Journal of Plankton Research**, v. 34, n. 12, p. 1064–1077, 1 dez. 2012.
- PEDREIRA, M.M.; TAVARES, L.H.S.; SILVA, R.C. Influência do formato do aquário na sobrevivência e no desenvolvimento de larvas de matrinxã *Brycon cephalus* (Osteichthyes, Characidae). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 329-333, 2006.
- PETERSEN, C. W. The occurrence and dynamics of clutch loss and filial cannibalism in two Caribbean damselfishes. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 135, n. 2, p. 117–133, 13 mar. 1990.
- PINTO A., OATES J., GRUTTER A., BSHARY R. Cleaner wrasses *Labroides dimidiatus* are more cooperative in the presence of an audience. **Current Biology** 21, 1140–1144. 2011.
- PORTELLA, M. C. *et al.* Alimentação e nutrição de larvas. In: FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P.. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, p. 186-216. 2013.

PORTELLA, M. C. *et al.* Larval development of indigenous South American freshwater fish species, with particular reference to pacu (*Piaractus mesopotamicus*): A review. **Aquaculture**, v. 432, p. 402–417, 20 ago. 2014.

REYNALTE-TATAJE, D. *et al.* Influência do fotoperíodo no crescimento e sobrevivência de pós-larvas de piracanjuba *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849)(Osteichthyes, Characidae). **Acta Scientiarum: Biological and Health Sciences**, p. 439-443, 2002.

ROCHA, C.M.C. da *et al.* Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 48, n. 8, p. iv-vi, 2013.

ROJAS, N.E.T.; LOBÃO, V.L.; DE BARROS, H.P. MÉTODO DE MANUTENÇÃO DE LARVAS DE *Macrobrachium amazonicum* HELLER, 1862 (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 17, n. único, p. 15-26, 2018.

ROTTA, M.A. Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura. **Embrapa Pantanal-Documentos (INFOTECA-E)**, 2003.

SABINO, J. Comportamento de peixes de riachos: métodos de estudos para uma abordagem naturalística. **Oecologia Brasiliensis**, v.6, p.183-208, 1999.

SANCHES, F. H. C. *et al.* Aggressiveness overcomes body-size effects in fights staged between invasive and native fish species with overlapping niches. **PLoS ONE** 7, 1-5, 2012.

SCHMITTOU, H.R. **High density fish culture in low volume cages**. American Soybean Association, 1993.

SENHORINI, J.A.; MANTELATTO, F.L.M.; CASANOVA, S.M.C Growth and survival of larvae of Amazon species “matrinxã”, *Brycon cephalus* (Pisces, Characidae), in larviculture ponds. **Boletim Técnico do CEPTA, Pirassununga**, 11: 13-28, 1998.

SENHORINI, J. A. **Biologia larval do matrinxã *Brycon cephalus* (Günther,1869) e do piracanjuba *Brycon orbignyanus* (Valenciennes,1849), (Pisces Characidae) em viveiros**. Tese de doutorado. Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo,1999.

SENHORINI, J. A.; GASPAR, L. A.; FRANSOZO, A. Crescimento, sobrevivência e preferência alimentar de larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*) e de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) em viveiros. **Boletim Técnico do CEPTA, Pirassununga**, v. 15, p. 9-21, 2002.

SERRA, M. **Estratégia agressiva de matrinxã *Brycon amazonicus*: conviver quando possível, matar quando preciso**, 35 f. Tese (doutorado) –Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências de Botucatu, 2014.

SIDONIO, L. *et al.* Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES setorial**, v. 35, p. 421-463, 2012.

SILVA, C.P. **Análise de Anomalias Esqueléticas e Histologia da Comunidade de Peixes do rio Papagaio, Mato Grosso, Brasil**. 2011.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Limnologia Aplicada à Aquicultura. **Funep, Jaboticabal**, p. 70, 1995.

SLOMAN K.A; TAYLOR A.C; METCALFE N.B; GILMOUR K.M. Effects of an environmental perturbation on the social behaviour and physiological function of brown trout. **Animal Behaviour**, 61: 325–333. 2001.

SLOMAN, K.A.; WILSON, L.; FREEL, J.A.; TAYLOR, A.C.; METCALFE, N.B.; GILMOUR, K.M. The effects of increased flow rates on linear dominance hierarchies and physiological function in brown trout, *Salmo trutta*. **Canadian Journal of Zoology**, 80: 1221-1227. 2002.

SMITH C, REAY P. Cannibalism in teleost fish. **Rev Fish Biol Fish** 1:41–64. 1991.

SNEDDON, L.U.; YERBURY, J. Differences in response to hypoxia in the three-spined stickleback from lotic and lentic localities: dominance and an anaerobic metabolite. **Journal of Fish Biology**, 64: 799-804. 2004.

SNEDDON, L.U.; HAWKESWORTH, S.; BRAITHWAITE, V.A.; YERBURY, J. Impact of environmental disturbance on the stability and benefits of individual status within dominance hierarchies. **Ethology**, 112: 437-447. 2006.

SOUZA, J. G. da S. **Photoperiods and diets to control of cannibalism in piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) larviculture**. 2019. 61 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

STAMPS, J., GROOTHUIS, T.G.G. The development of animal personality: relevance, concepts and perspectives. **Biological Reviews**, 85, 301-325. 2010.

TAKATA, R. **Dietas desbalanceadas em aminoácidos indispensáveis e a adoção de estratégias na utilização de nutrientes para o pacu, *Piaractus mesopotamicus***. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da Unesp. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, Brasil. 2011.

TELES, C. M. *et al.* Social modulation of brain monoamine levels in zebrafish. **Behav. Brain Res.**, v. 253, p. 17-24, 2013.

UZEDA, P. L. C. **Enriquecimento de *Artemia salina* com triptofano e sua influência sobre o canibalismo em larvas de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*)**. Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciências Biológicas. 24p. 2021.

VAZ, M. M.; TORQUATO, V. C.; BARBOSA, N. D. C. **Guia ilustrado de peixes da bacia do Rio Grande**. Belo Horizonte: CEMIG,. 144 p. 2000.

VAZZOLER, A. E. A. M. *et al.* Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. **Maringá: Eduem**, v. 196, 1996.

WOYNAROVICH, E. & L. HORVÁTH. **A propagação artificial de peixes tropicais: manual de extensão**. Brasília: FAO/Codevasf/CNPq, 220p. 1983.

WOYNAROVICH, E. and SATO, Y. Special rearing of larvae and post-larvae of matrinxã (*Brycon lundii*) and dourado (*Salminus brasiliensis*). In: HARVEY, B, CAROSFELD, J., (eds). **Workshop on larval rearing of finfish**. CIDA, ICSU, CIDA, ICSU, CASAFA. 1990.

ZANGROSSI JR., H. Modelos animais de ansiedade. Em F.G. Graeff & H. Zangrossi Jr. (org). **Ansiedade e Transtornos de Ansiedade**. Rio de Janeiro: Editora Científica Nacional, 1996.

ZANIBONI-FILHO, E. Larvicultura de peixes. Informe agropecuário, Belo Horizonte, v. 21, n. 203, p. 69-77, 2000.

ZANIBONI FILHO, E.; SCHULZ, U. Migratory fishes of the Uruguay River. In: CAROLSFELD, J. *et al.* (Ed.). **Migratory fishes of South America: biology, fisheries, and conservation status**. Victoria: World FisheriesTrust, p. 157-194. 2003.