

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**LILIANN KELLY GRANEMANN**

**MANUTENÇÃO DE REPRODUTORES E LARVICULTURA DE KINGUIOS**  
**(*CARASSIUS AURATUS*) EM SISTEMA DE BIOFLOCOS: EFEITOS SOBRE O**  
**DESEMPENHO E A SAÚDE INTESTINAL DE LARVAS**

**LAGES**

**2023**

**LILIANN KELLY GRANEMANN**

**MANUTENÇÃO DE REPRODUTORES E LARVICULTURA DE KINGUIOS  
(*CARASSIUS AURATUS*) EM SISTEMA DE BIOFLOCOS: EFEITOS SOBRE O  
DESEMPENHO E A SAÚDE INTESTINAL DE LARVAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Dr. Thiago El Hadi Perez Fabregat

**LAGES**

**2023**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Granemann, Liliann Kelly  
MANUTENÇÃO DE REPRODUTORES E LARVICULTURA  
DE KINGUIOS (CARASSIUS AURATUS) EM SISTEMA BFT:  
EFEITOS SOBRE O DESEMPENHO E A SAÚDE INTESTINAL  
DE LARVAS / Liliann Kelly Granemann. -- 2023.  
38 p.

Orientador: Thiago El Hadi Perez Fabregat  
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de  
Pós-Graduação , Lages, 2023.

1. Larvicultura. 2. Histomorfometria intestinal. 3. Kingiuo. 4.  
BFT. I. El Hadi Perez Fabregat, Thiago . II. Universidade do Estado  
de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa  
de Pós-Graduação . III. Título.

**LILIANN KELLY GRANEMANN**

**MANUTENÇÃO DE REPRODUTORES E LARVICULTURA DE KINGUIOS  
(*CARASSIUS AURATUS*) EM SISTEMA DE BIOFLOCOS: EFEITOS SOBRE O  
DESEMPENHO E A SAÚDE INTESTINAL DE LARVAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

**BANCA EXAMINADORA**

Thiago El Hadi Perez Fabregat, Dr.

Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV

Membros:

Juliano Uczay, Dr.

Universidade Federal de Santa Maria, Campus Palmeira das Missões

Natalia Ha, Dra.

Centro Universitário Unifacvest

Fernanda Picoli, Dra.

Universidade do Estado de Santa Catarina, CEO

Diego Mello de Liz, Dr.

Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe

Lages, 28 de abril de 2023.

Dedico essa dissertação à minha família.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas bênçãos concedidas, por guiar os meus passos e me amparar durante esta jornada.

A minha família, minha mãe Enezita, maior incentivadora e apoiadora dos meus estudos. Meu pai Vanderlei pelas orações. Minha irmã e colega de profissão Myrian, pelas trocas de experiência. Meus filhos Camila e Lucas, por iluminarem meus dias. Meu esposo Eder, pelo suporte. Meu primo Fernando. Obrigada por todo o amor e companheirismo, sem vocês não conseguiria chegar até aqui. Amo vocês.

Ao meu orientador Dr. Thiago El Hadi Perez Fabregat, pela oportunidade concedida, por aceitar esse desafio comigo, confiando no meu trabalho.

A todos os professores, colaboradores, técnicos do CAV/UDESC em especial ao professor André Thaller, pela colaboração nas análises estatísticas.

A Toda a equipe do laboratório de piscicultura do Centro de Ciências Agroveterinárias.

A UDESC, pelo ensino de qualidade e estrutura disponível para o desenvolvimento deste estudo.

A UFSC, por ceder o laboratório de histologia para a leitura das lâminas.

Aos membros da banca examinadora pela disponibilidade.

A todos que de alguma forma me auxiliaram para a concretização deste trabalho.

“Não fiz o melhor, mas fiz tudo para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas não sou o que era antes.”  
(Martin Luther King)

## RESUMO

O presente estudo foi realizado para avaliar o efeito da utilização do sistema de bioflocos (BFT), na manutenção de reprodutores e larvicultura sobre o desempenho e saúde intestinal de larvas de kinguio (*Carassius auratus*). Para isso, dois fatores foram analisados: o sistema de cultivo usado na manutenção dos reprodutores (BFT ou águas claras) e o sistema de cultivo da larvicultura (BFT ou águas claras). O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), em fatorial 2X2, com cinco repetições e o experimento teve duração de 15 dias. Reprodutores de kinguios foram distribuídos em seis tanques de polietileno (70 litros), sendo três tanques do sistema BFT e três tanques do sistema águas claras. Diariamente os tanques eram verificados em relação a presença de ovos, que eram coletados e incubados. As larvas ( $0,80 \pm 0,23$  mg) foram coletadas 48hs após a eclosão e distribuídas em 20 aquários cilíndricos de fundo cônico (1 litro) na densidade de 10 larvas por aquário. Foram utilizados dez aquários para cada sistema de larvicultura (águas claras e BFT), sendo metade com larvas originárias dos reprodutores cultivados em BFT e metade com larvas dos reprodutores cultivados em águas claras. O sistema de cultivo dos reprodutores não interferiu no desempenho das larvas de kinguio. A larvicultura em sistema BFT melhorou o crescimento e a sobrevivência em relação ao sistema de água clara. Para as larvas cultivadas em águas claras a manutenção dos reprodutores em sistema BFT melhorou as características do epitélio intestinal das larvas. O cultivo das larvas em sistema BFT não afetou a histomorfometria intestinal.

**Palavras-chave:** Larvicultura; Histomorfometria intestinal; Kinguio; BFT.



## ABSTRACT

The present study was carried out to evaluate the effect of using the biofloc (BFT) system in the maintenance of broodstock and larviculture on the performance and intestinal health of goldfish (*Carassius auratus*) larvae. For such, two factors were analyzed: the cultivation system used in the maintenance of the broodfish (BFT or clear waters) and the larviculture cultivation system (BFT or clear waters). The design was completely randomized (DIC) in a 2X2 factorial with five replications, and the experiment lasted for 15 days. Goldfish broodstock were distributed throughout six polyethylene tanks (70 liters), being three tanks in the BFT system and three tanks in the clear water system. The tanks were checked daily for the presence of eggs, which were collected and incubated. The larvae ( $0.80 \pm 0.23$  mg) were collected 48 hours after hatching, and distributed among 20 cylindrical aquariums with a conical bottom (1 liter) at a density of 10 larvae per aquarium. Ten aquariums were used for each larviculture system (clear water and BFT), half with larvae originating from breeders cultivated in BFT and half with larvae from breeders cultivated in clear water. The culture system of the breeders does not interfere with the performance of goldfish larvae. Larviculture in BFT system improved growth and survival in comparison to clear water system. For larvae cultivated in clear water, keeping the broodstock in the BFT system improved the characteristics of the intestinal epithelium of the larvae. The cultivation of larvae in the BFT system did not affect intestinal histomorphometry.

**Keywords:** Larviculture; Intestinal Histomorphometry; Goldfish; BFT.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<a href="#"><u>Quadro 1 - Pesquisas realizadas utilizando o sistema BFT na fase de larvicultura de peixes..</u></a>	15
<a href="#"><u>Quadro 2 - Pesquisas realizadas utilizando o sistema BFT no desempenho reprodutivo de organismos aquáticos.....</u></a>	15
<a href="#"><u>Figura 1 - Reprodutores de kinguio em tanques águas claras e BFT .....</u></a>	20
<a href="#"><u>Figura 2 - Substrato de desova .....</u></a>	21
<a href="#"><u>Figura 3 - Local de realização do experimento .....</u></a>	23
<a href="#"><u>Figura 4 - Avaliação do desempenho zootécnico nas larvas após 15 dias (a) comprimento total das larvas com paquímetro digital (mm); (b) pesagem das larvas em balança de precisão analítica.....</u></a>	24
<a href="#"><u>Figura 5 - Avaliação histomorfométrica de vilosidade intestinal de kinguio com 15 dias de ensaioexperimental. (A) Bioflocos, (B) Águas Claras. ATV (altura total da vilosidade, EV (espessura da vilosidade), CC (célula caliciforme) .....</u></a>	25

## LISTA DE TABELAS

<u>Tabela 1 - Médias dos parâmetros de qualidade de água (média <math>\pm</math> desvio padrão) ao longo da manutenção dos reprodutores</u> .....	21
<u>Tabela 2 - Médias dos parâmetros de qualidade da água (média <math>\pm</math> desvio padrão) ao longo do experimento</u> .....	23
<u>Tabela 3 - Análise de variância das variáveis de desempenho das larvas de kinguio</u> .....	26
<u>Tabela 4 - Média (<math>\pm</math> desvio padrão) das variáveis de desempenho de larvas kinguio</u> .....	26
<u>Tabela 5 - Análise de variância das variáveis histológicas das larvas de kinguio</u> .....	27
<u>Tabela 6 - Desdobramento da interação de altura total das vilosidades (<math>\mu\text{m}</math>) de larvas de kinguios em função de diferentes sistemas de origem e cultivadas em diferentes sistemas</u> ....	27
<u>Tabela 7 - Média (<math>\pm</math> desvio padrão) das variáveis de espessura e largura das vilosidades e células caliciformes de larvas kinguio</u> .....	27

## SUMÁRIO

<b><u>1</u></b>	<b><u>INTRODUÇÃO</u></b> .....	<b>11</b>
<b><u>2</u></b>	<b><u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u></b> .....	<b>13</b>
<b><u>2.1</u></b>	<b><u>SISTEMA BFT (BIOFLOC TECHNOLOGY)</u></b> .....	<b>13</b>
<b><u>2.2</u></b>	<b><u>LARVICULTURA EM SISTEMA BFT (BIOFLOC TECHNOLOGY)</u></b> .....	<b>14</b>
<b><u>2.3</u></b>	<b><u>REPRODUTORES EM SISTEMA BFT (BIOFLOC TECHNOLOGY)</u></b> .....	<b>15</b>
<b><u>2.4</u></b>	<b><u>KINGUIO</u></b> .....	<b>16</b>
<b><u>3</u></b>	<b><u>OBJETIVOS</u></b> .....	<b>18</b>
<b><u>3.1</u></b>	<b><u>OBJETIVO GERAL</u></b> .....	<b>18</b>
<b><u>3.2</u></b>	<b><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></b> .....	<b>18</b>
<b><u>4</u></b>	<b><u>MATERIAIS E MÉTODOS</u></b> .....	<b>19</b>
<b><u>4.1</u></b>	<b><u>MANUTENÇÃO DOS REPRODUTORES</u></b> .....	<b>19</b>
<b><u>4.2</u></b>	<b><u>LARVICULTURA</u></b> .....	<b>22</b>
<b><u>4.3</u></b>	<b><u>ANÁLISE ESTATÍSTICA</u></b> .....	<b>25</b>
<b><u>5</u></b>	<b><u>RESULTADOS</u></b> .....	<b>26</b>
<b><u>5.1</u></b>	<b><u>DESEMPENHO PRODUTIVO</u></b> .....	<b>26</b>
<b><u>5.2</u></b>	<b><u>HISTOMORFOMETRIA INTESTINAL</u></b> .....	<b>27</b>
<b><u>6</u></b>	<b><u>DISCUSSÃO</u></b> .....	<b>28</b>
<b><u>7</u></b>	<b><u>CONCLUSÕES</u></b> .....	<b>30</b>
	<b><u>REFERÊNCIAS</u></b> .....	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A piscicultura ornamental é uma atividade de destaque na aquicultura mundial (RAJA *et al.*, 2019; TELETCHÉA, 2019). A possibilidade da utilização de pequenas áreas com instalações de baixo custo, aliado ao ciclo de produção curto e ao alto valor agregado, vem viabilizado a atividade e impulsionado a produção desses organismos (RAJA *et al.*, 2019). A produção e o crescimento da piscicultura ornamental, depende do fornecimento de larvas de alta qualidade e em larga escala (MEHDINEJAD; IMANPOUR; JAFARI, 2019). Na produção de peixes, a larvicultura é considerada uma das fases mais desafiadoras dentro do processo produtivo, pois às larvas passam por metamorfoses e transições alimentares (ABDELGALIL; ABOELHADID, 2012; PORTELLA; DABROWSKI, 2008; REIS *et al.*, 2021; SANTIN; BIALETZKI; NAKATANI, 2004; SANTOS *et al.*, 2022). Durante a fase larval, o sistema digestivo dos animais, sofre grandes mudanças histomorfológicas, devido às transições de alimentação endógena para exógena (HE *et al.*, 2012), o que pode afetar o crescimento, à sobrevivência e resistência das larvas a micro-organismos (PUELLO-CRUZ; VELASCO-BLANCO; MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, 2010).

A intensificação dos sistemas de produção, através da utilização de tecnologias avançadas, busca garantir uma maior produtividade, melhor utilização dos recursos e melhoria no capital investido (NAGATA *et al.*, 2010). Na larvicultura, o uso de sistemas intensivos possibilita um maior controle das condições produtivas, aumentando os índices de sobrevivência (EKASARI; RIVANDI *et al.*, 2015). Atualmente, sistemas de larvicultura intensivos estão sendo amplamente estudados (ABE *et al.*, 2021; DEMIR; SARIGÖZ, 2016; REIS *et al.*, 2021). Uma alternativa que ainda precisa ser melhor abordada, é o cultivo de larvas em sistema BFT. O sistema de bioflocos (BFT), é uma tecnologia que consiste na reciclagem de nutrientes nos tanques de cultivo, com troca mínima ou nenhuma troca de água e alta oxigenação (CRAB *et al.*, 2010; ABAKARI; LUO; KOMBAT, 2021). O objetivo é estimular o crescimento de bactérias aeróbicas e heterotróficas, que convertem amônia em biomassa microbiana, contribuindo para a manutenção dos parâmetros de qualidade da água do cultivo (CRAB *et al.*, 2012; GARCÍA-RÍOS *et al.*, 2019).

A larvicultura em BFT já foi estudada com resultados positivos para espécies como o kinguio (*Carassius auratus*) (BESEN *et al.*, 2023; BESEN *et al.*, 2021), cachama branca (*Piaractus orinoquensis*) (LASSO *et al.*, 2021), tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (LI *et al.*, 2018), tinca tinca (*Cyprinidae*) (VINATEA *et al.*, 2018) e jundiá (*Rhamdia quelen*) (POLI *et al.*, 2015). Os bioflocos servem como fonte suplementar de alimento e os micro-

organismos benéficos presentes no sistema podem contribuir para saúde intestinal organismos cultivados (CRAB *et al.*, 2010). Também já foi demonstrado que a manutenção de reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistema de bioflocos afeta positivamente o desempenho das larvas (EKASARI; RIVANDI *et al.*, 2015).

Dentre as espécies com interesse econômico, o kinguio se destaca no mercado mundial, por sua beleza, diversidade de cores, alta prolificidade e facilidade de adaptação às condições de cultivo (SILVA; SCHULZ, 2006; YANAR *et al.*, 2008;). Já foi comprovado que o sistema BFT melhora o crescimento e a sobrevivência de larvas de kinguio (BESEN *et al.*, 2021). Além disso já foi demonstrado benefícios sobre a histomorfometria intestinal das larvas (BESEN *et al.*, 2023). Por outro lado, o efeito do sistema BFT na manutenção dos reprodutores de kinguio, ainda não foi estudado. O presente estudo foi realizado para avaliar os efeitos da manutenção de reprodutores de kinguios em sistema BFT sobre o desempenho e saúde intestinal de larvas de kinguios.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 SISTEMA BFT (BIOFLOC TECHNOLOGY)

A tecnologia de cultivo em bioflocos (BFT) vem sendo amplamente estudado, como uma alternativa sustentável de produção para reduzir a utilização de água (BOSSIER; EKASARI, 2017) e o fornecimento de rações (MIRZAKHANI *et al.*, 2019; ZAKI *et al.*, 2020). A tecnologia BFT é caracterizada por ser um sistema fechado, com troca mínima ou nenhuma troca de água durante o processo produtivo (AVNIMELECH, 2007). Trata-se de um sistema biosseguro, que diminui a probabilidade de contaminação, através da entrada de patógenos (CRAB *et al.*, 2012). O cultivo em sistema BFT tem como princípio básico, a reciclagem de compostos nitrogenados e a reutilização de matéria orgânica do sistema de cultivo (AVNIMELECH, 2009). A adição de fonte de carbono orgânico estimula o crescimento de bactérias heterotróficas, que absorvem nitrogênio orgânico, produzindo biomassa microbiana (WANG, G. *et al.*, 2015) e mantendo a qualidade de água dentro da unidade de cultura (AVNIMELECH, 2009). Para que o sistema apresente um bom desempenho a aeração se faz necessária, para garantir a homogeneização do nitrogênio e manter os flocos em suspensão (POLI *et al.*, 2015).

Determinar a relação C:N da água é de fundamental importância para o controle do nitrogênio inorgânico e o desenvolvimento de flocos microbianos (PÉREZ-FUENTES *et al.*, 2016; VILANI *et al.*, 2016). Uma boa relação C:N pode melhorar a produção e a reciclagem de nutrientes, segundo Avnimelech (1999), relação C:N acima de 12:1 estimula a formação natural e estabilização de uma comunidade microbiana heterotrófica. As fontes orgânicas de carbono são na sua maioria sub-produtos, que são selecionadas por diversos fatores como custo, disponibilidade, biodegradabilidade e eficiência de assimilação pelas bactérias. As fontes mais utilizadas são melaço (PÉREZ-FUENTES *et al.*, 2016; XU; MORRIS; SAMOCHA, 2016), pela facilidade de aquisição e seu baixo custo, açúcar, farelos vegetais (trigo, arroz, milho) (EMERENCIANO *et al.*, 2013), fécula de mandioca (NOOTONG; PAVASANT; POWTONGSOOK, 2011), que estimulam uma comunidade específica microbiana modificando as propriedades nutricionais dos flocos (CRAB *et al.*, 2010).

Os bioflocos são agregados formados por biomassa microbiana, juntamente com microalgas, bactérias, zooplânctons, detritos orgânicos e inorgânicos (CRAB *et al.*, 2007; EMERENCIANO *et al.*, 2013). Estes, contêm nutrientes importantes, como aminoácidos, proteínas (ASADUZZAMAN *et al.*, 2010; DAUDA *et al.*, 2017). ácidos graxos, vitaminas C,

minerais (CARDONA *et al.*, 2016; EMERENCINO *et al.*, 2011), vários compostos bioativos, como carotenoides (CUNHA *et al.*, 2022), clorofilas, fitoesteróis (JU *et al.*, 2008) e bactérias probióticas (AHMAD *et al.*, 2017; EMERENCIANO *et al.*, 2013). Estudos demonstram que o teor de proteína bruta do flocos pode variar entre 24 a 40% (AVNIMELECH, 2009; LI *et al.*, 2018; LONG *et al.*, 2015).

Animais criados em sistema BFT, podem apresentar uma melhoria de ganho de peso e conversão alimentar, uma vez que os flocos estão disponíveis como alimento suplementar para os animais do cultivo 24h por dia (AVNIMELECH, 2007; 2009; AZIM; LITTLE, 2008; LUO *et al.*, 2014; AHMAD *et al.*, 2017). A ingestão dos bioflocos influenciam a atividade da microbiota intestinal e subsequentemente seus processos fisiológicos (CARDONA *et al.*, 2016; LI *et al.*, 2018). As enzimas digestivas presentes nos bioflocos, podem facilitar a digestibilidade e absorção dos alimentos, atuando na quebra de proteínas, carboidratos e demais ingredientes nutricionais (XU; PAN, 2012; LUO *et al.*, 2014; LONG *et al.*, 2015).

Observa-se também uma melhoria na saúde dos animais de cultivo, devido a estimulação do sistema imune inato, especialmente com o aumento das células fagocíticas na circulação (NAJDEGERAMI; BAKHSHI; LAKANI, 2016; PANIGRAHI *et al.*, 2018, 2019; XU; PAN., 2020).

## 2.2 LARVICULTURA EM SISTEMA BFT (BIOFLOC TECHNOLOGY)

Larvicultura é a fase da produção de peixes, que compreende todas as etapas de desenvolvimento desde a eclosão dos ovos, até a metamorfose integral dos organismos em juvenis (NAKATANI *et al.*, 2001). Assim que eclodem, muitas larvas ainda utilizam as reservas nutritivas provenientes do vitelo embrionário (HILTON; POORTENAAR; SEWELL, 2008). Na medida que as reservas endógenas se esgotam, as larvas estabelecem uma transição da alimentação endógena para a alimentação exógena. Na fase de alimentação exógena a disponibilidade, a composição do alimento e o desenvolvimento do aparelho digestivo podem interferir na sobrevivência e crescimento das larvas (HONORATO *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2016).

Os bioflocos apresentam características que compreendem, formas irregulares, partículas de tamanhos diferentes, altamente porosas e permeáveis aos fluidos (CHU; LEE, 2004). Os compostos nutricionais presentes no bioflocos fornecem nutrientes extras, fora dos horários normais de alimentação (EMERENCIANO *et al.*, 2013; (XU *et al.*, 2012) e enzimas



digestivas exógenas importantes para as larvas (XU; PAN, 2013). Neste contexto, pesquisas em sistema BFT vem sendo realizadas, procurando maximizar a produção tanto em quantidade quanto em qualidade. Trabalhos demonstrando o cultivo de larvas em sistema BFT podem ser observados na (Quadro 1).

Quadro 1 - Pesquisas realizadas utilizando o sistema BFT na fase de larvicultura de peixes

Autores	Espécie	Resultados
Ekasari <i>et al.</i> , 2015	Tilápia ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	Melhoria na qualidade e desempenho das larvas produzidas.
Besen <i>et al.</i> , 2021	Kinguio ( <i>Carassius auratus</i> )	Efeito positivo no crescimento das larvas.
Poli <i>et al.</i> , 2015	Jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> )	Maior sobrevivência das larvas
Li <i>et al.</i> , 2018	Tilápia ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	Melhora no desempenho zootécnico e saúde intestinal
Besen <i>et al.</i> , 2023	Kinguio ( <i>Carassius auratus</i> )	Melhoria na sobrevivência e saúde intestinal das larvas

Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

## 2.3 REPRODUTORES EM SISTEMA BFT (BIOFLOC TECHNOLOGY)

A biomassa presente no sistema bioflocos, pode contribuir nutricionalmente para a melhoria do desempenho reprodutivo dos peixes (EKASARI; ZAIRIN JR *et al.*, 2015). Além de níveis elevados de glicose, proteínas, ácidos graxos altamente insaturados (HUFA) (EKASARI; CRAB; VERSTRAETE, 2010), o BFT contém minerais, vitaminas, carotenoides (EKASARI, CRAB; VERSTRAETE, 2010; JU *et al.*, 2008; XU; PAN., 2013) que são importantes para a maturação das gônadas, qualidade e quantidade de ovos (DABROWSKI; CIERESZKO 2001). Já existem trabalhos demonstrando a utilização do sistema BFT em fase reprodutiva de peixes e camarões (Quadro 2).

Quadro 2 - Pesquisas realizadas utilizando o sistema BFT no desempenho reprodutivo de organismos aquáticos

Autores	Espécie	Tratamento	Resultados
Ekasari, Zairin Jr <i>et al.</i> , 2013	Tilápia ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	Água Clara (AC)/ Bioflocos (BFT) 4 repetições 20 peixes m-3 macho:fêmea de 1:4	Melhoria no desempenho reprodutivo e aumento do número de alevinos produzidos.

		Duração 84 dias	
Ekasari <i>et al.</i> , 2016	Bagre africano ( <i>Clarias gariepinus</i> )	AC/BFT Fêmeas 5 peixes m2 (25) Machos 4 peixes m2 (20) 2 repetições Duração 112 dias	Verificou-se que a taxa de fecundidade é semelhante entre os sistemas. A taxa de desenvolvimento embrionário dos ovos produzidos em BFT, foi maior que o do controle.
Emerenciano <i>et al.</i> , 2014	Camarão-rosa-do-norte ( <i>Farfantepenaeus duorarum</i> )	AC/BFT 4,5 camarões m2 1,5:1 macho:fêmea Duração 120 dias maturação/45 desova	Fêmeas apresentaram um número maior de desovas, número de ovos e tamanho dos ovos.
Cardona <i>et al.</i> , 2016	Camarão azul ( <i>Litopenaeus stylirostris</i> )	AC/BF 12 camarões m2 3 repetições Duração 21 dias	Maior sobrevivência dos reprodutores, maior taxa de desova, maior número de ovos.
Alvarenga <i>et al.</i> 2017	Tilápia ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	AC/BFT 32 animais m3 3 repetições Duração 21 dias	O desempenho reprodutivo foi semelhante entre o sistema BFT e águas claras.

Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

## 2.4 KINGUIO

O kinguio (*Carassius auratus*) pertencente à classe Actinopterygii, ordem Cypriniformes e família Cyprinidae (NEVES *et al.*, 2004). Está entre os peixes ornamentais mais populares e comercializadas no mundo, devido a sua beleza, rusticidade, adaptação ao manejo, alta prolificidade e cores atraentes (SILVA; SCHULZ, 2006; SINHA; ASIMI, 2007; YANAR *et al.*, 2008). Esta espécie é classificada como ovulípara e a primeira desova ocorre aproximadamente com um ano de idade (NADZIALEK *et al.*, 2008) com 20 cm de comprimento total (BROMAGE; ROBERTS, 1995). A desova é parcelada (NADZIALEK *et al.*, 2008) e não existe cuidados parentais. Os ovos ficam aderidos ao substrato até a eclosão que ocorre 50 horas após a fecundação, (ROSA *et al.*, 1994) e liberação das larvas (TELETCHER *et al.*, 2009).

As larvas de kinguios recém eclodidas pesam aproximadamente, 0,9 mg e medem 5,4 mm de comprimento, ainda apresentam a presença de vitelo, responsável por sua alimentação inicial (REMA; GOUVEIA, 2005). Não apresentam boa capacidade natatória (BAZLUR RAHAMAN *et al.*, 2011), e seu sistema digestório não está completamente formado

(KOLKOVSKI, 2001), havendo necessidade de nutrientes com boa digestibilidade e biodisponibilidade dentro dos viveiros (FOSSE *et al.*, 2013).

Por ser uma espécie com grande potencial comercial, a expansão do setor produtivo vem sendo realizada em sistemas cada vez mais intensivo (GONÇALVES JUNIOR *et al.*, 2014). Porém esta intensificação, submete os animais a uma maior competição por espaço, comida e oxigênio dissolvido (FARIAS *et al.*, 2011), podendo acarretar perdas do desempenho zootécnico (GONÇALVES JUNIOR *et al.*, 2013). Melhorar a eficiência na fase de larvicultura de Kinguio, contribui para melhorar a produtividade do sistema. Neste contexto, estudos na fase de larvicultura de kinguio vem sendo realizados com a finalidade de determinar as melhores condições nutricionais, ambientais e de manejo. Como a comparação de alimentos naturais e inertes (KAISER *et al.*, 2003), densidade de estocagem (GONÇALVES JÚNIOR *et al.*, 2014), alimentação, densidade de estocagem e concentração de bioflocos (BESEN *et al.*, 2021) e manejo alimentar em sistema BFT (BESEN *et al.*, 2023). O conhecimento científico é de extrema importância para suprir a carência de informação, proporcionando o êxito na fase de larvicultura.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da utilização do sistema de bioflocos na manutenção de reprodutores e larvicultura, sobre o desempenho e saúde intestinal de larvas de kinguio (*Carassius auratus*).

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar se a manutenção de reprodutores de kinguios em sistema de bioflocos pode melhorar o desempenho das larvas;

Avaliar se a larvicultura em sistema de bioflocos pode melhorar o desempenho produtivo;

Avaliar se o sistema BFT pode influenciar na saúde intestinal das larvas de kingios.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Setor de Piscicultura do Centro de Ciências Agrárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), campus Lages. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da universidade sob protocolo número 8054151120. Foi avaliado o efeito da manutenção de reprodutores de kinguio em sistema BFT sobre o desempenho e saúde intestinal de larvas. Para isso, dois fatores foram analisados: a origem das larvas (reprodutores em sistema BFT e água clara) e o sistema de cultivo da larvicultura (BFT ou água clara). O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) em fatorial 2X2 com cinco repetições por tratamento.

### 4.1 MANUTENÇÃO DOS REPRODUTORES

Para obtenção das larvas utilizadas no experimento foram utilizados 42 reprodutores de kinguios fêmeas ( $34,94\text{g} \pm 7,26\text{g}$ ) e 18 reprodutores machos ( $28,08\text{g} \pm 9,50\text{g}$ ) do plantel do Laboratório de Piscicultura. Os peixes foram distribuídos em seis tanques de polietileno (70 litros de volume útil), sendo três tanques do sistema BFT e três tanques do sistema água clara. Em cada tanque foram inseridos 10 reprodutores, sendo sete fêmeas e três machos (Figura 1). Todos os tanques foram equipados com sistema de aeração e aquecimento com aquecedores com termostato para manutenção da temperatura constante ( $\pm 25^\circ\text{C}$ ).

Cada tanque de reprodutores em sistema de água clara foi equipado com três filtros biológicos de espuma e manteve-se uma renovação de 70% da água diariamente. Foi utilizado água clara aquecida e salinizada na proporção  $4\text{ g l}^{-1}$  (LUZ et al., 2008). Nos tanques do sistema BFT a aeração era realizada com três mangueiras de silicone (4 mm) ligadas a um compressor radial. As mangueiras eram conectadas com pedras porosas que eram mantidas no fundo do tanque, de forma a permitir um maior revolvimento dos bioflocos e oxigenação da água, sendo o ar injetado de baixo para cima.

Nos tanques de reprodutores em sistema BFT não houve troca de água, apenas reposição do evaporado com água clara aquecida e salinizada na proporção  $3\text{ g l}^{-1}$ . A relação C:N utilizada foi de 20:1, considerada ideal para a produção do kinguio (WANG, G. et al., 2015), e mantida por meio de adição de melaço (38% C) como fonte de carbono orgânico, três vezes na semana, conforme descrito em De Schryver et al. (2008). No inóculo inicial 50% da água utilizada foi proveniente de um tanque (500 L) de cultivo maduro (macrocosmos) de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistema BFT. O restante foi completado com água clara.

No macrocosmos, a alimentação foi realizada com ração comercial contendo 40% de PB e a relação C:N foi mantida em 15:1 (PÉREZ-FUENTES *et al.*, 2016). A temperatura da água foi mantida constante ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ) por meio de aquecedores equipados com termostatos. A aeração foi realizada através de um sistema de compressor conectado a um difusor de ar, montado para fornecer uma injeção de ar ascendente no tanque e manter os bioflocos em suspensão.

A temperatura, o pH (Hanna HI98130) e o oxigênio dissolvido (Hanna HI9147-10) foram monitorados diariamente. A amônia (RICE *et al.*, 2012) e sólidos sedimentáveis (SSed) de acordo com metodologia descrita por Eaton, Cleserci e Greenberg (1995) e adaptada por Avnimelech (2015) foram monitorados semanalmente apenas do tratamento BFT. A qualidade da água não variou ao longo do experimento e os valores médios estão apresentados na tabela 1. Todos os parâmetros se mantiveram dentro do limite recomendado para o cultivo de peixes (BOYD, 2000).

Figura 1 - Reprodutores de kinguio em tanques águas claras e BFT



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

Tabela 1 - Médias dos parâmetros de qualidade de água (média  $\pm$  desvio padrão) ao longo da manutenção dos reprodutores

	AC	BFT
Temperatura (°C)	26,65 $\pm$ 1,15	26,60 $\pm$ 1,24
pH	7,62 $\pm$ 0,13	7,59 $\pm$ 0,05
Salinidade (g l <sup>-1</sup> )	2,5 $\pm$ 0,73	3,45 $\pm$ 0,87
Amônia (mg l <sup>-1</sup> )	0,312 $\pm$ 0,115	0,312 $\pm$ 0,113
SSed (ml/L)	-	24,4 $\pm$ 9,37
Oxigênio dissolvido (mg l <sup>-1</sup> )	6,933 $\pm$ 0,41	7,17 $\pm$ 0,21

SSed = sólidos sedimentáveis

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A alimentação dos reprodutores foi fornecida de forma manual duas vezes ao dia (8:00h e 17:30h), utilizando ração comercial (PB 32%), na proporção de 2% do peso vivo. Nos tanques em água clara os restos de alimentos e fezes foram sifonados diariamente. Os reprodutores foram aclimatados as condições de cultivo por 30 dias, sem a utilização de substrato de desova. Após este período cordas de nylon desfiado foram colocadas nos tanques para servir como substrato e estimular as desovas (Figura 2). Diariamente, os tanques foram verificados em relação a presença de ovos, a desova natural em sistema de águas claras aconteceu no dia 31 e do sistema BFT dia 38, as desovas foram coletadas e incubadas para realização dos experimentos com larvas.

Figura 2 - Substrato de desova



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

## 4.2 LARVICULTURA

Um total de 200 larvas (peso inicial de  $0,80 \pm 0,23$  mg) coletadas 48hs após a eclosão foram distribuídas em 20 aquários cilíndricos de fundo cônico (1 l de volume útil) na densidade de 10 larvas por aquário, onde foram cultivadas durante 15 dias. Foram utilizados dez aquários para cada sistema de larvicultura (água clara e BFT), sendo cinco aquários com larvas originárias dos reprodutores cultivados em BFT e cinco aquários com larvas dos reprodutores cultivados em águas claras.

As unidades experimentais foram dispostas em sala fechada (iluminação artificial com fotoperíodo controlado – 12h luz e 12h escuro) e mantidas em banho-maria ( $\pm 25^\circ\text{C}$ ) com o uso de aquecedores controlados por termostatos (Figura 3). Todas as unidades experimentais foram equipadas com sistema de aeração através de um sistema de compressor radial conectados a uma pedra porosa no fundo do tanque e aquecimento para manutenção da temperatura constante ( $\pm 25^\circ\text{C}$ ). Diariamente as larvas mortas eram retiradas e as sobreviventes contabilizados para a estimativa alimentar.

Nos aquários do sistema água clara, diariamente as fezes e restos alimentares eram sifonados e 50% da água será renovada. O reabastecimento era proveniente de um poço artesiano e mantida em reservatório aquecida ( $\pm 25^\circ\text{C}$ ). No sistema BFT, houve troca de 50% de água diariamente com reposição de água do macrocosmo. Mesmo protocolo utilizado por (BESEN *et al.*, 2021). A temperatura, o pH (Hanna HI98130) e o oxigênio dissolvido (Hanna HI9147-10) foram monitorados diariamente. A amônia, nitrito, nitrato e sólidos suspensos totais (TSS) (RICE *et al.*, 2012) foram monitorados semanalmente. A qualidade da água não variou ao longo do experimento e os seguintes valores médios estão apresentados na tabela 4. Todos os parâmetros se mantiveram dentro do limite recomendado para o cultivo de peixes (BOYD, 2000). A salinidade foi mantida em torno de  $4\text{ g l}^{-1}$  (LUZ *et al.*, 2008) em todos os aquários durante todo o período experimental.



Tabela 2 - Médias dos parâmetros de qualidade da água (média  $\pm$  desvio padrão) ao longo do experimento

	Águas claras	BFT
Temperatura (°C)	22,73 $\pm$ 0,20	22,50 $\pm$ 0,30
pH	8,34 $\pm$ 0,03	8,29 $\pm$ 0,06
Oxigênio dissolvido (mg l <sup>-1</sup> )	7,77 $\pm$ 0,08	7,62 $\pm$ 0,15
Amônia (mg l <sup>-1</sup> )	0,27 $\pm$ 0,19	0,11 $\pm$ 0,11
Nitrito (mg l <sup>-1</sup> )	0,50 $\pm$ 0,23	0,94 $\pm$ 0,34
Nitrato (mg l <sup>-1</sup> )	6,23 $\pm$ 3,95	155,16 $\pm$ 32,60
SST (mg l <sup>-1</sup> )	-	250,36 $\pm$ 72,49

Temp. = temperatura, OD = oxigênio dissolvido, NAT = nitrogênio amoniacal total, Turb. = turbidez, SST = sólidos suspensos totais.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Em todos os tratamentos as larvas foram alimentadas duas vezes por dia (08:00h e 17:30h) com náuplios de artêmia na proporção inicial de 150 náuplios por larvas, aumentando esta mesma quantidade a cada cinco dias para acompanhar o crescimento das larvas. Para a obtenção dos náuplios, cistos de artêmia foram incubados diariamente em recipientes cônicos (2 litros), abastecido com água com salinidade de 30‰, equipados com aeração constante e mantido sob uma lâmpada de 60 W. Após 48 horas a aeração era desligada para a separação dos cistos não eclodidos dos náuplios de artêmia e realizada a filtragem em rede com 120  $\mu$ m. O controle da quantidade de náuplios de artêmia ofertados por larva foi realizado estimando-se o número de cistos eclodidos por litro de solução salina.

Figura 3 - Local de realização do experimento



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

As biometrias das larvas foram realizadas no início e no final (15 dias) do experimento. As larvas sobreviventes foram anestesiadas e eutanasiadas em óleo de cravo (1 g 10 L<sup>-1</sup> de água). As larvas foram preservadas em formaldeído 10% tamponado por 24 h e, em seguida, transferidas para uma solução de álcool 70% e posteriormente realizadas as medidas. O peso foi medido em balança analítica de precisão e o comprimento total das larvas foi medido com paquímetro digital. O desempenho zootécnico foi analisado através dos parâmetros: peso final (mg), comprimento total (mm), largura (mm), sobrevivência ( $S = [\text{total de animais finais} / \text{total de animais iniciais}] \times 100$ ), fator de condição ( $CF = [\text{peso final} / \text{comprimento total}^3] \times 100$ ), taxa de crescimento específico ( $SGR = [(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) / \text{número de dias experimentais}] \times 100$ ), de cada unidade experimental (Figura 4).

Figura 4 - Avaliação do desempenho zootécnico nas larvas após 15 dias (a) comprimento total das larvas com paquímetro digital (mm); (b) pesagem das larvas em balança de precisão analítica



(a)



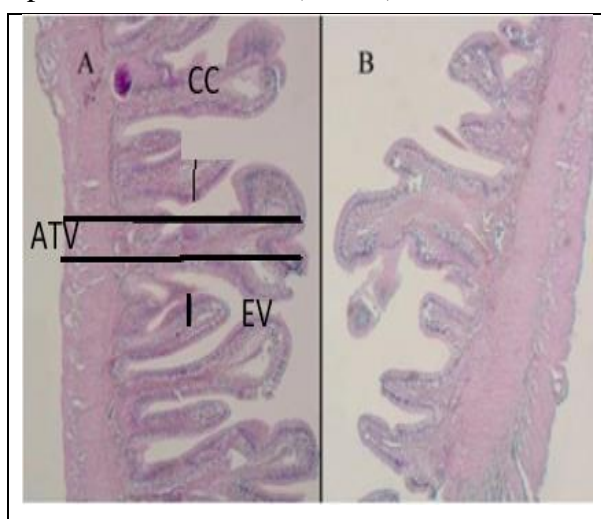
(b)

Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

Para as análises histomorfométricas foram avaliados o trato intestinal de 139 larvas, sendo 32 do tratamento AC/AC, 43 AC/BFT, 30 BFT/AC e 34 BFT/BFT, cada amostra foi fixada por 24 horas em solução de formalina tamponada 10%, desidratadas com uma série gradual de soluções de álcool, diafanizadas em xileno, embebidas em parafina. Após frações do intestino (proximal) de cada animal, foi cortado em secções de 3 µm com auxílio de micrótomo semiautomático, coradas pelo método de PAS (do inglês, *Periodic Acid-Schiff*), preconizado por Díaz, García e Goldemberg (2008) e Faccioli *et al.* (2014) para a contagem das

células caliciformes. As amostras foram observadas através de microscópio de luz (microscópio Bioval L-2000<sup>a</sup>, São Paulo, São Paulo, Brasil) e digitalizadas através do software “TCapture” (Marca Laborana<sup>®</sup>, São Paulo, São Paulo, Brasil). Para a avaliação foram selecionadas seis vilosidades intestinais integras por campo de cada animal, (40x), analisando: altura total das vilosidades (ATV = altura do ápice das vilosidades até o término da serosa), espessura da vilosidade (EV). Nas mesmas vilosidades intestinais foram realizadas as contagens do número de células caliciformes (CC) (MELLO *et al.*, 2013). Cada célula caliciforme foi considerada como uma unidade (Figura 5). Todas essas mensurações foram realizadas com o auxílio do software “Image J” (National Institute for Health, Bethesda, Maryland, Estados Unidos da América).

Figura 5 - Avaliação histomorfométrica de vilosidade intestinal de kinguio com 15 dias de ensaio experimental. (A) Bioflocos, (B) Água Clara. ATV (altura total da vilosidade, EV (espessura da vilosidade), CC (célula caliciforme)



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

#### 4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos a testes para verificação da normalidade dos erros (teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade das variâncias (teste de Levene), sendo analisados posteriormente por meio de Análise de Variância Paramétrica (ANOVA). Quando houve diferença estatística ( $P < 0,05$ ) as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 DESEMPENHO PRODUTIVO

Na avaliação do desempenho não se observou interação significativa entre o sistema de origem dos reprodutores e o sistema de criação das larvas de kinguio (Tabela 3). Ao avaliar o efeito dos fatores isolados não houve efeito ( $P>0,05$ ) do sistema de manutenção origem dos reprodutores sobre as variáveis de desempenho das larvas. As larvas cultivadas em sistema BFT apresentaram melhor crescimento e sobrevivência ( $P<0,05$ ) comparado com o sistema de água clara (Tabela 4).

Tabela 3 - Análise de variância das variáveis de desempenho das larvas de kinguio

	Valores de <i>P</i> (ANOVA 2x2)		
	Sistema Manutenção Reprodutores (R)	Sistema de Criação Larvas (L)	Interação (RxL)
Peso final (mg)	0,4838 NS	0,0117 *	0,2967 NS
Comprimento Total (mm)	0,4981 NS	0,0002 *	0,8100 NS
Largura (mm)	0,6455 NS	0,0145 *	0,9371 NS
Sobrevivência (%)	0,84 NS	0,001*	0,180 NS
Fator de condição	0,825 NS	0,115 NS	0,182 NS
SGR (% dia <sup>-1</sup> )	0,9889 NS	0,0782 NS	0,1450 NS

\*:  $P<0,05$ ; NS: não significativo. SGR: taxa de crescimento específico

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Tabela 4 - Média ( $\pm$  desvio padrão) das variáveis de desempenho de larvas de kinguio

	Sistema Manutenção Reprodutores (R)		Sistema de Criação Larvas (L)	
	BFT	AC	BFT	AC
Peso final (mg)	40,60 $\pm$ 4,19	39,57 $\pm$ 3,37	42,13 $\pm$ 3,62 a	38,04 $\pm$ 2,67 b
Comprimento total (mm)	14,87 $\pm$ 0,43	14,78 $\pm$ 0,48	15,16 $\pm$ 0,26 a	14,48 $\pm$ 0,33b
Largura (mm)	3,59 $\pm$ 0,14	3,56 $\pm$ 0,18	3,66 $\pm$ 0,09 a	3,48 $\pm$ 0,17 b
Sobrevivência (%)	78,00 $\pm$ 11,35	79,00 $\pm$ 17,91	88,00 $\pm$ 9,18a	69,00 $\pm$ 12,86b
Fator de condição	1,23 $\pm$ 0,06	1,22 $\pm$ 0,05	1,20 $\pm$ 0,07	1,25 $\pm$ 0,03
SGR (% dia <sup>-1</sup> )	29,89 $\pm$ 5,20	29,85 $\pm$ 9,58	26,93 $\pm$ 4,55	32,82 $\pm$ 8,89

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas representam diferenças significativas ( $P<0,05$ ). SGR: taxa de crescimento específico

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

## 5.2 HISTOMORFOMETRIA INTESTINAL

Os resultados da análise de variância da histomorfometria intestinal estão apresentados na Tabela 5. Observou-se interação ( $P < 0,05$ ) para a altura total das vilosidades e o desdobramento da interação foi apresentado na Tabela 6. Nas larvas cultivadas em água clara, a manutenção dos reprodutores em sistema BFT aumentou ( $P < 0,05$ ) a altura total de vilosidades. Não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre os fatores para as variáveis de espessura e largura das vilosidades e células caliciformes. Na análise dos fatores isolados (Tabela 7) não foi observada diferença entre os tratamentos.

Tabela 5 - Análise de variância das variáveis histológicas das larvas de kinguio

Valores de $P$ (ANOVA 2x2)			
	Sistema Manutenção Reprodutores (R)	Sistema de Criação Larvas (L)	Interação (RxL)
Altura total das vilosidades	0,2617 NS	0,7788 NS	0,0164 *
Espessura das vilosidades	0,9828 NS	0,1719 NS	0,6920 NS
Células caliciformes	0,1466 NS	0,9119 NS	0,3979 NS

\*  $P < 0,05$ ; NS: não significativo

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Tabela 6 - Desdobramento da interação de altura total das vilosidades ( $\mu\text{m}$ ) de larvas de kinguios em função de diferentes sistemas de origem e cultivadas em diferentes sistemas

Sistema de Manutenção Reprodutores	Sistema de criação Larvas	
	AC	BFT
AC	151,05 $\pm$ 32,90Ab	179,19 $\pm$ 20,53Aa
BFT	195,9 $\pm$ 26,19Aa	161,23 $\pm$ 7,97Aa

AC: águas claras; BFT: sistema bioflocos. Médias seguidas da mesma letra (maiúscula na linha e minúscula na coluna) não diferem entre si pela ANOVA ( $P > 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Tabela 7 - Média ( $\pm$  desvio padrão) das variáveis de espessura e largura das vilosidades e células caliciformes de larvas kinguio

	Sistema Manutenção Reprodutores (R)		Sistema de Criação Larvas (L)	
	BFT	AC	BFT	AC
Espessura vilosidades ( $\mu\text{m}$ )	45,16 $\pm$ 2,70	45,20 $\pm$ 3,42	46,24 $\pm$ 2,33	44,13 $\pm$ 3,38
Células caliciformes	17,49 $\pm$ 2,14	16,08 $\pm$ 1,60	16,73 $\pm$ 0,91	16,83 $\pm$ 2,68

Médias não diferiram pelo teste de ANOVA ( $P > 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

## 6 DISCUSSÃO

A larvicultura em sistema BFT melhorou o crescimento e sobrevivência das larvas de kinguio. Os resultados encontrados corroboram com os resultados positivos encontrados por Bensen *et al.* (2021). Os bioflocos presentes no sistema proporcionam uma maior oferta de alimentos, com quantidades relevantes de proteína bruta e outros nutrientes (EKASARI *et al.*, 2014; MIRZAKHANI *et al.*, 2019; GARCÍA-RÍOS *et al.*, 2019). Estudos também indicam que os flocos microbianos contêm enzimas digestivas, como protease e amilase, que podem atuar como suplemento endógeno de enzimas na quebra de proteínas e carboidratos no intestino. Além disso, os bioflocos contêm população de bactérias probióticas (FERREIRA *et al.*, 2015; AHMAD *et al.*, 2017), beta glucanos, polissacarídeos (KIM *et al.*, 2014; XU *et al.*, 2013), carotenoides e outros compostos bioativos que podem melhorar a saúde das larvas. Os micro-organismos benéficos presentes no sistema podem ter evitado a propagação de bactérias patogênicas contribuindo para a maior sobrevivência (CRAB *et al.*, 2010). Mais estudos ainda são necessários para relacionar a presença destas substâncias nos bioflocos com os resultados obtidos.

O sistema de origem dos reprodutores não afetou o desempenho das larvas de kinguio. Os bioflocos contêm nutrientes como vitaminas, compostos antioxidantes e ácido graxos essenciais, que podem melhorar o desempenho reprodutivos dos peixes e a saúde das larvas (CARDONA *et al.*, 2016). Na avaliação de reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) mantidas em sistema BFT, observou-se melhora na sobrevivência das larvas (EKASARI; RIVANDI *et al.*, 2015). Por outro lado, resultados semelhantes ao do presente estudo foram obtidos com o bagre africano (*Clarias gariepinus*) (EKASARI *et al.*, 2016). Além disso, o tempo de manutenção dos reprodutores no sistema BFT também pode ter interferido. No presente estudo os peixes foram mantidos no sistema por 30 dias, a manutenção por períodos mais prolongados ainda precisa ser avaliada. Estes resultados indicam que outros fatores devem estar relacionados com a melhora da saúde intestinal das larvas. Mais estudos são necessários para avaliar as respostas fisiológicas da larvicultura de kinguio em BFT.

O sistema de cultivo na fase de larvicultura não afetou a saúde intestinal das larvas. Um resultado positivo na saúde intestinal era esperado, visto que maior crescimento e sobrevivência foram obtidos com a larvicultura em BFT. Além disso, resultados anteriores já demonstram que podem haver alterações positivas nas células caliciformes (Besen *et al.*, 2023). A presença de bactérias probióticas nos bioflocos podem melhorar a histomorfometria dos peixes (Ahmad *et al.*, 2017; Crab *et al.*, 2010; Poli *et al.*, 2015). Estes resultados indicam que outros fatores devem

estar relacionados com a melhora do desempenho das larvas. Mais estudos são necessários para avaliar as respostas fisiológicas da larvicultura de kinguio de BFT.

A origem dos reprodutores em sistema BFT melhorou a altura das vilosidades das larvas cultivadas em sistema de água claras. Este é o primeiro trabalho a avaliar a morfometria intestinal de larvas, provenientes de reprodutores cultivados em sistema BFT. O resultado positivo sobre as vilosidades demonstra que mesmo que o desempenho não tendo sido afetado, a manutenção dos reprodutores em sistema BFT é uma estratégia válida que pode beneficiar a saúde intestinal das larvas. Por outro lado, a manutenção dos reprodutores em sistema BFT não afetou a histologia intestinal das larvas cultivadas em sistema BFT e este efeito ainda precisa ser melhor compreendido. Resultado obtido com larvicultura de tilápia do Nilo, foi possível observar um aumento de vilosidades intestinais (MIRZAKHANI *et al.*, 2019). A presença de bactérias probióticas nos bioflocos poderiam melhorar a histomorfometria dos peixes (AHMAD *et al.*, 2017; CRAB *et al.*, 2010; POLI *et al.*, 2015). Estudo anterior com a mesma espécie, demonstrou aumento das células caliciformes no epitélio intestinal (BESEN *et al.*, 2023).

## 7 CONCLUSÕES

A larvicultura em sistema BFT demonstrou efeito positivo sobre o crescimento e a sobrevivência, mas não afetou a saúde intestinal das larvas de kinguio. Observou-se uma melhoria das características do epitélio intestinal das larvas provenientes de reprodutores mantidos em sistema BFT, cultivadas em sistema de água clara. A manutenção de reprodutores em sistema BFT, não interferiu no desempenho das larvas de kinguio



## REFERÊNCIAS

- ABAKARI, G.; LUO, G.; KOMBAT, E. O. Dynamics of nitrogenous compounds and their control in biofloc technology (BFT) systems: a review. **Aquaculture and Fisheries**, v. 6, n. 5 p. 441-447, Sep., 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.05.005>
- ABDELGALIL, M. A.; ABOELHADID, S. M. Trials for the control of trichodinosis and gyrodactylosis in hatchery reared *Oreochromis niloticus* fries by using garlic. **Veterinary Parasitology**, v. 185, n. 2-4, p. 57-63, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.10.035> /.
- ABE, H. A. *et al.* Optimal management improves Flowerhorn fish larviculture. **Aquaculture Research**, v. 52, n. 5, p. 2353-2358, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.15085>.
- AHMAD, I. *et al.* Biofloc technology: an emerging avenue in aquatic animal healthcare and nutrition. **Aquaculture International**, v. 25, p. 1215–1226, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10499-016-0108-8>
- ALVARENGA, É. Ramos de, *et al.* Effects of biofloc technology on reproduction and ovarian recrudescence in Nile tilapia. **Aquaculture Research**, v. 48, n. 12, p. 5965–5972. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.13420>
- ASADUZZAMAN, M. *et al.* Effects of carbohydrate source for maintaining a high C:N ratio and fish driven re-suspension on pond ecology and production in periphyton-based freshwater prawn culture systems. **Aquaculture**, v. 301, n. 1-4, p. 37-46, Mar. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.01.025>
- AVNIMELECH, Y. **Biofloc technology**: a practical guide book. 3th ed. The World Louisiana: Aquaculture Society. Baton Rouge, 2015.
- AVNIMELECH, Y. **Biofloc technology**: a practical guide book. The World Louisiana: Aquaculture Society. Baton Rouge, 2009
- AVNIMELECH, Y. Carbon/ nitrogen ratio as a control element in aquaculture system. **Aquaculture**, v. 176, n. 3-4, p. 227-235. 1999.
- AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**, v. 264, n. 1-4, p. 140-147, Apr. 2007.
- AVNIMELECH, Yoram *et al.* **Biofloc technology**: a practical guide book. 2th ed. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 2012.
- AZIM, M. E.; LITTLE, D. C. **The biofloc technology (BFT) in indoor tanks**: water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) Aquaculture, 2008. v. 283.

- BAZLUR RAHAMAN, S. M. *et al.* Induced Breeding, Embryonic and Larval Development of Comet Gold Fish (*Carassius auratus*). **Electronic Journal of Biology**, v. 7, n. 2, p. 32-39, 2011.
- BESSEN, K. P. *et al.* Goldfish (*Carassius auratus*) larviculture in biofloc systems: Level of Artemia nauplii, stocking density and concentration of the bioflocs. **Aquaculture**, v. 540, 736738, Jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736738>
- BESSEN, Kayane Pereira *et al.* Biofloc technology (BFT) system improves survival and intestinal health of *Carassius auratus* larvae subjected to different food management. **Aquaculture International**, 1 Feb. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10499-023-01068-w>
- BOSSIER, P.; EKASARI, J. Biofloc technology application in aquaculture to support sustainable development goals. **Microbial Biotechnology**, v. 10, n. 5, p. 1012–1016, Aug. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12836>
- BOYD, C. **Manejo da qualidade de água na aquicultura e no cultivo de camarão marinho**. 1. ed. Recife: ABCC, 2000.
- BROMAGE, N. R.; ROBERTS, R.J. **Broodstock management and egg and larval quality**. Cambridge: Blackwell Science, 1995.
- CARDONA, E. *et al.* Biofloc contribution to antioxidant defence status, lipid nutrition and reproductive performance of broodstock of the shrimp *Litopenaeus stylirostris*: Consequences for the quality of eggs and larvae, **Aquaculture**, v. 452, p. 252-62, Feb. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.08.003>
- CHU, C. P.; LEE, D. J. Multiscale structures of biological flocs. **Chemical Engineering Science**, v. 59, n. 8-9, p. 1875-1883, Apr./May 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ces.2004.01.040>
- CRAB, R. *et al.* Biofloc technology in aquaculture: beneficial effects and future challenges. **Aquaculture**, v. 356-357, p. 351-356, Aug. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.046>
- CRAB, R. *et al.* Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. **Aquaculture**, v. 270, p. 1-14, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.05.006>
- CRAB, R. *et al.* The effect of different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae. **Aquaculture Research**, v. 41, n. 4, p. 559–567, Mar. 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02353.x>
- CUNHA, Larissa da *et al.* Fermented soybean meal can partially replace fishmeal and improve the intestinal condition of goldfish juveniles reared in a biofloc system. **Aquaculture Research**, v. 53, n. 18, p. 6803-6815, Dec. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.16147>
- DABROWSKI, K.; CIERESZKO, A. Ascorbic acid and reproduction in fish: endocrine regulation and gamete quality. **Aquaculture Research**, v. 32, n. 8, p. 623–638, Aug. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2001.00598.x>

DAUDA, A. B. *et al.* Different carbon sources affects biofloc volume, water quality and the survival and physiology of African catfish *Clarias gariepinus* fingerlings reared in an intensive biofloc technology system. **Fisheries Science**, v. 83, p. 1037–1048, 2017.

DE SCHRYVER, P. *et al.* The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. **Aquaculture**, v. 277, n. 3-4, p. 125- 137, Jun. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.019>

DEMIR, O.; SARIGÖZ, S. Development of a Feeding Program for Early Larval Stage of Goldfish (*Carassius auratus*). **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 16, p. 321-326, 2016. [https://doi.org/10.4194/1303-2712-v16\\_2\\_12](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v16_2_12)

DÍAZ, A. O.; GARCÍA, A. M.; GOLDEMBERG, A. L. Glycoconjugates in the mucosa of the digestive tract of *Cynoscion guatucupa*: A histochemical study. **Acta Histochemica**, v. 110, n. 1, p. 76-85, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.acthis.2007.08.002>

EATON, A. D.; CLESERCI, L. S.; GREENBERG, A. E. **Standard methods for the examination of water and waste water**. 10th ed. Washington: Amer. Pub. Health Assoc., 1995.

EKASARI, J.; RIVANDI, Dio Rheza *et al.* Biofloc technology positively affects Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance. **Aquaculture**, v. 441, p. 72-77, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.02.019>

EKASARI, J. *et al.* Biofloc technology application in African catfish fingerling production: the effects on the reproductive performance of broodstock and the quality of eggs and larvae. **Aquaculture**, v. 464, p. 349–356, Nov. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.07.013>

EKASARI, J. *et al.* Immune response and disease resistance of shrimp fed biofloc grown on different carbon sources. **Fish Shellfish Immunology**, v. 41, n. 2, p. 332–339, Dec. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2014.09.004>

EKASARI, J.; CRAB, R.; VERSTRAETE, W. Primary nutritional content of bio-flocs cultured with different organic carbon sources and salinity. **HAYATI Journal of Biosciences**, v. 17, n. 3, p. 125-130, Sep. 2010. DOI: <https://doi.org/10.4308/hjb.17.3.125>

EKASARI, J.; ZAIRIN JR, Muhammad *et al.* Biofloc-based reproductive performance of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. broodstock. **Aquaculture Research**, v. 46, n. 2, p. 509-512, Feb. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.12185>

EMERENCIANO, M. *et al.* Biofloc technology in intensive broodstock farming of the pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum*: spawning performance, biochemical composition and fatty acid profile of eggs. **Aquaculture Research**, v. 45, n. 10, p. 1713-1726, Sep. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.12117>

EMERENCIANO, M. *et al.* Evaluation of biofloc technology in pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* culture: growth performance, water quality, microorganisms profile and proximate analysis of biofloc. **Aquaculture International**, v. 21, p. 1381-1394, Dec. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10499-013-9640-y>

EMERENCIANO, M.; GAXIOLA, G.; CUZON, G. Biofloc Technology (BFT): A Review for Aquaculture Application and Animal Food Industry. In: MATOVIC, M. D. (ed.). **Biomass now: cultivation and utilization**. Manhattan: InTech, 2013.p. 301-328.

FACCIOLI, C. K. *et al.* Morphology and histochemistry of the digestive tract in carnivorous freshwater *Hemisorubim platyrhynchos* (Siluriformes: Pimelodidae). **Micron**, v. 64, p. 10–19, Sep. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micron.2014.03.011>

FARIA, P.M.C. *et al.* Produção do híbrido "cachadia" em diferentes densidades de estocagem em sistema de recirculação de água. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 5, p. 1208-1214, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000500023>

FERREIRA, G. S. *et al.* Microbial biofloc as source of probiotic bacteria for the culture of *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 448, p. 273–279, Nov. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.06.006>

FOSSE, P.J. *et al.* Estratégia de co-alimentação na sobrevivência e no crescimento de larvas de *Betta splendens* durante a transição alimentar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n. 6, p.1801-1807, dez. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000600030>

GARCÍA-RÍOS, L. *et al.* Biofoc technology (BFT) applied to tilapia fingerlings production using different carbon sources: emphasis on commercial applications. **Aquaculture**, v. 502, p. 26–31, Mar. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.11.057>

GONÇALVES JUNIOR, L. P. *et al.* Densidade de estocagem durante a larvicultura do kinguio. **Boletim do Instituto Pesca**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 597-604, 2014.

GONÇALVES JÚNIOR, L.P. *et al.* Efeito da densidade de estocagem no desenvolvimento inicial do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 4, p. 1176-1182, ago. 2013.

HE, T. *et al.* Ontogeny of the digestive tract and enzymes in rock bream *Oplegnathus fasciatus* (Temminck et Schlegel 1844) larvae. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 38, p. 297–308, Apr. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10695-011-9507-y>

HILTON, Z.; POORTENAAR, C. W.; SEWELL, M. A. Lipid and protein utilisation during early development of yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*). **Marine Biology**, v. 54, p. 855-865, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00227-008-0978-z>

HONORATO, C. A. *et al.* Microdietas na alimentação da tilápia-do-nilo durante a fase de reversão sexual. **Nucleus Animalium**, v. 4, n. 1, p. 27-36, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3738/na.v4i1.651>

JU, Z.Y. *et al.* Determination of microbial community structures of shrimp floc cultures by biomarkers and analysis of floc amino acid profiles. **Aquaculture Research**, v. 39, n. 2, p. 118-133, Jan. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01856.x>

KIM, Su-K. *et al.* Effect of bioflocs on growth and immune activity of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* post larvae. **Aquaculture Research**, v. 45, n. 2, p. 362–371, Jan. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.12319>

KOLKOVSKI, S. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles-implications and applications to formulated diets. **Aquaculture**, v.200, n. 1-2, p.181-201, Aug. 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00700-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00700-1)

LASSO, Luis Felipe Collazos *et al.* Larvae and fry culture of white cachama (*Piaractus orinoquensis*) in biofloc systems at different carbon/nitrogen (C/N) ratios, **Aquaculture Research**, v. 53, n. 3, p. 799-809, Oct. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.15615>

LI, J. *et al.* Effects of different solid carbon sources on water quality, biofloc quality and gut microbiota of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae. **Aquaculture**, v. 495, p. 919-931, Oct. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.06.078>

LONG, L. *et al.* Effect of biofloc technology on growth, digestive enzyme activity, hematology, and immune response of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.448, p.135-141, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.05.017>

LUO, G. *et al.* Growth, digestive activity, welfare, and partial cost effectiveness of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor biofloc system. **Aquaculture**, v. 422–423, p. 1-7, Feb. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.11.023>

LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E. dos. Avaliação da tolerância de larvas do pacamã *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877 (Pisces: Siluriformes) a diferentes salinidades. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 30, n. 4, p. 345-350, 2008. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascibiolsoci.v30i4.791>.

MEHDINEJAD, N.; IMANPOUR, M. R.; JAFARI, V. Combined or Individual Effects of Dietary Probiotic, *Pediococcus acidilactici* and Nucleotide on Reproductive Performance in Goldfish (*Carassius auratus*). **Probiotics and Antimicrobial Proteins**, v. 11, p. 233-238, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12602-017-9377-4>

MELLO, H. de *et al.* Efeitos benéficos de probióticos no intestino de juvenis de tilápia-do-nilo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 6, p. 724-730, jun. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2013000600006>

MIRZAKHANI, N. *et al.* Growth performance, intestinal morphology and nonspecific immunity response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry cultured in biofloc systems with different carbon sources and input C:N ratios. **Aquaculture**, v. 512, 734235, Oct. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734235>

NADZIALEK, S. *et al.* High doses of atrazine do not disrupt activity and expression of aromatase in females gonads of juvenile goldfish (*Carassius auratus* L.). **Ecotoxicology**, v. 17, p. 464–470, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10646-008-0198-9>

NAGATA, M. M. *et al.* Influência da densidade de estocagem no desempenho produtivo do acarábandeira (*Pterophyllum scalare*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 1, p. 9-16, 2010.

NAJDEGERAMI, E. H.; BAKHSHI, F.; LAKANI, F. B. Effects of biofloc on growth performance, digestive enzyme activities, and liver histology of common carp (*Cyprinus*

*carpio* L.) fingerlings in zerowater exchange system. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 42, n. 2, p. 457–465, Apr. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10695-015-0151-9>

NAKATANI, K. *et al.* **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: EDUEM, 2001.

NEVES, P.R. *et al.* Avaliação do desempenho corporal de Kinguio (*Carassius auratus*) alimentados com dietas de diferentes granulometrias. *In: JORNADA DE MEDICINA VETERINÁRIA (JOVET) DA UNIVERSIDADE PARANAENSE UNIPAR*, 2004, Umuarama. **Anais [...]**. Umuarama: UNIPAR, 2004. v. 7. p. 134-134.

NOOTONG, K.; PAVASANT, P; POWTONGSOOK, S. Effects of organic carbon addition in controlling inorganic nitrogen concentrations in a biofloc system. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 42, n. 3, p. 339-346, Jun. 2011. DOI: DOI: 10.1111/j.1749-7345.2011.00472.x

PANIGRAHI, A. *et al.* Carbon:Nitrogen (C:N) ratio level variation influences microbial community of the system and growth as well as immunity of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in biofloc based culture system. **Fish & Shellfish Immunology**. v. 81, p. 329-337, Oct. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.07.035>.

PANIGRAHI, A. *et al.* Influence of differential protein levels of feed on production performance and immune response of pacific white leg shrimp in a biofloc-based system. **Aquaculture**, v. 503, p. 118–127, Mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.12.036>

PÉREZ-FUENTES, J. A. *et al.* N ratios affect nitrogen removal and production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised in a biofloc system under high density cultivation. **Aquaculture**, v. 452, p. 247-251, Feb. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.11.010>

POLI, M. A. *et al.* The use of biofloc technology in a south american catfish (*Rhamdia quelen*) hatchery: effect of suspended solids in the performance of larvae. **Aquaculture Engineering**, v. 66, p. 17-21 2015.

PORTELLA, M. C.; DABROWSKI, K. Diets, physiology, biochemistry and digestive tract development of freshwater fish larvae. *In: CYRINO, J. E. C.: KAPOOR, B. G. (org.). Feeding and digestive functions of fishes*. Enfield: Science Publishers, 2008. p. 227-279.

PUELLO-CRUZ, A. C.; VELASCO-BLANCO, G.; MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, I. E. Growth and survival of siamese fighting fish, *Betta Splendens*, larvae at low salinity and with different diets. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 41, n. 5, p. 823-828, Oct. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2010.00425.x>

RAJA, K. *et al.* Present and future market trends of Indian ornamental fish sector. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 7, n. 2, p. 6-15, 2019.

REIS, R. G. A. *et al.* Feed management and stocking density for larviculture of the Amazon ornamental fish L333 king tiger pleco *Hypancistrus* sp. (Siluriformes: Loricariidae). **Aquaculture Research**, v. 52, n. 5, p. 1995-2003, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.15047>.

REMA, P.; GOUVEIA, A. Growth and survival of goldfish (*Carassius auratus*) larvae reared at different densities. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.4, n. 2, p.163- 166, 2005.

RICE, E. W. *et al.* **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. Washington: APHA, 2012.

SANTIN, M.; BIALETZKI, A.; NAKATANI, K. Mudanças ontogênicas no trato digestório e dieta de *Apareiondon affinis* (Steindachner, 1879) (Osteichthys, Parodontidae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 26, n. 3, p. 291–298, 2004. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v26i3.1542>

SANTOS, A. E. *et al.* Development of the digestive system in larvae of the Neotropical fish *Prochilodus argenteus* (Characiformes, Prochilodontidae). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 1, p. 9-16, mar. 2016. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v38i1.28824>

SANTOS, F. A. C. *et al.* High stocking densities in the larviculture of *Colossoma macropomum* in a recirculating aquaculture system: performance, survival and economic viability. **Aquaculture**, v. 552, n. 1, 738016 [1-7], Apr. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738016>

SILVA, A. S. T.; SCHULZ, U. H. Crescimento de *Carassius auratus* (Actinopterygii: Cypriniformes) em tanques com e sem abrigo. **Acta Biologica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 28, n. 1, p. 42-45, 2006.

SINHA, A.; ASIMI, O. A. China rose (*Hibiscus rosasinensis*) petals: a potent natural carotenoid source for goldfish (*Carassius auratus* L.). **Aquaculture Research**, v. 38, n. 11, p. 1123-1128, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01767.x>

TELETCHER, F. Ornamental fish trade: overview and emerging questions. **Infofish International**, v. 5, n. 1, p. 8-11, 2019.

VILANI, F.G. *et al.* Strategies for water preparation in a biofloc system: effects of carbon source and fertilization dose on water quality and shrimp performance. **Aquacultural Engineering**, v. 74, p. 70–75, Sep. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2016.06.002>

VINATEA, L. *et al.* A comparison of recirculation aquaculture systems versus biofloc technology culture system for on-growing of fry of *Tinca tinca* (Cyprinidae) and fry of grey *Mugil cephalus* (Mugilidae). **Aquaculture**, v. 482, p. 155-161, Jan. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.09.041>

WANG, G. *et al.* Effect of C/N ratio on water quality in zero-water exchange tanks and the biofloc supplementation in feed on the growth performance of crucian carp, *Carassius auratus*. **Aquaculture**, v. 443, p. 98-104, Jun. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.03.015>

XU, W. J. *et al.* Effects of bioflocs on water quality, and survival, growth and digestive enzyme activities of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in zero-water exchange culture tanks. **Aquaculture Research**, v. 44, n. 7, p. 1093–1102, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2012.03115.x>

XU, W. J.; MORRIS, T. C.; SAMOCHA, T. M. Effects of C/N ratio on biofloc development, water quality, and performance of *Litopenaeus vannamei* juveniles in a biofloc-based, highdensity, zero-exchange, outdoor tank system. **Aquaculture**, v. 453, p. 169–175, Feb. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.11.021>

XU, W.J.; PAN, L.Q. Effects of bioflocs on growth performance, digestive enzyme activity and body composition of juvenile *Litopenaeus vannamei* in zero-water exchange tanks manipulating C/N ratio in feed. **Aquaculture**, v. 356 – 357, p. 147 – 152. Aug. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.05.022>

XU, W.J.; PAN, L.Q. Enhancement of immune response and antioxidant status of *Litopenaeus vannamei* juvenile in biofloc-based culture tanks manipulating high C/N ratio of feed input. **Aquaculture**, v. 412 – 413, p. 117 – 124, Nov. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.07.017>

XU, W.J.; PAN, L.Q., Enhancement of immune response and antioxidant status of *Litopenaeus vannamei* juvenile in biofloc-based culture tanks manipulating high C/N ratio of feed input. **Aquaculture**, v. 412-413, p. 117–124, Nov. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.07.017>

YANAR, M. *et al.* The use of alfalfa, *Medicago sativa* as a natural carotenoid source in diets of goldfish, *Carassius auratus*. **Aquaculture**, v. 284, n. 1-4, p. 196-200, Nov. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.07.050>

YU, G. H. *et al.* Enzyme extraction by ultrasound from sludge flocs. **Journal of Environmental Sciences**, v. 21, n. 2, p. 204–210, 2009. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(08\)62252-4](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(08)62252-4)

YU, G. H. *et al.* Enzyme activities in activated sludge flocs. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 77, p. 605–612, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-007-1204-5>

ZAKI, M. A. A. *et al.* The impact of stocking density and dietary carbon sources on the growth, oxidative status and stress markers of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared under biofloc conditions. **Aquaculture Reports**, v. 16, 100282, Mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100282>

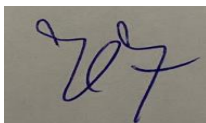


### **DECLARAÇÃO**

Declaro para os devidos fins, que o acadêmico Liliann Kelly Granemann, realizou todas as correções solicitadas pela banca de avaliação da DISSERTAÇÃO intitulada **"MANUTENÇÃO DE REPRODUTORES E LARVICULTURA DE KINGUIOS (*CARASSIUS AURATUS*) EM SISTEMA BFT: EFEITOS SOBRE O DESEMPENHO E A SAÚDE INTESTINAL DE LARVAS"**, e que estas correções foram incluídas na versão final da referida DISSERTAÇÃO.

É o que nos cumpre declarar.

Lages, 19 de junho de 2023.



---

Thiago El Hadi Perez Fabregat



## Assinaturas do documento



Código para verificação: **HMN078S7**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:



**THIAGO EL HADI PEREZ FABREGAT** (CPF: 224.XXX.108-XX) em 22/06/2023 às 15:42:42

Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:34:16 e válido até 30/03/2118 - 12:34:16.

(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTlwMjJfMDAwMjUzMDNfMjUzMjVfMjAyM19ITU4wNzhTNw==> ou o site

<https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo> e informe o processo **UDESC 00025303/2023** e o código **HMN078S7** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.