



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA**

**EFEITO DA RESTRIÇÃO ALIMENTAR SOBRE O DESEMPENHO  
ZOOTÉCNICO E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE JUVENIS DE  
LAMBARIS *Astyanax lacustris* (LÜTKEN, 1875) CULTIVADOS EM  
DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM**

**Railton Hermes Galdez da Fonseca**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Mestre.

**Prof. Dr. Humber Agreli de Andrade**

Orientador

Recife,

Fevereiro/2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- F676e Fonseca, Railton Hermes Galdez da  
Efeito da restrição alimentar sobre o desempenho zootécnico e composição centesimal de juvenis de lambaris *Astyanax lacustris* (LÜTKEN, 1875) cultivados em diferentes densidades de estocagem / Railton Hermes Galdez da Fonseca. - 2022.  
49 f. : il.
- Orientadora: Humber Agreli de Andrade.  
Inclui referências e anexo(s).
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Recife, 2022.
1. lambari. 2. juvenis. 3. restrição alimentar. 4. densidade de estocagem. 5. composição centesimal. I. Andrade, Humber Agreli de, orient. II. Título

CDD 639.3

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA**

**EFEITO DA RESTRIÇÃO ALIMENTAR SOBRE O DESEMPENHO  
ZOOTÉCNICO E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE JUVENIS DE  
LAMBARIS *Astyanax lacustris* (LÜTKEN, 1875) CULTIVADOS EM  
DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM**

Railton Hermes Galdez da Fonseca

Dissertação julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e aprovada em 28/02/2022 pela seguinte Banca Examinadora.

---

**Prof. Dr. Humber Agrelli de Andrade**

Orientador

Departamento de Pesca e Aquicultura/Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

**Profa. Dra. Gelcirene de Albuquerque Costa**

Membro Externo

Departamento de Pesca e Aquicultura/Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

**Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez**

Membro Interno

Departamento de Pesca e Aquicultura/Universidade Federal Rural de Pernambuco

## Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais:  
Antônio Hermes e Railda, pelo amor  
e dedicação despendidos.

Aos meus tios, tias e primos, pelo  
suporte e carinho.

## Agradecimentos

A Deus, por me permitir mais esta conquista.

À minha família, pelo apoio, força e incentivo para a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida durante a pós-graduação.

Ao Professor Dr. Humber Agrelli de Andrade, pela orientação, paciência, dedicação e ensinamentos.

À Professora Dra. Maria Raquel Moura Coimbra, pelo apoio e abertura do projeto que tornou possível a elaboração deste trabalho.

À Professora Dra. Juliana Ferreira dos Santos, pelo suporte necessário para a elaboração deste trabalho.

Aos técnicos de laboratório Carlos do Departamento de Zootecnia e José do Departamento de Ciências do Consumo, pelo suporte na execução das análises de composição centesimal.

Aos responsáveis e funcionários da base de pesca da departamento de pesca e aquicultura da UFRPE, por toda ajuda e empenho para o funcionamento do experimento científico.

À Elizabeth pela amizade e toda ajuda, lhe devo minha vida e muito mais. À Renata minha companheira de pesquisa que sempre esteve disposta a ajudar e Flávia que conseguiu me suportar e dividir moradia durante todo o período do mestrado.

À equipe e amigos do Laboratório de Modelagem Estatística Aplicada, pela amizade e ajuda durante o desenvolvimento deste estudo, em especial: Vivian Carneiro, André, Willyson Soares, Matheus Lourenço, Silvaneide Rodrigues, Túlio Camelo, Ana Júlia a vocês, meu muito obrigado!

Aos professores, que contribuíram para a minha formação durante esse período, e aos funcionários do Departamento de Pesca e Aquicultura da UFRPE.

## Resumo

Lambaris são peixes dulciaquícolas pertencentes ao gênero *Astyanax*, o qual compreende o maior número de espécies na ordem dos Characiformes. As espécies desse gênero são de pequeno porte, onívoras, e tem grande importância econômica. O objetivo do estudo foi avaliar o efeito de diferentes densidades de estocagem e de restrição alimentar no cultivo de juvenis de lambari. Para isso, um total de 567 juvenis de *Astyanax lacustris* com pesos entre 0,5 e 0,8 g ( $0,65 \pm 0,9$ g) foram selecionados aleatoriamente para o desenvolvimento do experimento. O trabalho foi conduzido utilizando-se caixas de polietileno com 30 L de volume útil, dispostas num sistema aberto com oxigenação constante e iluminação natural. Foi utilizado delineamento experimental bifatorial, sendo o primeiro fator a densidade de estocagem, com três níveis: 0,5, 0,7 e 0,9 juvenis L<sup>-1</sup>. O segundo fator foi a restrição alimentar, com três níveis, com alimentação em todos os dias da semana, em cinco dias seguidos de dois dias sem alimentação, e em quatro dias seguidos de três dias sem alimentação. Durante o experimento, a temperatura variou entre 26,5°C pela manhã e 27,5°C à tarde, o oxigênio dissolvido variou de 4,45 a 12,65 mg L<sup>-1</sup>, o pH variou entre 6,1 no período da manhã e 8,09 à tarde, a alcalinidade total teve variação entre 17,9 a 53,7 mg L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>. Os compostos nitrogenados, a amônia tóxica e o nitrito, tiveram médias de 0,53 e 0,39 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. Ao final do período experimental foi observado uma sobrevivência média de 74,17% e ganho de peso médio de aproximadamente 0,39 g, não sendo detectadas diferenças significativas ao avaliar o efeito isolado ou combinado dos fatores adotados entre as combinações avaliadas. O peso médio final apresentou valores entre 1,04 e 1,51 g e a taxa de crescimento específico entre 0,82 e 1,40 % .dia<sup>-1</sup>. A biomassa total e a produtividade apresentaram valores médios que variaram de 12,11 a 25,66 g e 0,40 a 0,86 g.L<sup>-1</sup>, respectivamente. As variáveis de composição centesimal não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Portanto, a elevação da densidade de estocagem no cultivo de lambaris e períodos curtos de restrição alimentar demonstram uma relação benéfica para a produção, não comprometendo a sobrevivência e parâmetros de qualidade de água do cultivo.

**Palavras-chave:** juvenis; restrição alimentar; densidade de estocagem; composição centesimal; lambari.

## Abstract

Lambaris are freshwater fish belonging to the genus *Astyanax*, which comprises the largest group in number of species in the Characiformes order. The species of this genus are small-sized, omnivorous, and have great economic importance. A total of 567 juveniles of *Astyanax lacustris* weighing between 0.5 and 0.8 g ( $0.65 \pm 0.9$ g) were randomly selected for this experiment. The study was conducted using polyethylene tanks with 30 L of usable volume, placed in an open system with constant oxygenation and natural light. A bifactorial experimental design was used, with the first factor being stocking density, with three levels 0,5, 0,7 e 0,9 juvenis L<sup>-1</sup>. The second factor was the feeding restriction, with three levels, feeding every day, feeding five days followed by two days without feeding, and feeding four days followed by three days without feeding. During the experiment, the temperature varied between 26.5°C in the morning and 27.5°C in the afternoon, the dissolved oxygen varied from 4.45 to 12.65 mg L<sup>-1</sup>, the pH varied between 6.1 in the morning and 8.09 in the afternoon, the total alkalinity varied between 17.9 to 53.7 mg L<sup>-1</sup> of CaCO<sub>3</sub>. The nitrogenous compounds, toxic ammonia and nitrite, averaged was 0.53 and 0.39 mg L<sup>-1</sup>, respectively. At the end of the experimental period, we observed an average survival of 74.17% and average weight gain of approximately 0.39 g, with no significant differences detected when isolated or combined effect of the factors were evaluated. The average final weight showed values between 1.04 and 1.51 g and the specific growth rate between 0.82 and 1.40 %·day<sup>-1</sup>. The total biomass and productivity presented average values ranging from 12.11 to 25.66 g and 0.40 to 0.86 g·L<sup>-1</sup>, respectively. The centesimal composition variables did not present significant differences among treatments. Therefore, the increase in stocking density in the culture of lambaris and short periods of food restriction demonstrate a beneficial relationship for the lambariculture, not compromising the survival and water quality parameters of the culture..

**Key words: juveniles; food restriction; stocking density; centesimal composition; lambari.**

## Lista de figuras

Página

Figura 1. Comparação dos dados de temperatura, oxigênio dissolvido e pH do lambari do rabo amarelo (*Astyanax lacustris*) submetidos a diferentes densidades de estocagem e restrição alimentar entre as unidades experimentais (réplica A, réplica B e réplica C). 24

## Lista de tabelas

	Página
Tabela 1. Composição da ração comercial utilizada no experimento.	22
Tabela 2 Valores médios $\pm$ desvio padrão das variáveis físico-químicas da água durante o período experimental.	24
Tabela 3 Valores médios $\pm$ desvio padrão dos índices de desempenho zootécnico do lambari <i>Astyanax lacustris</i> cultivado ao longo de 61 dias sob o efeito de diferentes densidades e restrições alimentares.	25
Tabela 4 Efeito de diferentes restrições alimentares no peso médio final e taxa de crescimento específico do <i>Astyanax lacustris</i> .	26
Tabela 5 Efeito da densidade de estocagem e da combinação desta com a restrição alimentar na biomassa final e produtividade no cultivo de <i>Astyanax lacustris</i> .	27
Tabela 6 Valores médios $\pm$ desvio padrão da análise centesimal das amostras de lambari <i>Astyanax lacustris</i> ao final do experimento.	27

## Sumário

	Página
Dedicatória	4
Agradecimentos	5
Resumo	6
Abstract	7
Lista de figuras	8
Lista de tabelas	9
1- Introdução	11
2- Artigo Científico	15
3- Considerações finais	34
4- Referências	35
5- Anexos	40

## 1. Introdução

A aquicultura é o setor de produção animal que apresenta o mais rápido crescimento no mundo, e nas últimas décadas vem se tornando o principal fornecedor de pescado para consumo humano (FAO, 2020). Tal amplificação está relacionada diretamente ao esgotamento dos estoques pesqueiros selvagens, ao crescente aumento da população mundial, à demanda contínua por peixes para alimentação, e ao crescimento do comércio internacional de pescado (OTTINGER et al., 2015). O pescado está entre os itens mais comercializados no mercado mundial de alimentos, apresentando uma contribuição relevante para a geração de emprego e renda, bem como para a redução da pobreza e da fome em várias partes do mundo (SIQUEIRA, 2018).

A produção mundial proveniente da aquicultura totalizou 114,5 milhões de toneladas em 2018, gerando aproximadamente 263,6 bilhões de dólares, dos quais 47,4% foram provenientes da piscicultura (FAO, 2020). No Brasil, a produção total da piscicultura foi de 551.900 toneladas em 2020, representando um aumento de 4,3% em relação ao ano anterior (IBGE, 2021).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a principal espécie na piscicultura brasileira (IBGE, 2020). A produção desta espécie alóctone vem aumentando ano após ano e chegou a 343.395,4 toneladas em 2020, o que correspondeu 62,3% do total. Dentre as espécies de peixes nativos (autóctones) cultivadas no país destaca-se o tambaqui (*Colossoma macropomum*), com a segunda maior produção, o pirarucu (*Arapaimas gigas*), o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e o lambari (*Astyanax* spp.). A produção deste último em 2020 foi de 631,1 toneladas, representando um incremento de 40,5% em aproximadamente uma década (IBGE, 2021).

O gênero *Astyanax* tem ampla dispersão no Brasil, é encontrado no alto Paraná, nas Bacias dos rios Paraguai, Tocantins, São Francisco e Doce (LIMA et al., 2003; LUCENA e SOARES, 2016). Há várias sinonímias populares para o lambari (*e.g.* tambuí, piaba e sardinha de água doce). Há também espécies muito semelhantes em sua morfologia, formando um grupo com alto nível de complexidade taxonômica (GARUTTI e BRITSKY, 2000). O *Astyanax lacustris* apresenta um corpo horizontalmente oval, mancha umeral preta e duas barras verticais marrons situadas na região umeral, características estas que o incluem no complexo *Astyanax bimaculatus*, alcança o comprimento de 10 a 15 centímetros e peso de até 60 gramas (PORTO-FORESTI, 2010; LUCENA e SOARES, 2016).

O lambari tem grande potencial econômico, sendo comercializado para fins de ornamentação, como isca viva ou como aperitivos em bares e restaurantes, e além disso o lambari é fonte de alimento para peixes carnívoros, com grande relevância para os ecossistemas de águas interiores (GARUTTI, 2003; VALLADÃO et al., 2016).

O cultivo de lambari da fase juvenil até o tamanho comercial é uma atividade recente, para a qual ainda não há um pacote tecnológico (FONSECA et al., 2017). Há escassez de informações sobre densidade de estocagem adequada, requisições de qualidade de água, estrutura de criação (e.g. tanques rede, hapas, viveiros com fundo de terra e tanques circulares), requerimento nutricional e manejo alimentar, o que limita a produção do lambari em ambiente artificial (DAVID-RUALES et al., 2018). Em adição não há um protocolo alimentar definido, e diferentes procedimentos são adotados pelos produtores quanto à quantidade, tipo e frequência da oferta de alimento (SILVA et al., 2011).

Uma estratégia que vem sendo estudada para diversas espécies no decorrer dos últimos anos é o uso de períodos de jejum e posterior retorno da alimentação (FERREIRA e NUÑER, 2015; FAVERO et al., 2017; PRAKOSO e KURNIAWAN, 2017; PAZ et al., 2018; KUNIYOSHI et al., 2019). Após períodos de restrição alimentar seguidos da restauração das condições favoráveis, os animais podem exibir crescimento compensatório, com um ganho de tamanho e peso acelerados. É um fenômeno desejável na prática aquícola, visto que poderia levaria a economia na quantidade de ração. No entanto, há casos em que a restrição alimentar resulta em crescimento compensatório, ou em efeito negativo na imunidade (STEINBERG, 2018; ASHOURI et al., 2019).

Um outro fator importante é a densidade de estocagem, que pode ter efeito no crescimento, na qualidade da água, no estresse, na composição centesimal, e na sobrevivência, e estes efeitos podem ser diferentes dependendo da espécie, tamanho, duração e condição do cultivo (NORTH et al., 2006; FRASCÁ-SCORVO et al. 2008, LUPATSCH et al., 2010; QI et al., 2016; BOTELHO et al, 2017). Portanto, há necessidade de desenvolvimento de trabalhos para avaliação de efeitos de densidade de estocagem no cultivo do lambari.

A densidade de estocagem e a quantidade de alimento disponível durante o cultivo podem afetar a composição nutricional do pescado (BOTELHO et al., 2017; ENKE et al., 2019). Em geral, peixes contêm entre 70 a 85% de umidade, 15 a 24% de proteína, 0,1 a 22% de gordura e 1 a 2% de minerais (OGAWA e MAIA, 1999; BARROS et al., 2019). No caso do lambari estudos em cultivos experimentais encontraram o teor

de umidade entre 64 e 73,9%, proteína entre 15,2 e 17,6%, lipídeos entre 5,6 e 15,8% e cinzas entre 10 a 11,4% (COTAN et al., 2006; GONÇALVES, 2011; SUSSEL, 2012). Porém, não há avaliação sobre estes percentuais variam em função da densidade de estocagem, e de regimes de restrição alimentar.

Diferentes combinações de fatores controláveis importantes, como frequência de alimentação e densidade de estocagem, podem afetar sobrevivência, composição centesimal e desempenho zootécnico. Diante do exposto, neste estudo o objetivo foi avaliar o efeito integrado de densidade de estocagem e restrição alimentar no crescimento compensatório do *A. lacustris* na fase juvenil. Os resultados são importantes na ponderação sobre o potencial do cultivo do lambari.

## 1.2- Objetivos do trabalho

### *Objetivo geral:*

Avaliar o efeito de diferentes densidades de estocagem e de restrição alimentar no cultivo de juvenis de lambari (*A. lacustris*).

### *Objetivos específicos:*

- Avaliar o desempenho zootécnico com base nos dados sobre o ganho de peso individual, taxa de crescimento específico, proporção de sobreviventes, ganho de biomassa e produtividade do *A. lacustris* submetido a diferentes densidades de estocagem e diferentes frequências de alimentação;
- Avaliar a composição centesimal de juvenis de *A. lacustris* submetidos a diferentes densidades de estocagem e diferentes frequências de alimentação.
- Monitorar as variáveis físico e químicas da água durante os cultivos de *A. lacustris* em sistemas fechados durante a fase juvenil.

## 2. Artigo científico

Os resultados obtidos durante o trabalho experimental desta dissertação estão apresentados no artigo intitulado “**Efeito da restrição alimentar sobre o desempenho zootécnico e composição centesimal de juvenis de lambaris *Astyanax lacustris* (LÜTKEN, 1875) cultivados em diferentes densidades de estocagem**”.

Artigo científico a ser encaminhado a Revista - Aquaculture.  
Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as estabelecidas pela referida revista (<https://www.journals.elsevier.com/aquaculture>)

1           **EFEITO DA RESTRIÇÃO ALIMENTAR SOBRE O DESEMPENHO**  
2           **ZOOTÉCNICO E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE JUVENIS DE**  
3           **LAMBARIS *Astyanax lacustris* (LÜTKEN, 1875) CULTIVADOS EM**  
4           **DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM**

5  
6           **Resumo**

7           O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes densidades  
8 de estocagem e de restrição alimentar no cultivo de juvenis de lambari *Astyanax lacustris*.  
9 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando a avaliação de dois  
10 fatores, o primeiro fator foi a densidade de estocagem, com três níveis: 0,5, 0,7 e 0,9  
11 juvenis L<sup>-1</sup>. O segundo fator foi a restrição alimentar, com três níveis, com alimentação  
12 em todos os dias da semana, em cinco dias seguidos de dois dias sem alimentação, e em  
13 quatro dias seguidos de três dias sem alimentação. O trabalho teve duração de 61 dias,  
14 sendo realizado em caixas com 50L de volume útil em um sistema fechado com troca  
15 diária parcial de água, densidade de estocagem de acordo com o tratamento por unidade  
16 experimental e peso médio inicial entre 0,50 e 0,80g (0,65±0,9g). As variáveis de  
17 qualidade de água não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. As  
18 variáveis de desempenho zootécnico foram afetadas pelas diferentes densidades e  
19 períodos de restrição alimentar, obtendo peso médio final entre valores entre 1,04g e  
20 1,51g para todos os tratamentos e taxas de sobrevivência superiores a 59,79%. As  
21 variáveis de composição centesimal não apresentaram diferença significativa entre os  
22 tratamentos. Portanto a elevação da densidade de estocagem no cultivo de lambaris e  
23 períodos curtos de restrição alimentar demonstram uma relação benéfica para a produção,  
24 não comprometendo a sobrevivência e parâmetros de qualidade de água do cultivo.

25           **Palavras-chave: juvenis; restrição alimentar; densidade de estocagem; composição**  
26           **centesimal; lambari.**

27 **EFFECT OF FOOD RESTRICTION ON THE ZOOTECHNIC PERFORMANCE**  
28 **AND CENTESIMAL COMPOSITION OF YOUNG LAMBARIS *Astyanax***  
29 ***lacustris* (LÜTKEN, 1875) GROWN IN DIFFERENT STORAGE DENSITIES**

30

31 Abstract

32 The present work aimed to evaluate the effect of different stocking densities and  
33 feed restriction on the cultivation of juvenile lambari *Astyanax lacustris*. The  
34 experimental design was completely randomized, using the evaluation of two factors, the  
35 first factor was the stocking density, with three levels: 0.5, 0.7 and 0.9 L<sup>-1</sup> juveniles. The  
36 second factor was food restriction, with three levels, with food every day of the week,  
37 five days in a row with two days without food, and four days in a row with three days  
38 without food. The work lasted 61 days, being carried out in boxes with 50L of useful  
39 volume, stocking density according to the treatment per experimental unit and average  
40 initial weight between 0.5 and 0.8 g (0.65±0.9g). The water quality variables showed no  
41 significant difference between treatments. The zootechnical performance variables were  
42 affected by the different densities and periods of food restriction, obtaining final average  
43 weight between values between 1.04g and 1.51g for all treatments and survival rates  
44 above 59.79%. The proximate composition variables showed no significant difference  
45 between treatments. Therefore, the increase in stocking density in lambaris cultivation  
46 and short periods of food restriction do demonstrate a beneficial relationship for  
47 production, not compromising the survival and water quality parameters of the culture.

48 **Key words: juveniles; food restriction; stocking density; centesimal composition;**  
49 **lambari.**

## 50 INTRODUÇÃO

51 Lambaris são peixes dulciaquícolas pertencentes ao gênero *Astyanax*, que  
52 compreende o maior número de espécies na ordem dos Characiformes (MIRANDE,  
53 2010). Lambaris tem ampla distribuição no continente americano, ocorrendo desde o sul  
54 da América do Norte até a extensão setentrional da Argentina (SÚAREZ et al., 2017). No  
55 Brasil, espécies de lambaris são encontradas no alto Paraná, e nas Bacias dos rios  
56 Paraguai, Tocantins, São Francisco e Doce (LIMA et al., 2003; LUCENA e SOARES,  
57 2016).

58 As espécies de lambaris são de pequeno porte, onívoras, e com excelente potencial  
59 econômico (VALLADÃO et al., 2016). A sua produção em cultivo no Brasil no ano de  
60 2020 foi 631,173 toneladas, representando um incremento de 62,9% ao decorrer de 5 anos  
61 (IBGE, 2020, 2021). A comercialização é feita para fins de ornamentação, isca viva ou  
62 aperitivos em bares e restaurantes. Além disso, o lambari em ambientes naturais é fonte  
63 de alimento para peixes carnívoros, com grande relevância para os ecossistemas de águas  
64 interiores (GARUTTI, 2003).

65 Na ausência de um protocolo de manejo alimentar definido, diferentes  
66 procedimentos são adotados pelos produtores (SILVA et al., 2011). Em adição, o cultivo  
67 de lambari da fase juvenil até o tamanho comercial é uma atividade recente, para a qual  
68 não há também um pacote tecnológico (FONSECA et al., 2017). A escassez de  
69 informações sobre densidade de estocagem adequada, requisições de qualidade de água,  
70 estrutura de criação (e.g. tanques rede, hapas, viveiros com fundo de terra e tanques  
71 circulares), requerimento nutricional e manejo alimentar, limita a produção do lambari  
72 em ambiente artificial (DAVID-RUALES et al., 2018).

73 Entre as espécies de lambaris (*Astyanax* spp) há muitas semelhantes em  
74 morfologia, formando um grupo com alto nível de complexidade taxonômica (GARUTTI  
75 e BRITSKY, 2000). O *Astyanax lacustris* se caracteriza por apresentar corpo  
76 horizontalmente oval, mancha umeral preta e duas barras verticais marrons situadas na  
77 região umeral (LUCENA E SOARES, 2016). O *Astyanax lacustris* alcança de 10 a 15  
78 centímetros de comprimento total e peso de até 60 gramas (PORTO-FORESTI, 2010). A  
79 espécie é considerada oportunista, aceitando bem a oferta de ração comercial e com  
80 grande potencial para produção aquícola (SANTOS et al., 2020).

81 Em ambiente natural longos períodos de abstinência alimentar são rotineiros,  
82 devido a vários fatores como épocas de estiagem, temperatura da água, entre outros  
83 (SILVEIRA et al., 2009). Após períodos de restrição alimentar seguidos da restauração

84 das condições favoráveis, os animais podem exibir crescimento compensatório, com  
85 aumento de tamanho e ganho de peso acelerados (STEINBERG, 2018). Ciclos semanais  
86 de alimentação que incluem curtos períodos de restrição alimentar, de um a três dias de  
87 jejum, podem gerar uma redução dos custos com ração e mão-de-obra em sistemas  
88 produtivos (SANTOS et al., 2018). Este fenômeno é de interesse na prática aquícola, com  
89 perspectiva de aumento de eficiência, visto que a ração representa a maior parte (70,2 a  
90 82,3%) do custo variável na produção de peixes (BARROS et al., 2015; DANTAS  
91 FILHO, 2017).

92       Protocolos de alimentação que envolvem diferentes ciclos de privação alimentar  
93 e realimentação têm sido utilizados no manejo alimentar durante a criação de diferentes  
94 espécies de peixes (FAVERO et al., 2017; KUNIYOSHI et al., 2019). Há casos, em que  
95 este protocolo não está isento de efeitos negativos, como enfraquecimento da resposta  
96 imunológica ou retomada de crescimento insuficiente, no entanto, pode promover uma  
97 redução de até 28% do custo da ração durante o cultivo (SILVA et al., 2013; ASHOURI  
98 et al., 2019). Juvenis do piau verdadeiro *Leporinus obtusidens*, com quatro tratamentos  
99 distintos: um com alimentação contínua, alimentação dia sim e dia não (1A/1R), os  
100 demais com alimentação por seis dias seguidos e seis dias de restrição (6A/6R) e com  
101 alimentação por doze dias seguidos e doze dias com restrição (12A/12R), não  
102 apresentaram crescimento compensatório (FERREIRA e NUÑER, 2015). Já resultados  
103 obtidos com juvenis de tambacu (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*)  
104 com um grupo de peixes recebendo alimentação todos os dias, alimentados durante seis  
105 dias seguidos de um dia de privação alimentar (6A/1R) e durante cinco dias seguidos de  
106 dois dias de privação alimentar (5A/2R), sugerem a ocorrência de crescimento  
107 compensatório total em um sistema com privação seguida de realimentação (PAZ et al.,  
108 2018). Prakoso e Kurniawan (2017) em estudo com juvenis de tilápia *Oreochromis*  
109 *niloticus*, utilizando três tratamentos: grupo controle alimentado duas vezes ao dia e os  
110 outros dois grupos com privação de alimentos por uma e duas semanas e depois  
111 alimentados duas vezes ao dia durante o período de realimentação de seis semanas, ao  
112 final do experimento, encontraram uma compensação completa de crescimento em  
113 experimentos com privação de alimentação nos juvenis.

114       Além do manejo alimentar, outros fatores, como a densidade de estocagem, são  
115 também de grande importância na aquicultura. Densidade de estocagem diz respeito ao  
116 número ou à biomassa de peixes por unidade de área aquícola. Este fator afeta de forma  
117 direta o crescimento, o bem-estar animal, os custos de produção e a eficiência em um

118 cultivo (LUPATSCH et al., 2010). Os efeitos no ganho de peso, na composição  
119 centesimal da carne e na sobrevivência são dependentes da espécie, dos tamanhos nas  
120 diferentes fases, e das características do manejo e a duração do cultivo (NORTH et al.,  
121 2006; FRASCÁ-SCORVO et al. 2008; QI et al., 2016).

122 Em estudo realizado com juvenis de duas espécies de lambaris, *Astyanax*  
123 *bimaculatus* e *Astyanax scabripinnis*, com diferentes densidades de estocagem (0,25,  
124 0,75, 2,25 e 6,75 peixes L<sup>-1</sup>) em sistema com recirculação (50% do volume por hora) e  
125 filtro *dry wet* em caixas de polietileno com volume de 36 L úteis. Jatobá e Silva (2015)  
126 concluíram que a elevação da densidade de estocagem no cultivo de lambaris, mostra uma  
127 interação positiva com a produtividade e eficiência alimentar aparente, não  
128 comprometendo a sobrevivência e as variáveis de qualidade de água do cultivo. Não há,  
129 no entanto, estudos sobre o *A. lacustris*, e sobre os efeitos combinados de diferentes  
130 densidades de estocagem e frequência alimentares.

131 Ao levar em conta a multiplicidade de fatores controláveis importantes (*e.g.*  
132 frequência de alimentação e densidade de estocagem), que afetam variáveis respostas  
133 (*e.g.* ganho de peso, sobrevivência e composição centesimal dos peixes), fica evidente a  
134 necessidade de uma análise integrada do efeito de diferentes fatores. Diante do exposto,  
135 o objetivo neste estudo foi avaliar o crescimento compensatório no cultivo do lambari (*A.*  
136 *lacustris*) na fase juvenil, em diferentes densidades de estocagem e períodos de restrição  
137 alimentares, incluindo a análise de elementos da composição centesimal e o desempenho  
138 zootécnico. Os resultados obtidos são úteis na ponderação sobre a potencialidade do  
139 cultivo das fases iniciais do lambari.

140

## 141 MATERIAL E MÉTODOS

### 142 *Seleção dos exemplares*

143 Na Estação de Aquicultura Continental Prof. Johei Koike (EACJK), do  
144 Departamento de Pesca e Aquicultura/UFRPE, mantém um plantel de animais obtidos em  
145 julho de 2019 da Estação de Piscicultura de Paulo Afonso (EPPA) na Bahia, de  
146 propriedade da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF). Na EACJK ocorre  
147 a reprodução natural em cativeiro em viveiro estoque de 1500 m<sup>3</sup> (50 m x 20 m x 1,5 m).  
148 Dessa forma, um total de 567 juvenis de *Astyanax lacustris* foram selecionados com pesos  
149 entre 0,5 e 0,8 gramas, e comprimento total entre 3,0 a 4,3 centímetros para o  
150 desenvolvimento do experimento.

151

152 *Experimento*

153 Todos os procedimentos foram realizados de acordo com o Conselho de Ética do  
154 uso de Animais de Experimentação da Universidade Federal Rural de Pernambuco  
155 (CEUA/UFRPE) sob a licença de número 058/2019. O experimento foi conduzido no  
156 Laboratório de Sistemas de Produção Aquícola (LAPAQ), da Universidade Federal Rural  
157 de Pernambuco (UFRPE), campus de Recife. Foram utilizadas vinte e sete caixas de  
158 polietileno retangulares, com capacidade nominal para 50 L cada, dispostas num sistema  
159 fechado com oxigenação constante e iluminação natural. O trabalho foi conduzido  
160 utilizando-se 30 L de volume útil em cada caixa. Foi utilizado delineamento experimental  
161 bifatorial. O primeiro fator foi a densidade de estocagem, com três níveis: 0,5, 0,7 e 0,9  
162 juvenis L<sup>-1</sup> (15, 21 e 27 exemplares por caixa), representados respectivamente por D1, D2  
163 e D3. A opção por estas densidades foi por apresentarem valores próximos aos melhores  
164 resultados em condições testadas com espécies pertencentes ao grupo, que pode ser  
165 averiguado nos trabalhos de AMARAL et al. (2007), ASCOLI et al. (2010); e JATOBÁ  
166 e SILVA (2015). O segundo fator foi a restrição alimentar, com três níveis, com  
167 alimentação em todos os dias (R0), cinco dias de alimentação seguidos e dois dias sem  
168 alimentação (R2), e quatro dias de alimentação seguidos e três dias sem alimentação (R3).  
169 A escolha por esses ciclos semanais de restrição, com um a três dias de jejum, foi devido  
170 representarem uma forma de redução nos custos em ração e mão de obra para os  
171 produtores como foi constatado em SALOMÃO et al. (2017), PAZ et al. (2018), e  
172 SANTOS et al. (2018), e são amplamente utilizadas para a promoção de respostas  
173 compensatórias no desempenho zootécnico dos peixes. Ao final, considerando os três  
174 níveis de cada um dos dois fatores tem-se 9 combinações. Para cada combinação foram  
175 utilizadas três réplicas. A distribuição dos exemplares nos diferentes tratamentos e  
176 réplicas foi inteiramente casualizada.

177 Os peixes foram alimentados até a aparente saciedade (*ad libitum*) durante o  
178 período experimental (61 dias). Foi utilizada ração comercial com 45% de proteína bruta  
179 e granulometria de 1 mm (Tabela 1), com fornecimento em duas aplicações diárias as  
180 9:00 e 15:00 horas (MORAES et al., 2018). Para manutenção de baixas concentrações de  
181 compostos nitrogenado no sistema, diariamente, foi retirada a matéria orgânica  
182 depositada no fundo das caixas, decorrente da sobra de ração e de fezes por sifonamento,  
183 bem como a renovação de 50% da água de cada unidade experimental.

184

185 *Variáveis físico-químicas da água*

186 Diariamente a concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 187 da água foram medidas utilizando um oxímetro (Oxímetro AT 160 SP Microprocessado),  
 188 e o potencial hidrogeniônico com medidor portátil (Cucudy Medidor de pH Digital).  
 189 Amônia tóxica ( $\text{mg L}^{-1}$ ), nitrito ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e alcalinidade ( $\text{mg L}^{-1}$ ) foram mensuradas  
 190 semanalmente por método colorimétrico (Labcontest).

191

### 192 *Parâmetros de desempenho produtivo*

193 A avaliação do desempenho produtivo dos lambaris foi realizada a partir do  
 194 monitoramento de medidas para estimar ganho de peso individual (g), taxa de crescimento  
 195 específico ( $\% \text{ dia}^{-1}$ ), proporção de sobreviventes (%), ganho de biomassa (g) e  
 196 produtividade ( $\text{g L}^{-1}$ ). Para tanto ao final do período experimental, foi feita uma biometria  
 197 com todos os indivíduos de cada unidade experimental. Para a biometria os animais foram  
 198 insensibilizados com a administração em solução aquosa de eugenol (80mg/L) em  
 199 solução aquosa e posteriormente medidos com auxílio de paquímetro e pesados em  
 200 balança eletrônica (Pocket Scale MH-Series).

201 A avaliação do desempenho zootécnico foi realizada ao final do cultivo  
 202 experimental através da estimativa dos índices produtivos segundo JATOBÁ, 2018 e  
 203 BRITO et al., 2019):

204 Ganho de peso semanal (GP) =  $\text{PM}_{(n)} - \text{PM}_{(n-1)}$ , em que PM = peso médio dos peixes e n  
 205 = número da semana que a biometria foi realizada.

206

207 Taxa de crescimento específico (TCE) =  $((\ln \text{PM}_{(n)} - \ln \text{PM}_{(n-1)})/\text{ND}) \times 100$  em que ND  
 208 = Número de dias do experimento

209

210 Biomassa total (BT) =  $\text{N}_{\text{FP}} \times \text{PM}_{\text{F}}$ , em que  $\text{N}_{\text{FP}}$  = número final de peixes e  $\text{PM}_{\text{F}}$  = Peso  
 211 médio final

212

213 Produtividade (P) =  $\text{B}_{\text{F}}/\text{VT}$  em que  $\text{B}_{\text{F}}$  = biomassa final nos tanques e VT = volume de  
 214 água nos recipientes

215

216 Proporção de sobreviventes expressa em percentagem (S) =  $\text{N}_{\text{FP}} \times 100/\text{N}_{\text{IP}}$  em que  $\text{N}_{\text{FP}}$  =  
 217 número final de peixes e  $\text{N}_{\text{IP}}$  = número inicial de peixes.

218

### 219 *Composição centesimal*

220 No fim do experimento, todos os peixes sobreviventes até o final do período  
221 experimental foram abatidos com administração de solução aquosa contendo eugenol (80  
222 mg/L) para realização de análises da composição centesimal. A análise de umidade foi  
223 realizada com o método de secagem direta em estufa por 24 horas a uma temperatura de  
224 105°C, o teor de cinzas com o método de incineração em mufla à 550°C por 4 horas, teor  
225 de proteína foi estimado a partir da determinação do nitrogênio total com o método de  
226 Kjeldahl e carboidratos por cálculo de diferença, seguindo metodologia descrita por  
227 AOAC (2011). O teor de lipídios foi avaliado com o método de Bligh e Dyer (SMEDES  
228 E THOMASEN, 1996). Todas análises centesimais foram executadas em triplicata no  
229 Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE, Recife-PE.

230

### 231 *Análise estatística*

232 Inicialmente os dados de temperatura, OD e pH das unidades experimentais foram  
233 comparadas de acordo com seus tratamentos, através de avaliação gráfica, para verificar  
234 se os dados obtidos atendiam os princípios básicos da experimentação, verificando assim  
235 a presença de réplicas ou “pseudorréplicas”. Tais grupos de dados foram selecionados  
236 dentre as variáveis de qualidade de água em decorrência da independência destas entre si,  
237 bem como a elevada influência nos índices de desempenho zootécnico de organismos  
238 aquáticos. Todos os dados foram submetidos aos testes de normalidade de Shapiro-Wilk  
239 e homogeneidade de variâncias de Bartlett dentro de cada nível e cruzamento de nível.

240 Os dados referentes ao desempenho zootécnico e composição centesimal que  
241 atenderam os pré-requisitos foram submetidos a uma Análise de Variância fatorial  
242 (ANOVA-fatorial), sendo avaliados os efeitos isolados de cada um dos dois fatores e a  
243 interação entre os fatores, quando foram detectadas diferenças significativas os dados  
244 foram submetidos ao teste de comparação de médias de Duncan. Quando os pré-  
245 requisitos de normalidade e homogeneidade não foram atendidos, foi utilizado o teste não  
246 paramétrico de Kruskal-Wallis. Já os dados referentes a qualidade de água, quando de  
247 acordo com os pré-requisitos, foram submetidos a Análise de Variância de medidas  
248 repetidas (ANOVA de medidas repetidas), seguida pelo pós-teste de Duncan. Quando os  
249 dados apresentaram uma livre distribuição foram submetidos aos testes de Kruskal-Wallis  
250 para comparação entre as combinações e ao teste de Friedman para comparação isolada  
251 das combinações ao longo do cultivo.

252

253 RESULTADOS E DISCUSSÃO

254 Ao avaliar graficamente os dados de potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio  
255 dissolvido (OD) e temperatura (Figura 1) não foram observadas discrepâncias entre as  
256 três unidades experimentais ao longo do cultivo, possibilitando que estas unidades fossem  
257 consideradas réplicas, logo a homogeneidade entre este material experimental confirmou  
258 a adoção do delineamento inteiramente casualizado (DIC).

259

#### 260 *Variáveis físico-químicas da água*

261 Os valores médios das variáveis de qualidade de água: temperatura da água,  
262 oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade, amônia tóxica e nitrito, monitorados durante o  
263 período experimental estão representados na Tabela 2.

264 Nos valores de temperatura foi possível observar uma variação de cerca 1°C ao  
265 longo do dia, em média variando entre 26,5°C pela manhã e 27,5°C à tarde, sendo estes  
266 valores próximos aos relatados Natori et al., (2016) que ao avaliar diferentes frequências  
267 de alimentação diária do lambari *Astianax bimaculatus*, associou as maiores taxas de  
268 sobrevivência nos cultivo realizados a 25,5°C e quatro alimentações diárias, estando os  
269 valores do presente estudo dentro dos parâmetros recomendados para a piscicultura  
270 (Boyd, 1990).

271 Em relação ao oxigênio dissolvido a média de 8,36 mg L<sup>-1</sup> no período do dia.  
272 Enquanto os valores encontrados no pH variaram entre 6,1, no período da manhã, e 8,09,  
273 à tarde. Essa alta variação entre as aferições se deve a troca diária da água feita no  
274 intervalo das medições.

275 A alcalinidade total obteve pequena variação com tendência a valores entre 17,9  
276 a 53,7 mg L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub> nos tratamentos, apresentando valor médio de 23,13 mg de  
277 CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>. Foram encontrados valores baixos de amônia tóxica e o nitrito, que tiveram  
278 respectivamente as médias de 0,53 e 0,39 mg L<sup>-1</sup>.

279 Diante disso podemos afirmar que as variáveis físico químicas indicadoras da  
280 água estão em conformidade com o sugerido por Leira et al. (2017) para espécies  
281 cultiváveis de peixes tropicais, que são: pH entre 6,5 a 9,0, temperatura entre 20 e 28°C,  
282 concentração de oxigênio dissolvido acima de 4,0 mg L<sup>-1</sup>, concentração de amônia menor  
283 que 0,1 mg L<sup>-1</sup>, concentração de nitrito menor que 0,3 mg L<sup>-1</sup> e alcalinidade entre 20 a  
284 300 mg L<sup>-1</sup>.

285

#### 286 *Desempenho produtivo*

287 Os valores médios e desvio padrão dos dados referentes aos índices de  
288 desempenho zootécnico: peso médio inicial (g), peso médio final (g), comprimento total  
289 inicial (cm), comprimento total final (cm), ganho médio de peso (g), a taxa de crescimento  
290 específica (% dia<sup>-1</sup>), biomassa total (g), produtividade (g L<sup>-1</sup>) e sobrevivência (%) do  
291 *Astyanax lacustris* cultivados ao longo de 61 dias em diferentes densidades de estocagem  
292 submetido a curtos períodos de restrição alimentar encontram-se sumarizados na Tabela  
293 3.

294 Ao final do período de cultivo experimental foi observado uma sobrevivência  
295 média de 74,17% e ganho de peso médio de aproximadamente 0,39g não sendo detectadas  
296 diferenças significativas ao avaliar o efeito isolado ou combinado dos fatores adotados  
297 entre as combinações avaliadas. Ao avaliar o efeito de diferentes frequências de  
298 alimentação diária na sobrevivência do *Astyanax bimaculatus* ao final de 30 dias de  
299 cultivo, Hayashi et al., (2004) verificou que o aumento do número de tratos alimentares  
300 diários, ocasionava a redução nos índices de sobrevivência ao final do cultivo,  
301 apresentando taxas de sobrevivência superiores a 85% e ganho médio de peso de  
302 superiores a 1,9g, sendo estes níveis de sobrevivências e ganho médio de peso superiores  
303 aos encontrados no presente estudo. Entretanto a diferença na taxa de sobrevivência,  
304 encontrada no presente estudo, pode ser explicada com base no tempo de cultivo  
305 realizado, já que esse índice tende a diminuir em função do tempo de cultivo. Ademais  
306 ao decorrer do experimento foi observado comportamento agnóstico entre os peixes, o  
307 que resultou em mortalidade nas combinações, Silva et al. (2012) encontrou em seus  
308 estudos escamas de peixe no trato digestivo do *Astyanax lacustris* coletados na lagoa do  
309 Piató, no Rio Grande do Norte, o que sugere essa prática em peixes da espécie.

310 Ainda no mesmo estudo, Hayashi et al., (2004) observou que o número de tratos  
311 alimentares influenciou no ganho médio de peso dos animais, a adoção do manejo  
312 alimentar de quatro tratos ao dia apresentou valores de ganho médio de peso  
313 significativamente superior quando comparado ao mesmo índice resultante no tratamento  
314 com a utilização de dois tratos diários, logo, como não foi detectado o efeito da densidade  
315 de estocagem, bem como da restrição alimentar no ganho médio de peso no presente  
316 estudo, a adoção de dois tratos ao dia, pode ter influenciado negativamente no ganho de  
317 peso dos animais, assim como a adoção da estratégia de fornecimento de alimento até a  
318 saciedade aparente dos animais.

319 O peso médio final apresentou valores entre 1,04g e 1,51g e a taxa de crescimento  
320 específico entre 0,82 e 1,40 %·dia<sup>-1</sup>. Foram observadas evidências de diferença

321 significativa apenas em função do fator restrição alimentar, não sendo evidenciado o  
322 efeito da restrição alimentar ou da interação destes dois fatores nos resultados de peso  
323 médio final e na taxa de crescimento específica.

324 Dessa forma, ao avaliar o efeito isolado da restrição alimentar (Tabela 4) nessas  
325 variáveis é possível observar que os menores valores de peso médio final e taxa de  
326 crescimento específico foram observados nos tratamentos compostos por R3, (quatro dias  
327 de alimentação seguido por três dias de restrição), já os demais tratamentos não  
328 apresentaram diferença significativa entre si.

329 Apesar do presente estudo obter taxas de crescimento semelhantes aos resultados  
330 encontrados por Jatobá et al., (2018), o qual ao cultivar o *Astyanax bimaculatus*, com peso  
331 médio inicial de 4,06 g encontram-se taxas de crescimento específica de 0,62 a 0,85 %  
332 dia<sup>-1</sup> para peixes com 7,96 a 9,12 g de peso médio final, assim como o trabalho de Marcelo  
333 e Silva, (2020) no qual relataram uma taxa de 1,7 a 2,1% dia<sup>-1</sup> para peixes de 4,2 a 5,9 g  
334 ao final do estudo, com peso médio inicial de 1,09 g é importante salientar que os  
335 principais fatores que influenciam o crescimento dos peixes são: a qualidade da água e  
336 do alimento, o manejo alimentar, a espécie de peixe, a idade ou o tamanho do peixe, o  
337 sexo e a fase de desenvolvimento reprodutivo e a densidade de estocagem (ANDRADE  
338 et al., 2016), a taxa de crescimento específico apresenta uma tendência de redução ao  
339 longo do tempo, como os estudos citados a cima apresentam início em fases posteriores  
340 de crescimento da atual pesquisa é possível inferir que apresentariam valores superiores  
341 ao presente estudo, o que poderia ser explicado pelo manejo alimentar adotado, Já que  
342 estudos como Cotan et al., (2006) e Hayashi et al., (2004) utilizaram taxas de alimentação  
343 superiores 10% da biomassa total e obtiveram resultados consideravelmente superiores  
344 ao encontrados nesta pesquisa.

345 A biomassa total e a produtividade apresentaram valores médios que variaram de  
346 12,11 a 25,66 g e 0,40 a 0,86 g.L<sup>-1</sup> respectivamente, entre as combinações avaliadas. Não  
347 foi evidenciado a influência significativa do fator restrição alimentar, entretanto o fator  
348 densidade, assim como a interação entre estes fatores mostraram-se significativamente  
349 atuantes nos resultados destas variáveis, conforme apresentado na Tabela 5. Ao avaliar  
350 o efeito isolado da densidade sobre a biomassa total e a produtividade, apesar de apenas  
351 as combinações formadas por D1 e D3 diferiram significativamente entre si, é possível  
352 verificar, uma tendência de aumento dos valores de biomassa e da produtividade de  
353 acordo com o aumento da densidade, dessa forma as combinações compostas por D3  
354 apresentaram valores superiores aos encontrados em D1, conforme já era esperado, já que

355 a produtividade é determinada com base no volume do cultivo e de sua biomassa, por sua  
356 vez, a biomassa total está intimamente atrelada ao peso médio dos animais, bem como ao  
357 número de animais ao final do cultivo. Vilela e Hayashi, (2001) relataram um incremento  
358 da biomassa diretamente proporcional ao aumento da densidade, demonstrando a  
359 possibilidade da adoção de elevadas taxas de densidade de estocagem sem danos a  
360 biomassa final ao cultivar o *Astyanax bimaculatus* em densidades de 0,31 a 1,24 peixes.L<sup>-1</sup>.  
361 O mesmo não foi observado no presente estudo, apesar deste utilizar densidades de  
362 estocagens entre as faixas relatadas pelos autores foi observado o efeito da densidade na  
363 biomassa total das combinações utilizadas. É importante ressaltar que a maximização da  
364 produtividade animal está relacionada as exigências nutricionais, bem como ao manejo  
365 alimentar, determinados de acordo com a espécie alvo de produção (Lovell, 1989), dessa  
366 forma, é possível que tal divergência seja em decorrência da estratégia alimentar adotada,  
367 já que assim como o presente cultivo, Vilela e Hayashi, (2001) utilizaram ração comercial  
368 de 45% de proteína bruta, entretanto a alimentação foi realizada três vezes ao dia através  
369 da oferta da proporção de 10% da biomassa de cada tanque, assim como os resultados  
370 relatados por Hayashi et al., (2004) que ao avaliar diferentes frequências de alimentação  
371 diária para o lambari, *Astyanax bimaculatus*, obteve resultados de biomassa total e  
372 sobrevivência para os tratamentos nos quais foi realizado a alimentação quatro vezes ao  
373 dia, quando comparado ao arraçamento de duas vezes ao dia.

374

#### 375 *Composição centesimal*

376 As análises da composição centesimal (umidade, proteínas, lipídios totais, cinza e  
377 carboidratos) das amostras de lambari provenientes do período pós experimentação estão  
378 representados na Tabela 6.

379 Foram observados valores de umidade entre 62,11 e 70,09%, não sendo  
380 evidenciadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos para nenhum dos  
381 fatores avaliados ou da interação destes, sendo os valores encontrados semelhantes ao  
382 teor de umidade resultante apresentados por Natori et al., (2016), referentes ao cultivo do  
383 *Astyanax altiparanae* alimentados com diferentes taxas de suplementação de óleo de  
384 gergelim, assim como aos resultados relatados por Furuya et al., (2013) que obtiveram  
385 percentual médio de umidade no valor de 72,23% encontrado na espécie lambari do rabo  
386 vermelho *Astynax fasciatus*.

387 Os teores cinzas nas amostras apresentaram valores médios entre 12,07 a 14,58%,  
388 não apresentando diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em função da frequência de restrição

389 alimentar, da densidade e da interação desses dois fatores. De acordo com Santos et al.,  
390 (2018) a carne do pescado é considerada uma excelente fonte de macrominerais (cálcio e  
391 fósforo), apresentando também quantidades significativas de microminerais (sódio,  
392 potássio, manganês, cobre, cobalto, zinco, ferro e iodo). Esses minerais são apresentados  
393 na composição centesimal através do teor de cinzas, podendo apresentar valores de 0,60  
394 a 22,50% na composição de peixes NEPA (2011), dessa forma o percentual de cinzas  
395 encontrado em todas as combinações é compatível com esta concentração referencial.

396 Já os valores de carboidrato apresentaram valores médios entre 1,04 e 1,74%, não  
397 apresentando diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos. As combinações  
398 compostas pela menor densidade de estocagem apresentaram os maiores níveis de  
399 carboidratos (1,51%) quando comparadas as demais densidades de estocagem (1,37 e  
400 1,53%), as quais não diferiram significativamente entre si. Os resultados encontrados no  
401 presente estudo são superiores aos valores propostos por Ogawa e Maia (1999) para  
402 peixes em geral, que variam de 0,3 a 1,0%, ao qual se explica segundo os autores, a alguns  
403 peixes estocarem uma parte de sua reserva energética como glicogênio, que contribui para  
404 o aumento do teor desses carboidratos em sua matéria seca.

405 A interação entre restrição alimentar e a densidade de estocagem influenciaram  
406 significativamente nos teores de proteínas na matéria seca do lambari ao final de 61 dias  
407 de cultivo. Os níveis médios deste nutriente encontrados no presente estudo variaram de  
408 12,45 a 14,90%. Valores estes superiores aos encontrados por NEPA (2011) mostra o  
409 valor de 15,70% de proteína para a espécie lambari *in natura* (*Astyanax* sp.) e inferiores  
410 aos relatados por Campelo et al., (2018) ao avaliar diferentes taxas de inclusão de lisina  
411 na alimentação de *Astyanax altiparanae*. Aminoácidos considerados essenciais, como a  
412 metionina e a lisina, são encontrados em elevada concentração na proteína de peixe  
413 (CREPALDI LUNKES et al., 2018), dessa forma é possível que as diferenças encontradas  
414 nas concentrações de proteína no presente estudo estejam ligadas ao alimento utilizado  
415 em cada pesquisa, já que estes apresentaram diferentes perfis proteicos.

416 Já o teor de lipídios é o que apresenta maiores variações, que podem ser atribuídas  
417 a fatores como: idade, tipo de tecido, órgãos, sexo, maturidade sexual, regime alimentar  
418 ou estação sazonal (OGAWA E MAIA, 1999). Barros et al. (2019) estudando a  
419 composição centesimal do híbrido tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus*  
420 *mesopotamicus*) com diferentes classes de peso de abate encontrou a fração de lipídeos  
421 entre 8,88 a 10,54%, valores superiores aos encontrados no presente estudo. Já Rocha et  
422 al. (2020) encontrou na pele de *Phractocephalus hemiliopterus* valores inferiores ao do

423 presente estudo, entre 1,36 e 3,91%. Lanzarin et al. (2017) encontrou percentuais no  
424 pintado amazônico (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *Leiarius marmoratus*) e piauçu  
425 (*Leporinus macrocephalus*) que variaram entre 0,86 e 3,73% inferiores aos encontrados  
426 no presente estudo.

427

#### 428 CONCLUSÕES

429 Sendo assim, conclui-se que a elevação da densidade de estocagem no cultivo de  
430 lambaris e períodos curtos de restrição alimentar demonstram uma relação benéfica para  
431 a produção, não comprometendo a sobrevivência e parâmetros de qualidade de água do  
432 cultivo.

433

#### 434 AGRADECIMENTOS

435 A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal em Nível Superior (CAPES) que  
436 forneceu apoio financeiro em forma de bolsa, ao primeiro autor, durante a realização do  
437 presente estudo.

## 438 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

439

440 AMARAL, M.V.C., JASPER, A.P.S., BARBOZA, W.A., JUNIOR, J.G. V, ALMAGRO,  
441 W.S., HERMES, C.A., VIEIRA, D.V.G., GOMES, G.B., MACHADO, J.J., CORDEIRO,  
442 L.R., 2007. Diferentes densidades de estocagem na criação de lambari do rabo amarelo  
443 em sistema intensivo. XII Encontro Lat. Am. Iniciação Científica e VIII Encontro Lat.  
444 Am. Pós-Graduação – Univ. do Val. do Paraíba 10–12.

445 ANDRADE, C. L.; RODRIGUES. F. S.; CASTRO. K. S.; PIRES, S. F., 2016. Fatores  
446 que influenciam no desempenho e sobrevivência de tilápias em sistema de tanque-rede.  
447 **Nutr. Time** 13, 4565–4569.

448 ASCOLI, B.G., 2010. Primeiro cultivo do *Astyanax bimaculatus* em sistema de bioflocos.

449 BRITO, J.M. DE, FERREIRA, A.H.C., SANTANA JÚNIOR, H.A., OLIVEIRA, A.P.A.,  
450 SANTOS, C.H.L., OLIVEIRA, L.T.S., 2019. Desempenho zootécnico de juvenis de  
451 tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com cepas probióticas e submetidos  
452 a desafio sanitário. **Ciência Anim. Bras.** 20, 1–9. [https://doi.org/10.1590/1809-](https://doi.org/10.1590/1809-6891v20e-37348)  
453 [6891v20e-37348](https://doi.org/10.1590/1809-6891v20e-37348)

454 COLLAÇO, F.L., SARTOR, S.M., BARBIERI, E., 2015. Cultivo de Bijupirá  
455 (*Rachycentron canadum*) em Cananeia, SP, Brasil. Avaliação da viabilidade utilizando  
456 geoprocessamento. **J. Integr. Coast. Zo. Manag.** 15, 277–289.  
457 <https://doi.org/10.5894/rgci538>

458 CREPALDI LUNKES, L., MARQUES PAIVA, I., MARCOS RUBIM, F., DE  
459 OLIVEIRA RIBEIRO, A., SOLIS MURGAS, L., 2018. Consumo de carnes e percepção  
460 dos universitários de Lavras-MG em relação a carne de peixe e seus benefícios à saúde.  
461 **Arch. latinoam. nutr** 295–302.

462 DANTAS FILHO, J.V., 2017. Gestão De Custos Na Piscicultura No Município De  
463 Presidente Médici – Rondônia – Brasil. **ABCustos** 12, 29–52.  
464 <https://doi.org/10.47179/abcustos.v12i2.425>

465 MORAES, A.V., PEREIRA, M. DE O., MORAES, K.N., RODRIGUES-SOARES, J.P.,  
466 JESUS, G.F.A., JATOBÁ, A., 2018. Autochthonous probiotic as growth promoter and  
467 immunomodulator for *Astyanax bimaculatus* cultured in water recirculation system.  
468 **Aquac. Res.** 49, 2808–2814. <https://doi.org/10.1111/are.13743>

- 469 FERREIRA, A.L., SCHORER, M., PEDREIRA, M.M., SANTOS, T.G., SAMPAIO,  
470 E.V., DOS SANTOS, J.C.E., 2017. Commercial feed and frozen *Artemia nauplii* for  
471 curimatã-pacu larvae in first feeding. **Bol. do Inst. Pesca** 43, 47–53.  
472 <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2017.47.53>
- 473 FURUYA, V.R.B., FURUYA, W.M., MICHELATO, M., SALARO, A.L.,  
474 MATSUSHITA, M., BATISTON, W.P., 2013. Proximate composition and fatty acids  
475 profile of lambari-do-rabo-vermelho (“*Astyanax fasciatus*”) from different class of  
476 weight. **Rev. Bras. Saúde e Produção Anim.** 14, 820–830.
- 477 IBGE, 2018. Produção da Pecuária Municipal 2018 PPM. **IBGE** 1–8.
- 478 IBGE, 2020. Produção da Pecuária Municipal 2020 PPM. **Imprensa Of.** 1, 1–12.
- 479 JATOBÁ, A., 2018. Viability of different feed rates for *Astyanax bimaculatus* culture.  
480 **Rev. Ciências Agroveterinarias** 17, 450–453.  
481 <https://doi.org/10.5965/223811711732018450>
- 482 JATOBÁ, A., SILVA, B.C., 2015. Densidade de estocagem na produção de juvenis de  
483 duas espécies de lambaris em sistema de recirculação. **Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec.**  
484 67, 1469–1474. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8080>
- 485 LANZARIN, M., RITTER, D.O., ALMEIDA FILHO, E.S., MÁRSICO, E.T., FREITAS,  
486 M.Q., 2017. Composição centesimal e teste de aceitação e intenção de compra do pintado  
487 amazônico (*Pseudoplatystoma fasciatum* X *Leiarius marmoratus*) e piauçu (*Leporinus*  
488 *macrocephalus*). **Rev. Bras. Ciência Veterinária** 24, 162–166.  
489 <https://doi.org/10.4322/rbcv.2017.031>
- 490 LEIRA, M.H., CUNHA, L.T. DA, BRAZ, M.S., MELO, C.C.V., BOTELHO, H.A.,  
491 REGHIM, L.S., 2017. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. **Pubvet** 11, 11–17.  
492 <https://doi.org/10.22256/pubvet.v11n1.11-17>
- 493 MASSAGO, H., SILVA, B.C. DA, 2020. Desempenho do lambari-do-rabo-amarelo  
494 alimentado com rações práticas contendo diferentes níveis de proteína bruta.  
495 **Agropecuária catarinense** 33, 67–71.
- 496 MIRANDE, J.M., 2010. Phylogeny of the family characidae (teleostei: Characiformes):  
497 From characters to taxonomy. **Neotrop. Ichthyol.** 8, 385–568.  
498 <https://doi.org/10.1590/S1679-62252010000300001>

- 499 MORAES, A.V., PEREIRA, M. DE O., MORAES, K.N., RODRIGUES-SOARES, J.P.,  
500 JESUS, G.F.A., JATOBÁ, A., 2018. Autochthonous probiotic as growth promoter and  
501 immunomodulator for *Astyanax bimaculatus* cultured in water recirculation system.  
502 *Aquac. Res.* 49, 2808–2814. <https://doi.org/10.1111/are.13743>
- 503 ROCHA, M. DO P.S.S. DA, SILVA, A.J.I. DA, BARCELLOS, J.F.M., MELO, K.S.G.  
504 DE, ATAYDE, H.M., 2020. Composição centesimal das peles de Pirarara  
505 (*Phractocephalus hemiliopterus*). **Brazilian J. Anim. Environ. Res.** 3, 1018–1033.  
506 <https://doi.org/10.34188/bjaerv3n3-022>
- 507 SALOMÃO, R.A.S., DRIMEL, V.G., SANTOS, V.B. DOS, 2017. Crescimento  
508 compensatório em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Pubvet** 11, 646–651.  
509 <https://doi.org/10.22256/pubvet.v11n7.646-651>
- 510 SANTOS, J.A., SOARES, C.M., BIALETZKI, A., 2020. Early ontogeny of yellowtail  
511 tetra fish *Astyanax lacustris* (Characiformes: Characidae). **Aquac. Res.** 51, 4030–4042.  
512 <https://doi.org/10.1111/are.14746>
- 513 SANTOS, P.R. DOS, VASCONCELOS, E.L.Q. DE, SOUZA, A.F.L. DE, SILVA  
514 JÚNIOR, J.L. DA, INHAMUNS, A.J., 2018. Qualidade físico-química e microbiológica  
515 de pescado congelado consumido na merenda escolar do estado do Amazonas. **Pubvet**  
516 12, 1–6. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n5a93.1-6>
- 517 SANTOS, E.L., SOARES, A.C.L., TENÓRIO, O.L.D., SOARES, E.C., SILVA, T.J.,  
518 GUSMÃO JÚNIOR, L.F., SANTOS, E.L., 2018. Desempenho de tambaquis (*Colossoma*  
519 *macropomum*) submetidos a restrição alimentar e a realimentação em tanques-rede. **Arq.**  
520 **Bras. Med. Veterinária e Zootec.** 70, 931–938. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9891>
- 521 SILVA, D.A., PESSOA, E.K.R., COSTA, S.A.G.L., Chellappa, N.T., Chellappa, S.,  
522 2012. Ecologia Reprodutiva de *Astyanax lacustris* (Osteichthyes: Characidae) na Lagoa  
523 do Piató, Assú, Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Amaz.** 2, 54–61.  
524 <https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v2n2p54-61>
- 525 SILVA, E.M., SAMPAIO, L.A., MARTINS, G.B., ROMANO, L.A., TESSER, M.B.,  
526 2013. Desempenho zootécnico e custos de alimentação de juvenis de tainha submetidos  
527 à restrição alimentar. **Pesqui. Agropecu. Bras.** 48, 906–912.  
528 <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000800014>

529 SILVEIRA, U. S.; LOGATO, P. V. R.; PONTES, E. C, 2009. Alimentação Das Espécies  
530 De Peixes No Ambiente Natural Para O Estabelecimento Das Dietas Em Cativeiro. **Rev.**  
531 **Eletrônica Nutr.** 6, 801–816.

532 SÚAREZ, Y.R., SILVA, E.A., VIANA, L.F., 2017. Reproductive biology of *Astyanax*  
533 *lacustris* (Characiformes: Characidae) in the southern Pantanal floodplain, upper  
534 Paraguay River basin, Brazil. **Environ. Biol. Fishes** 100, 775–783.  
535 <https://doi.org/10.1007/s10641-017-0604-3>

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para as espécies nativas de lambaris cultivadas no Brasil, há uma profunda ausência de estudos para determinação de densidade de estocagem em sistema de cultivo intensivo, bem como a forma que períodos de restrição alimentar podem afetar as espécies, afim de desenvolver o seu pacote de produção e reduzir os custos para o produtor. Para tanto tornasse necessário mais estudos específicos na área de produção.

Outro fator de extrema importância que se deve tomar nota, é a avaliação da viabilidade econômica no custo variável da produção. A análise do valor econômico possibilita ao produtor analisar se o investimento é viável, uma vez que esse indicador se apresentar negativo em todo o período de produção.

Cabe ressaltar que os trabalhos com densidades de estocagem e períodos curtos de restrição alimentar devem, sempre que possível, aliar o seu desempenho produtivo à estudos relacionados a sanidade dos animais em cultivo, associando a viabilidade econômica.

## REFERÊNCIAS

ASHOURI, G.; MAHBOOBI-SOOFIANI, N., HOSEINIFAR, S. H., TORFI-MOZANZADEH, M., MANI, A., KHOSRAVI, A., CARNEVALI, O. Compensatory growth, plasma hormones and metabolites in juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*, BRANDT 1869) subjected to fasting and re-feeding. *Aquaculture Nutrition*, v. 26, p. 400–409, 2020.

BARROS, F. A. L.; BRITO, M. A. S.; SILVEIRA, D. S.; BRABO, M. F.; CORDEIRO, C. A. M. Características morfométricas, rendimentos de cortes e composição centesimal do híbrido tambacu. *Revista Agrarian*. v. 12, n. 43, p. 89–96, 2019.

BOTELHO, A. H.; COSTA, A.; FERNANDES, E. M.; CAFÉ, M. B.; FREITAS, R. T. F. Análise bromatológica de filé de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) Pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Rev. Ciên. Vet. Saúde Públ.* v. 5, p. 158–165, 2017.

COTAN, J. L. V.; LANNA, E. A. T.; BOMFIM, M. A. D.; DONZELE, J. L.; RIBEIRO, F. B.; SERAFINI, M. A. Níveis de energia digestível e proteína bruta em rações para alevinos de lambari tambuí. *Revista Brasileira Zootecnia.*, Viçosa, v. 35, p. 634-640, 2006.

DAVID-RUALES, C. A. D.; MACHADO-FRACALOSSI, D.; VÁSQUEZ-TORRES, W. Early development in fish larvae, key for starting exogenous feeding. *Revista Lasallista de Investigación*, v. 15, p. 180–194, 2018.

ENKE, D. B. S.; LOPES, P. R. S.; ROCHA, C. B.; POUHEY, J. L. O. F. Produção e caracterização de farinha de silagem química de pescado, destinada à piscicultura. *PUBVET*, v. 13, p. 1–9, 2019.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome, p. 21, 2020.

FAVERO, G. C.; GIMBO, R. Y., FRANCO MONTOYA, L. N., ZANUZZO, F. S., URBINATI, E. C. Fasting and refeeding lead to more efficient growth in lean pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Aquaculture Research*, v. 49, p. 359–366, 2018.

FERREIRA, L. S. B. P.; NUÑER, A. P. DE O. Food deprivation and compensatory growth in juvenile piava, *Leporinus obtusidens*. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 41, p. 471–478, 2015.

FONSECA, T.; COSTA-PIERCE, B. A.; VALENTI, W. C. Lambari Aquaculture as a Means for the Sustainable Development of Rural Communities in Brazil. *Reviews in Fisheries Science and Aquaculture*, v. 25, n. 4, p. 316–330, 2017.

FRASCÁ-SCORVO, C. M. D., BACCARIN, A. E., VIDOTTI, R. M., ROMAGOSA, E., SCORVO-FILHO, J. D., & AYROZA, L. M. DA S. Influence of stocking densities, intensive and semi-intensive rearing systems on carcass yield, nutritional quality of the fillet and organoleptic characteristics of Pintado *Pseudoplatystoma corruscans*. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 34, n. 4, p. 511–518, 2008.

GARUTTI, V. *Piscicultura Ecológica*. São Paulo: Ed. UNESP, 2003, p. 17.

GARUTTI, V.; BRITSKI, H. A. Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. *Comunicações Museu Ciência. Tecnol. PUCRS – Serie Zoologia*, v. 13, p. 65–88, 2000.

GONÇALVES, L. U. Lipídios e ácidos graxos nos desempenhos reprodutivo e zootécnico de lambaris (*Astyanax altiparanae*). 2010. 117p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

IBGE. *Produção Pecuária Municipal.*, Rio de Janeiro, v. 48, p.1-12, 2020.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas) (2021). *Pesquisa da pecuária municipal.* Disponível em: <

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=31709&t=sobre>> Acesso em 11 de janeiro de 2021.

KUNIYOSHI, M. L. G.; SILVA-GOMES, R. N.; VIEIRA, J. C. S.; HESSEL, M. C.; MARECO, E. A.; SANTOS, V. B.; CARVALHO, R. F.; PADILHA, P. M.; DAL-PAI-SILVA, M. Proteomic analysis of the fast-twitch muscle of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) after prolonged fasting and compensatory growth. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part D: Genomics and Proteomics*, v. 30, p. 321–332, 2019.

LIMA, F. C. T.; MALABARBA, L. R.; BUCKUP, P. A.; PEZZI DA SILVA, J. F.; VARI, R. P.; HAROLD, A.; BENINE, R.; OYAKAWA, O. T.; PAVANELLI, O. S.; MENEZES, N. A.; LUCENA, C. A. S.; MALABARBA, M. C. S. L.; LUCENA, Z. M. S.; REIS, R. E.; LANGEANI, F.; CASATTI, L.; BERTACO, V. A.; MOREIRA, C.; LUCINDA, P. H. F. *Genera incertae sedis in Characidae*. In: *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America* (Reis, R. E., S. E. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Eds.), Porto Alegre, RS, Brazil: Edipucrs, 2003 p. 106–169.

LUCENA, C. A.; SOARES, H. G. Review of the species of *Astyanax bimaculatus* “caudal peduncle spot” subgroup sensu Garutti & Langeani (Characiformes, Characidae) from the rio La Plata and rio São Francisco drainages and coastal systems of southern Brazil and Uruguay. *Zootaxa*, v. 4072: p. 101–125, 2016.

LUPATSCH, I., SANTOS, G. A., SCHRAMA, J. W. Effect of stocking density and feeding level on energy expenditure and stress responsiveness in European sea bass *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*. v. 298, p. 245–250, 2010.

NORTH, B. P., TURNBULL, J. F., ELLIS, T. The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. v. 255, p. 466–479, 2006.

OGAWA, M.; MAIA, E. L.; *Manual de Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado*. São Paulo, Varela, 1999. v.1, p. 453.

OTTINGER, M.; CLAUSS, K.; KUENZER, C. Aquaculture: Relevance, distribution, impacts and spatial assessments - A review. **Ocean and Coastal Management**, v. 119, p. 244–266, 2016.

PAZ, A. DE L.; PASTRANA, Y. M.; BRANDÃO, L. V. Food deprivation does not affect growth performance of juvenile tambacu. *Acta Amazonica*, v. 48, p. 207–210, 2018.

PORTO-FORESTI, F. Biologia e criação do lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). In B. Baldisserotto & L. Carvalho (Eds.), *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria, Brasil: UFSM. 2<sup>o</sup>edn, 2010. p. 101-111.

PRAKOSO, V. A.; KURNIAWAN, K. Compensatory growth of *Oreochromis niloticus* selected strain from bogor, West Java. *Indonesian Aquaculture Journal*, v. 12, p. 53, 2017.

QI, C., XIE, C., TANG, R., QIN, X., WANG, D., LI, D. Effect of stocking density on growth, physiological responses, and body composition of juvenile blunt snout bream, *Megalobrama amblycephala*. *Journal of the World Aquaculture Society*. v. 47, p. 358–368, 2016.

SILVA, N. J. R.; LOPES, M.C.; FERNANDES, J. B. K. HENRIQUES, M. B. Caracterização Dos Sistemas De Criação E Da Cadeia Produtiva Do Lambari No Estado De São Paulo, Brasil. *Informações Econômicas*, v. 41, n. 9, p. 17–28, 2011.

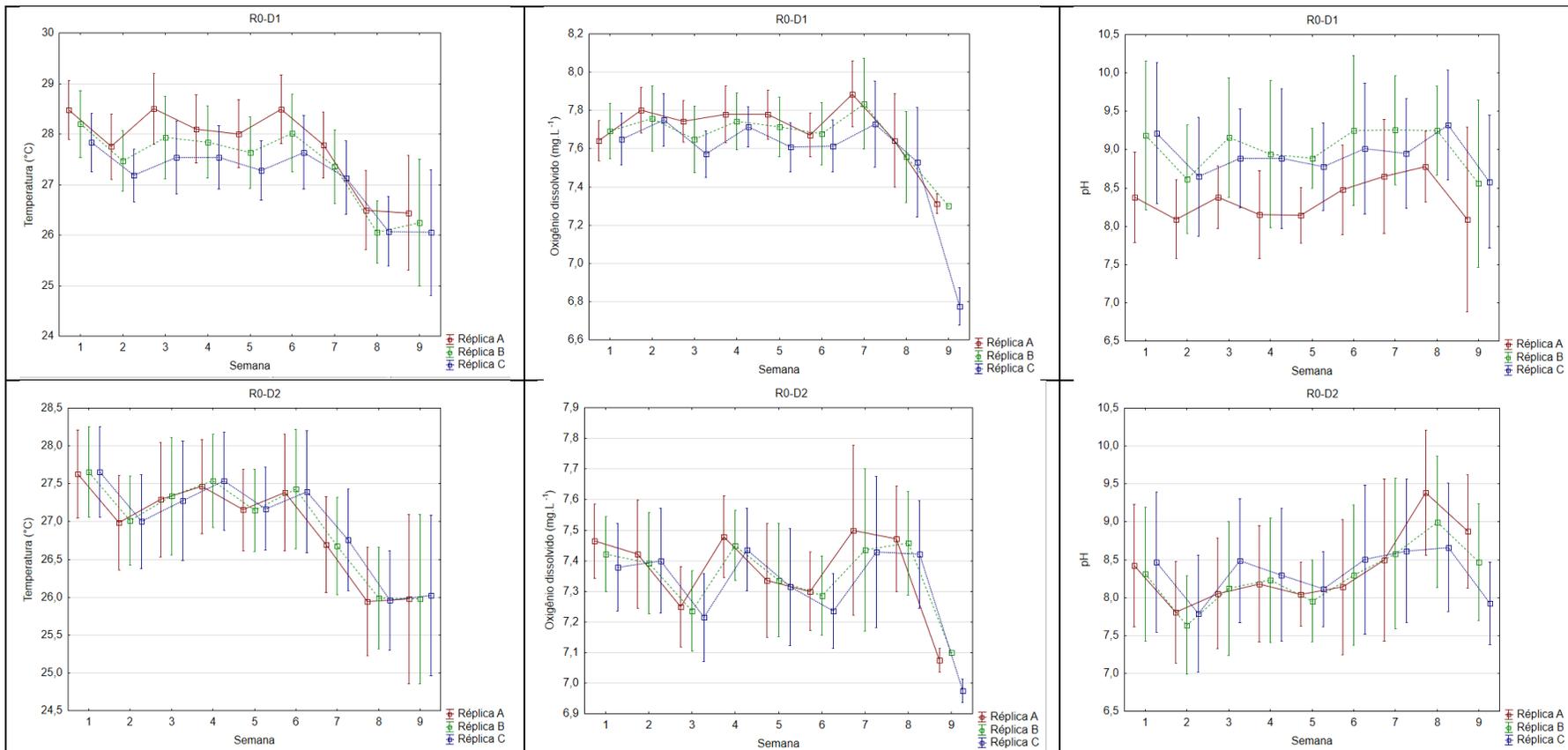
SIQUEIRA, T. V. DE. Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de forma sustentável. v. 25, p. 119–170, 2018.

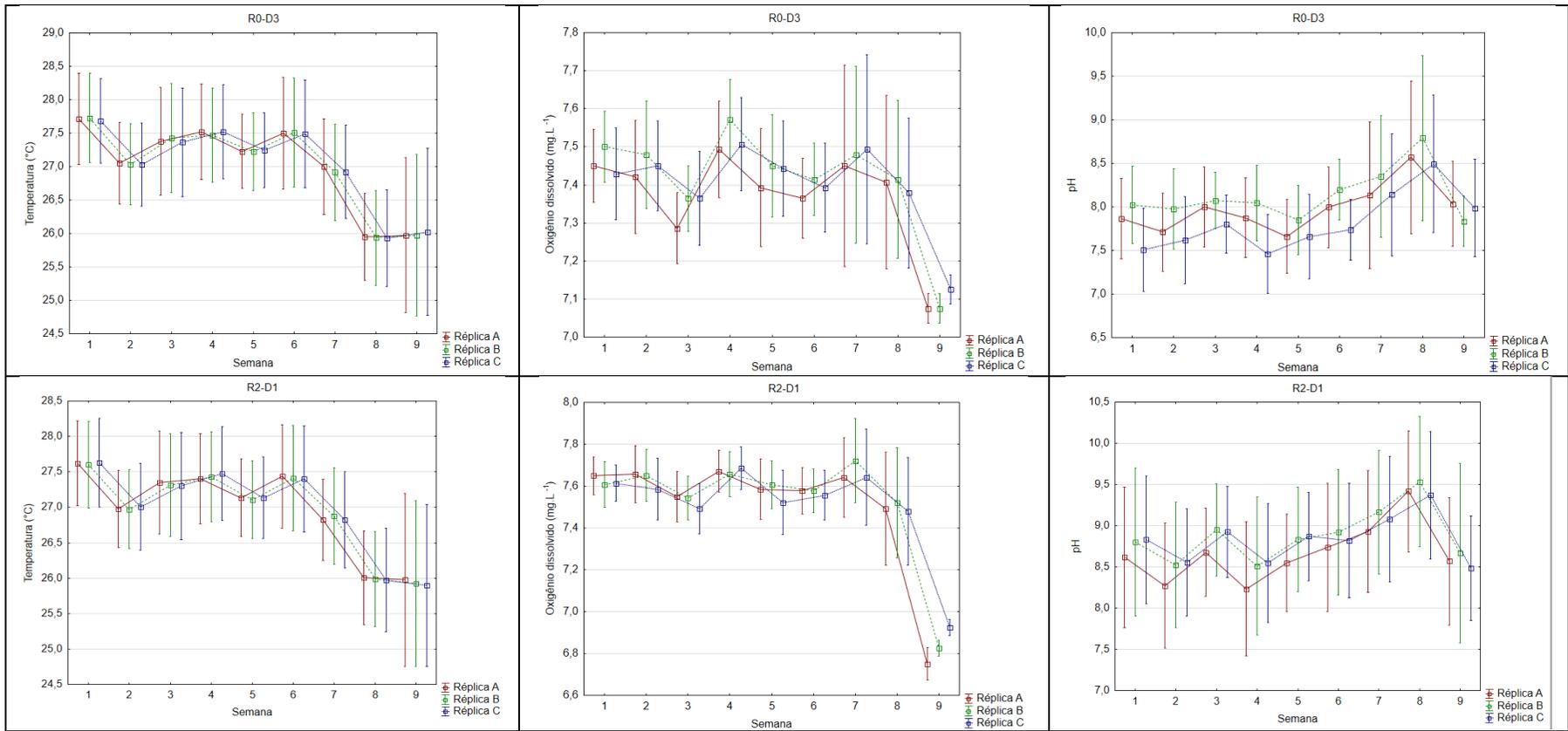
STEINBERG, C. E. W. *Aquatic Animal Nutrition: A mechanistic perspective from individuals to generations*. Springer. 2018. p. 201-253.

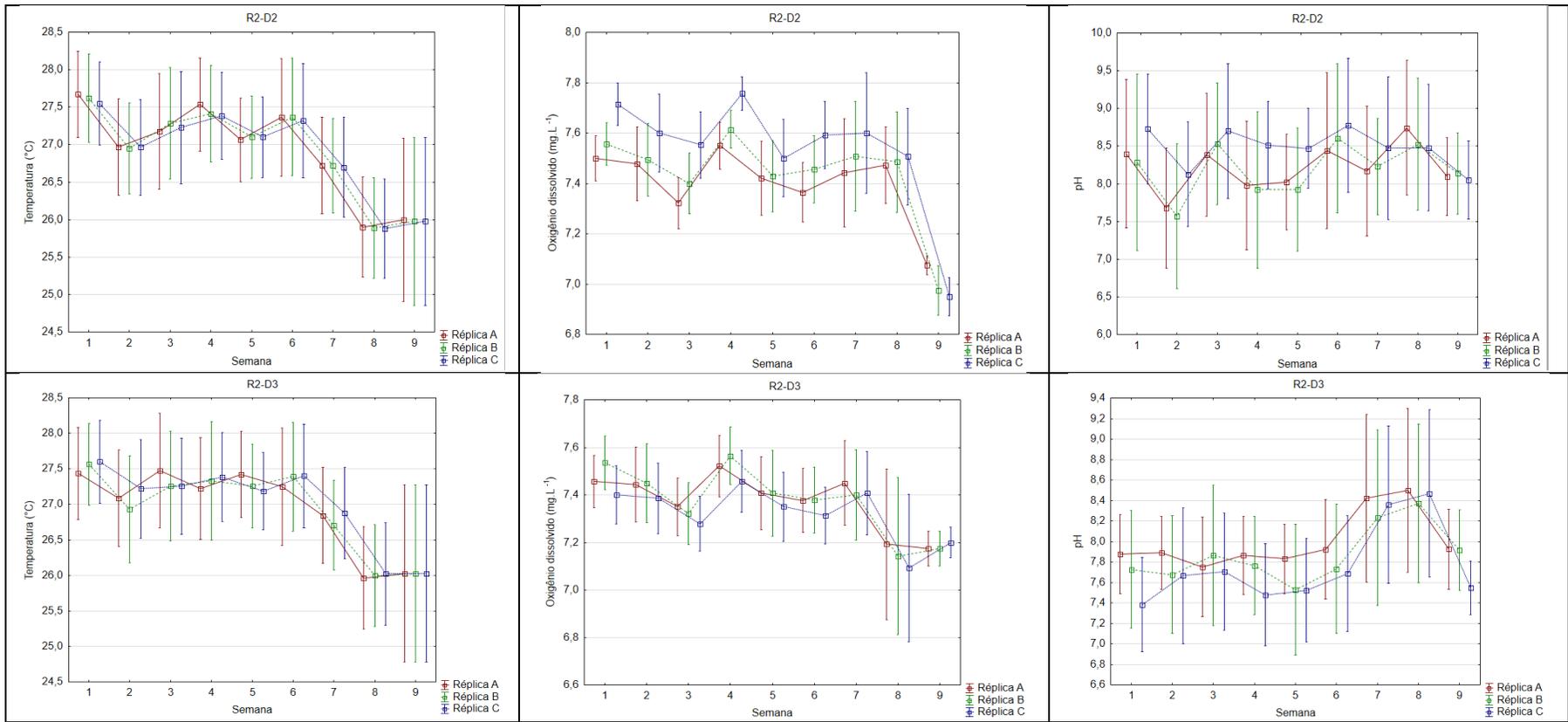
SUSSEL, F. R. Fontes e níveis de proteína na alimentação do lambari-do-rabo- amarelo: desempenho produtivo e análise econômica. 2012. 44p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

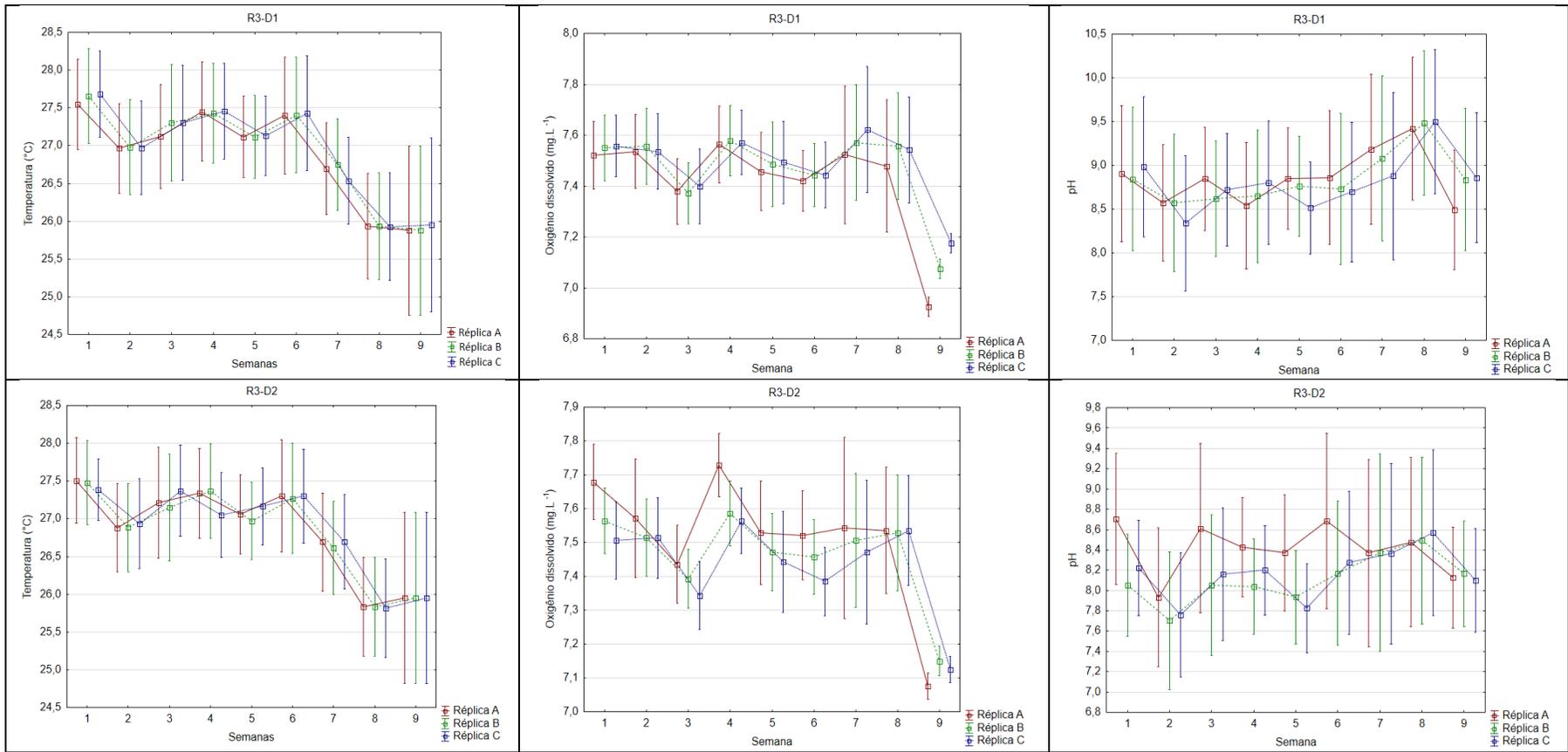
VALLADÃO, G. M. R., GALLANI, S. U., IKEFUTI, C. V., DA CRUZ, C., LEVY-PEREIRA, N., RODRIGUES, M. V. N., PILARSKI, F. Essential oils to control ichthyophthiriasis in pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg): special emphasis on treatment with *Melaleuca alternifolia*. Journal of fish diseases, 2016.

5. ANEXOS









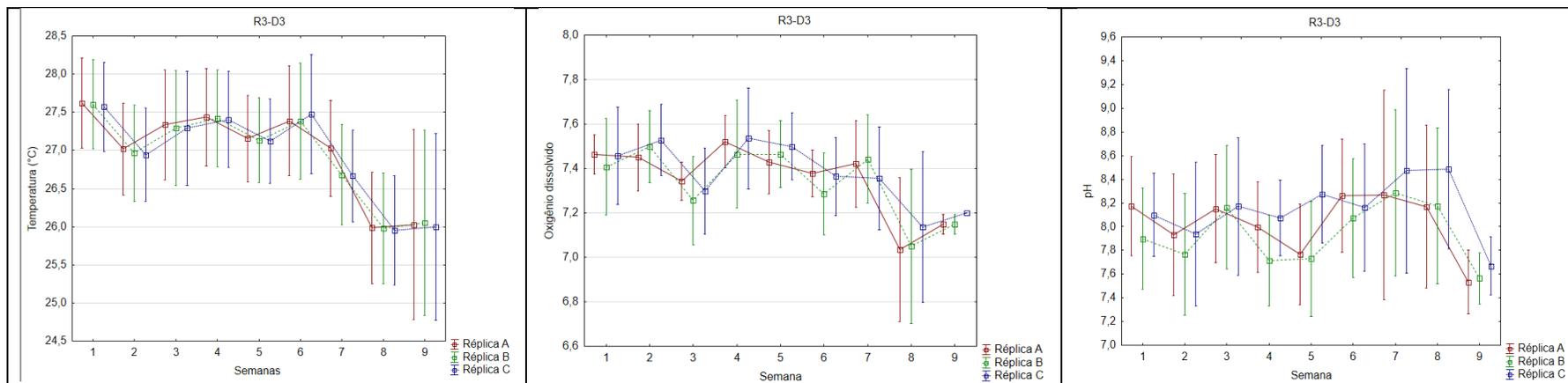


Figura 1 Comparação dos dados de temperatura, oxigênio dissolvido e pH do lambari do rabo amarelo (*Astyanax lacustris*) submetidos a diferentes densidades de estocagem e restrição alimentar entre as unidades experimentais (réplica A, réplica B e réplica C).

**Tabela 1.** Composição da ração comercial utilizada no experimento.

Níveis de garantia	(%)	Ração comercial*
Umidade	(Máx.)	10,0%
Proteína bruta	(Mín.)	45,0%
Extrato etéreo	(Mín.)	10,0%
Matéria mineral	(Máx.)	14,0%
Matéria fibrosa	(Máx.)	4,0%
Cálcio	(Máx.)	3,5%
Cálcio	(Mín.)	2,8%
Fósforo	(Mín.)	1,0%

\*Níveis de garantia por kg do produto: Sódio mín. = 5.000,00mg; Ferro mín. = 45,00mg; Cobre mín. = 7,50mg; Manganês mín. = 45,00mg; Zinco mín. = 90,00mg; Iodo mín. = 1,50mg; Cobalto mín. = 0,15mg; Selênio mín. = 0,45mg; vit. A= 12.000,00UI; vit. D3 = 2.500,00UI; vit. E= 150,00mg; vit. K3= 10,00mg; vit. B1= 20,00mg; vit. B2= 0,50mg; Niacina mín. = 100,00mg; Ácido pantotênico mín. = 50,00mg; vit. B6= 18,00mg; Ácido fólico mín. = 6,00mg; Biotina mín. = 0,50mg vit. B12= 50,00mcg; vit. C= 750,00mg; colina mín. = 500,00 mg; metionina mín. = 8.000 mg; mananoligossacarídeos mín. = 30,00 mg.

Tabela 2 Valores médios  $\pm$  desvio padrão das variáveis físico-químicas da água durante o período experimental.

VARIÁVEIS	TRATAMENTOS								
	D1R0	D1R2	D1R3	D2R0	D2R2	D2R3	D3R0	D3R2	D3R3
T°C	27,57 $\pm$ 1,45	27,01 $\pm$ 1,23	26,97 $\pm$ 1,24	27,01 $\pm$ 1,25	26,95 $\pm$ 1,23	26,89 $\pm$ 1,17	27,08 $\pm$ 1,31	27,01 $\pm$ 1,28	26,95 $\pm$ 1,56
OD	8,77 $\pm$ 1,24	8,80 $\pm$ 1,24	8,84 $\pm$ 1,28	8,32 $\pm$ 1,39	8,29 $\pm$ 1,43	8,23 $\pm$ 1,16	7,98 $\pm$ 0,95	7,87 $\pm$ 1,03	8,05 $\pm$ 0,91
pH	7,6 $\pm$ 0,32	7,5 $\pm$ 0,32	7,4 $\pm$ 0,30	7,4 $\pm$ 0,28	7,4 $\pm$ 0,28	7,4 $\pm$ 0,26	7,4 $\pm$ 0,27	7,3 $\pm$ 0,30	7,3 $\pm$ 0,35
CaCO <sub>3</sub>	26,51 $\pm$ 9,11	25,19 $\pm$ 8,96	19,88 $\pm$ 5,73	24,52 $\pm$ 8,80	24,52 $\pm$ 8,80	21,87 $\pm$ 7,58	23,20 $\pm$ 8,33	20,55 $\pm$ 6,48	21,21 $\pm$ 9,97
NH <sub>3</sub>	0,62 $\pm$ 0,65	0,53 $\pm$ 0,61	0,31 $\pm$ 0,35	0,78 $\pm$ 0,64	0,63 $\pm$ 0,66	0,45 $\pm$ 0,33	0,73 $\pm$ 0,29	0,46 $\pm$ 0,40	0,24 $\pm$ 0,32
NO <sub>2</sub>	0,45 $\pm$ 0,45	0,41 $\pm$ 0,38	0,21 $\pm$ 0,25	0,37 $\pm$ 0,39	0,47 $\pm$ 0,49	0,64 $\pm$ 0,35	0,44 $\pm$ 0,47	0,33 $\pm$ 0,31	0,20 $\pm$ 0,25

R0 = restrição zero (alimentação contínua), R2 = alimentação de 5 dias e restrição de 2 dias e R3 = alimentação de 4 dias e restrição de 3 dias; D1 = densidade de 0,5 juvenis L<sup>-1</sup>, D2 = densidade de 0,7 juvenis L<sup>-1</sup> e D3 = densidade de 0,9 juvenis L<sup>-1</sup>; T°C = Temperatura, OD = Oxigênio dissolvido, pH = Potencial hidrogeniônico, CaCO<sub>3</sub> = Alcalinidade, NH<sub>3</sub> = Amônia tóxica e NO<sub>2</sub> = Nitrito.

Tabela 3 Valores médios  $\pm$  desvio padrão dos índices de desempenho zootécnico do lambari *Astyanax lacustris* cultivado ao longo de 61 dias sob o efeito de diferentes densidades e restrições alimentares.

VARIÁVEIS	Densidade 01			Densidade 02			Densidade 03			D	R	D x R
	R0	R2	R3	R0	R2	R3	R0	R2	R3			
PF (g)	1,49 $\pm$ 0,09	1,31 $\pm$ 0,12	1,31 $\pm$ 0,20	1,32 $\pm$ 0,07	1,51 $\pm$ 0,14	1,19 $\pm$ 0,16	1,36 $\pm$ 0,04	1,34 $\pm$ 0,08	1,04 $\pm$ 0,03	ns	*	ns
GP (g)	0,50 $\pm$ 0,27a	0,36 $\pm$ 0,22a	0,32 $\pm$ 0,24b	0,47 $\pm$ 0,23a	0,47 $\pm$ 0,31a	0,28 $\pm$ 0,21b	0,45 $\pm$ 0,23a	0,41 $\pm$ 0,23a	0,22 $\pm$ 0,17b	ns	ns	ns
TCE (% dia <sup>-1</sup> )	1,28 $\pm$ 0,08a	1,03 $\pm$ 0,16a	0,99 $\pm$ 0,23b	1,20 $\pm$ 0,11a	1,40 $\pm$ 0,18a	0,99 $\pm$ 0,22b	1,22 $\pm$ 0,06a	1,24 $\pm$ 0,12a	0,82 $\pm$ 0,04b	ns	*	ns
BT (g)	12,11 $\pm$ 1,38ab	12,05 $\pm$ 3,74a	12,54 $\pm$ 1,68ab	16,39 $\pm$ 3,64ab	13,24 $\pm$ 2,07ab	12,86 $\pm$ 2,08ab	22,02 $\pm$ 3,66bc	25,66 $\pm$ 5,82c	12,98 $\pm$ 2,23a	*	ns	*
P (g L <sup>-1</sup> )	0,40 $\pm$ 0,05ab	0,40 $\pm$ 0,12a	0,42 $\pm$ 0,06ab	0,55 $\pm$ 0,12ab	0,44 $\pm$ 0,07ab	0,43 $\pm$ 0,07ab	0,73 $\pm$ 0,12bc	0,86 $\pm$ 0,19c	0,43 $\pm$ 0,07a	*	ns	*
S (%)	72,00 $\pm$ 18,20	77,14 $\pm$ 24,22	83,81 $\pm$ 18,58	72,79 $\pm$ 16,37	61,90 $\pm$ 20,15	69,39 $\pm$ 19,42	77,95 $\pm$ 17,69	92,77 $\pm$ 12,85	59,79 $\pm$ 20,17	ns	ns	ns

R0 = restrição zero (alimentação contínua), R2 = alimentação de 5 dias e restrição de 2 dias e R3 = alimentação de 4 dias e restrição de 3 dias; Densidade 01 = densidade de 0,5 juvenis L<sup>-1</sup>, Densidade 02 = densidade de 0,7 juvenis L<sup>-1</sup> e Densidade 03 = densidade de 0,9 juvenis L<sup>-1</sup>, PF = Peso final, GP = Ganho de peso, TCE = Taxa de crescimento específica, BT = Biomassa total, P = Produtividade e S = Sobrevivência. D: resultados da análise isolada do efeito densidade sobre a variável resposta. R: Resultados da análise isolada do efeito da restrição alimentar sobre a variável resposta. DxR: avaliação do efeito da interação entre os fatores D e R. Ns indica a ausência de evidência de diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ). \* indica a presença de evidências de diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

Tabela 4 Efeito de diferentes restrições alimentares no peso médio final e taxa de crescimento específico do *Astyanax lacustris*.

VARIÁVEIS	R0	R2	R3
PF (g)	1,39±0,09 <sup>a</sup>	1,39±0,07 <sup>a</sup>	1,18±0,04 <sup>b</sup>
TCE (%dia <sup>-1</sup> )	1,23±0,08 <sup>a</sup>	1,22±0,11 <sup>a</sup>	0,94±0,06 <sup>b</sup>

Tabela 5 Efeito da densidade de estocagem e da combinação desta com a restrição alimentar na biomassa final e produtividade no cultivo de *Astyanax lacustris*.

VARIÁVEIS	Densidade 01			Densidade 02			Densidade 03		
	R0	R2	R3	R0	R2	R3	R0	R2	R3
BT (g)	13,01±1,38	11,63±3,74	14,20±1,68	16,23±3,64	13,76±2,07	13,15±2,08	20,99±3,66	26,81±5,82	11,16±2,23
D	b	b	b	ab	ab	ab	a	a	a
D x R	b	b	ab	ab	ab	b	ab	a	b
P (g L <sup>-1</sup> )	0,40±0,05	0,40±0,12	0,42±0,06	0,55±0,12	0,44±0,07	0,43±0,07	0,73±0,12	0,86±0,19	0,43±0,07
D	b	b	b	ab	ab	ab	a	a	a
D x R	b	b	ab	ab	ab	b	ab	a	b

Tabela 6 Valores médios  $\pm$  desvio padrão da análise centesimal das amostras de lambari *Astynax lacustris* ao final do experimento.

Tratamentos	Umidade(%)	Proteína(%)	Lipídeos(%)	Cinzas(%)	Carboidratos(%)
D1R0	67,46 $\pm$ 0,32a	12,45 $\pm$ 0,18a	6,12 $\pm$ 0,13a	12,46 $\pm$ 0,15a	1,51 $\pm$ 0,23a
D1R2	68,40 $\pm$ 1,25a	12,78 $\pm$ 0,33ab	5,14 $\pm$ 1,69a	12,32 $\pm$ 0,18a	1,36 $\pm$ 0,38a
D1R3	65,80 $\pm$ 1,20a	13,77 $\pm$ 0,62abc	5,56 $\pm$ 0,19b	13,38 $\pm$ 0,43a	1,50 $\pm$ 0,18a
D2R0	65,46 $\pm$ 1,01a	14,29 $\pm$ 0,82bc	5,98 $\pm$ 0,16a	13,12 $\pm$ 0,48a	1,15 $\pm$ 0,18a
D2R2	64,32 $\pm$ 0,73a	14,90 $\pm$ 0,30c	6,53 $\pm$ 0,79a	13,04 $\pm$ 0,31a	1,21 $\pm$ 0,21a
D2R3	66,49 $\pm$ 0,89a	13,10 $\pm$ 0,46ab	5,90 $\pm$ 0,23b	13,14 $\pm$ 0,53a	1,37 $\pm$ 0,13a
D3R0	62,95 $\pm$ 0,80a	14,90 $\pm$ 0,66c	7,91 $\pm$ 0,47a	12,70 $\pm$ 0,36a	1,53 $\pm$ 0,13a
D3R2	65,62 $\pm$ 1,59a	13,13 $\pm$ 1,60ab	7,24 $\pm$ 0,38a	12,56 $\pm$ 0,31a	1,46 $\pm$ 0,20a
D3R3	66,56 $\pm$ 1,13a	13,68 $\pm$ 1,05abc	4,44 $\pm$ 0,08b	14,04 $\pm$ 0,39a	1,29 $\pm$ 0,20a

R0 = restrição zero (alimentação contínua), R2 = alimentação de 5 dias e restrição de 2 dias e R3 = alimentação de 4 dias e restrição de 3 dias; D1 = densidade de 0,5 juvenis L<sup>-1</sup>, D2 = densidade de 0,7 juvenis L<sup>-1</sup> e D3 = densidade de 0,9 juvenis L<sup>-1</sup>. Letras diferentes na mesma coluna representam diferença significativa (p<0,05).