



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 Agrelli 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 Agrelli 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 Agrelli 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⁻¹. 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⁻¹, 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⁻¹ de CaCO₃. Os compostos nitrogenados, a amônia tóxica e o nitrito, tiveram médias de 0,53 e 0,39 mg L⁻¹, 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⁻¹. 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⁻¹, 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 ± 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⁻¹. 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⁻¹, 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⁻¹ of CaCO₃. The nitrogenous compounds, toxic ammonia and nitrite, averaged was 0.53 and 0.39 mg L⁻¹, 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⁻¹. The total biomass and productivity presented average values ranging from 12.11 to 25.66 g and 0.40 to 0.86 g.L⁻¹, 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>)

**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**

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes densidades de estocagem e de restrição alimentar no cultivo de juvenis de lambari *Astyanax lacustris*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando a avaliação de dois fatores, o primeiro fator foi a densidade de estocagem, com três níveis: 0,5, 0,7 e 0,9 juvenis L⁻¹. 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. O trabalho teve duração de 61 dias, sendo realizado em caixas com 50L de volume útil em um sistema fechado com troca diária parcial de água, densidade de estocagem de acordo com o tratamento por unidade experimental e peso médio inicial entre 0,50 e 0,80g (0,65±0,9g). As variáveis de qualidade de água não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. As variáveis de desempenho zootécnico foram afetadas pelas diferentes densidades e períodos de restrição alimentar, obtendo peso médio final entre valores entre 1,04g e 1,51g para todos os tratamentos e taxas de sobrevivência superiores a 59,79%. 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.

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

Abstract

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

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

INTRODUÇÃO

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

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

Na ausência de um protocolo de manejo alimentar definido, diferentes procedimentos são adotados pelos produtores (SILVA et al., 2011). Em adição, o cultivo de lambari da fase juvenil até o tamanho comercial é uma atividade recente, para a qual não há também um pacote tecnológico (FONSECA et al., 2017). A 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, limita a produção do lambari em ambiente artificial (DAVID-RUALES et al., 2018).

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

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

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

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

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

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

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

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

MATERIAL E MÉTODOS

Seleção dos exemplares

Na Estação de Aquicultura Continental Prof. Johei Koike (EACJK), do Departamento de Pesca e Aquicultura/UFRPE, mantém um plantel de animais obtidos em julho de 2019 da Estação de Piscicultura de Paulo Afonso (EPPA) na Bahia, de propriedade da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF). Na EACJK ocorre a reprodução natural em cativeiro em viveiro estoque de 1500 m³ (50 m x 20 m x 1,5 m). Dessa forma, um total de 567 juvenis de *Astyanax lacustris* foram selecionados com pesos entre 0,5 e 0,8 gramas, e comprimento total entre 3,0 a 4,3 centímetros para o desenvolvimento do experimento.

Experimento

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

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

Variáveis físico-químicas da água

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

Parâmetros de desempenho produtivo

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

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

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

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

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

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

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

Composição centesimal

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

Análise estatística

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

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

Variáveis físico-químicas da água

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

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

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

A alcalinidade total obteve pequena variação com tendência a valores entre 17,9 a 53,7 mg L⁻¹ de CaCO₃ nos tratamentos, apresentando valor médio de 23,13 mg de CaCO₃ L⁻¹. Foram encontrados valores baixos de amônia tóxica e o nitrito, que tiveram respectivamente as médias de 0,53 e 0,39 mg L⁻¹.

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

Desempenho produtivo

Os valores médios e desvio padrão dos dados referentes aos índices de desempenho zootécnico: peso médio inicial (g), peso médio final (g), comprimento total inicial (cm), comprimento total final (cm), ganho médio de peso (g), a taxa de crescimento específica ($\% \text{ dia}^{-1}$), biomassa total (g), produtividade (g L^{-1}) e sobrevivência (%) do *Astyanax lacustris* cultivados ao longo de 61 dias em diferentes densidades de estocagem submetido a curtos períodos de restrição alimentar encontram-se sumarizados na Tabela 3.

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

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

O peso médio final apresentou valores entre 1,04g e 1,51g e a taxa de crescimento específico entre 0,82 e 1,40 $\%.\text{dia}^{-1}$. Foram observadas evidências de diferença

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

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

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

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⁻¹ respectivamente, entre as combinações avaliadas. Não foi evidenciado a influência significativa do fator restrição alimentar, entretanto o fator densidade, assim como a interação entre estes fatores mostraram-se significativamente atuantes nos resultados destas variáveis, conforme apresentado na Tabela 5. Ao avaliar o efeito isolado da densidade sobre a biomassa total e a produtividade, apesar de apenas as combinações formadas por D1 e D3 diferiram significativamente entre si, é possível verificar, uma tendência de aumento dos valores de biomassa e da produtividade de acordo com o aumento da densidade, dessa forma as combinações compostas por D3 apresentaram valores superiores aos encontrados em D1, conforme já era esperado, já que

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

Composição centesimal

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

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

Os teores cinzas nas amostras apresentaram valores médios entre 12,07 a 14,58%, 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

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

CONCLUSÕES

Sendo assim, conclui-se que 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.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, M.V.C., JASPER, A.P.S., BARBOZA, W.A., JUNIOR, J.G. V, ALMAGRO, W.S., HERMES, C.A., VIEIRA, D.V.G., GOMES, G.B., MACHADO, J.J., CORDEIRO, L.R., 2007. Diferentes densidades de estocagem na criação de lambari do rabo amarelo em sistema intensivo. XII Encontro Lat. Am. Iniciação Científica e VIII Encontro Lat. Am. Pós-Graduação – Univ. do Val. do Paraíba 10–12.
- ANDRADE, C. L.; RODRIGUES. F. S.; CASTRO. K. S.; PIRES, S. F., 2016. Fatores que influenciam no desempenho e sobrevivência de tilápias em sistema de tanque-rede. **Nutr. Time** 13, 4565–4569.
- ASCOLI, B.G., 2010. Primeiro cultivo do *Astyanax bimaculatus* em sistema de bioflocos.
- BRITO, J.M. DE, FERREIRA, A.H.C., SANTANA JÚNIOR, H.A., OLIVEIRA, A.P.A., SANTOS, C.H.L., OLIVEIRA, L.T.S., 2019. Desempenho zootécnico de juvenis de tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com cepas probióticas e submetidos a desafio sanitário. **Ciência Anim. Bras.** 20, 1–9. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v20e-37348>
- COLLAÇO, F.L., SARTOR, S.M., BARBIERI, E., 2015. Cultivo de Bijupirá (*Rachycentron canadum*) em Cananeia, SP, Brasil. Avaliação da viabilidade utilizando geoprocessamento. **J. Integr. Coast. Zo. Manag.** 15, 277–289. <https://doi.org/10.5894/rgci538>
- CREPALDI LUNKES, L., MARQUES PAIVA, I., MARCOS RUBIM, F., DE OLIVEIRA RIBEIRO, A., SOLIS MURGAS, L., 2018. Consumo de carnes e percepção dos universitários de Lavras-MG em relação a carne de peixe e seus benefícios à saúde. **Arch. latinoam. nutr** 295–302.
- DANTAS FILHO, J.V., 2017. Gestão De Custos Na Piscicultura No Município De Presidente Médici – Rondônia – Brasil. **ABCustos** 12, 29–52. <https://doi.org/10.47179/abcustos.v12i2.425>
- MORAES, A.V., PEREIRA, M. DE O., MORAES, K.N., RODRIGUES-SOARES, J.P., JESUS, G.F.A., JATOBÁ, A., 2018. Autochthonous probiotic as growth promoter and immunomodulator for *Astyanax bimaculatus* cultured in water recirculation system. **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. Ciencias 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 piaçu (*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 hemioliopterus*). **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 tambiú. *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 Investigacion*, v. 15, p. 180–194, 2018.

ENKE, D. B. S.; LOPES, P. R. S.; ROCHA, C. B.; POUEY, 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. 2ºedn, 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.

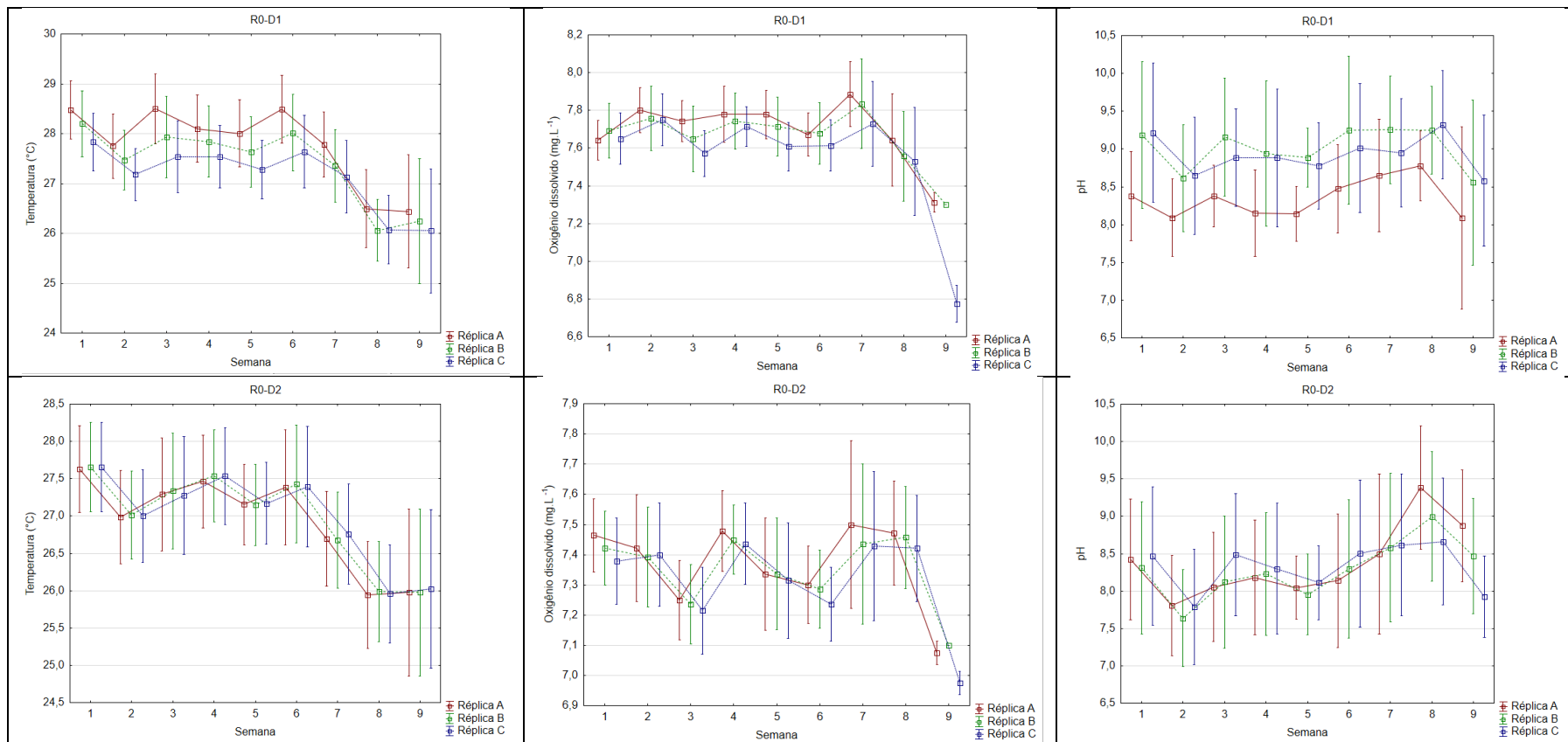
SIQUEIRA, T. V. DE. Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de forma sustentável. v. 25, p. 119–170, 2018.

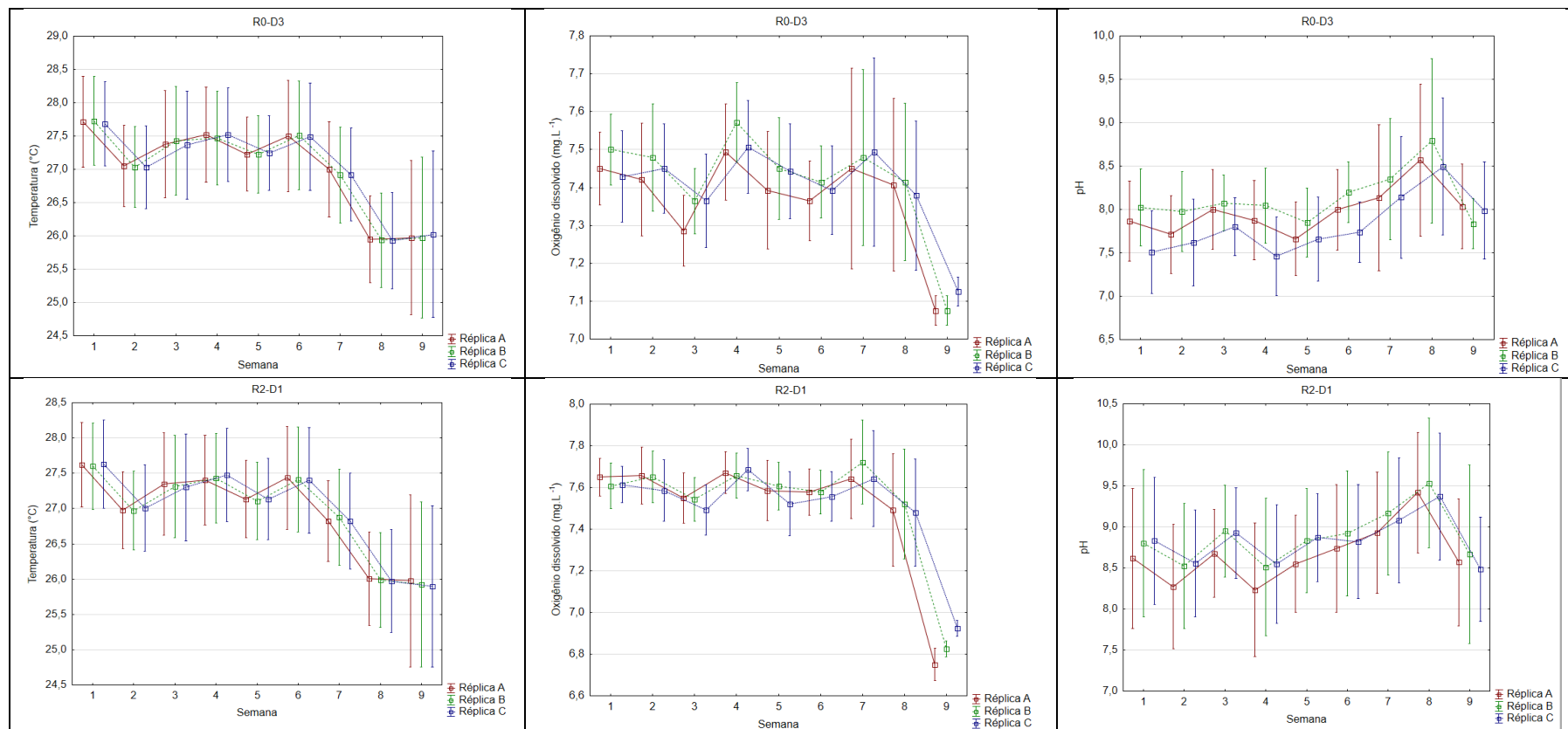
STEINBERG, C. E. W. *Aquatic Animal Nutrition: A mechanistic perspective from individuals to generations*. Springer. 2018. p. 201-253.

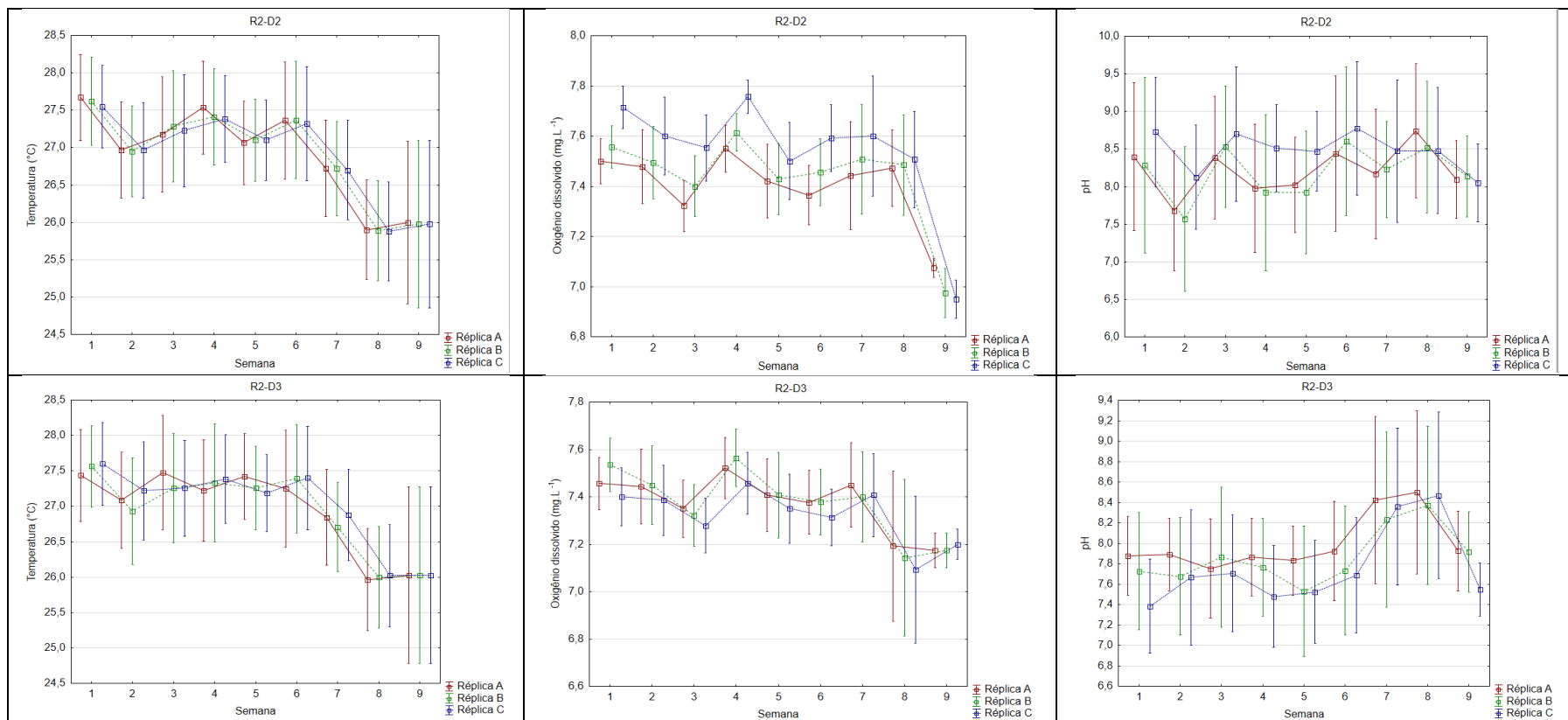
SUSSEL, F. R. Fontes e níveis de proteína na alimentação do lambari-do-rabo- amarelo: desempenho produtivo e análise econômica. 2012. 44p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

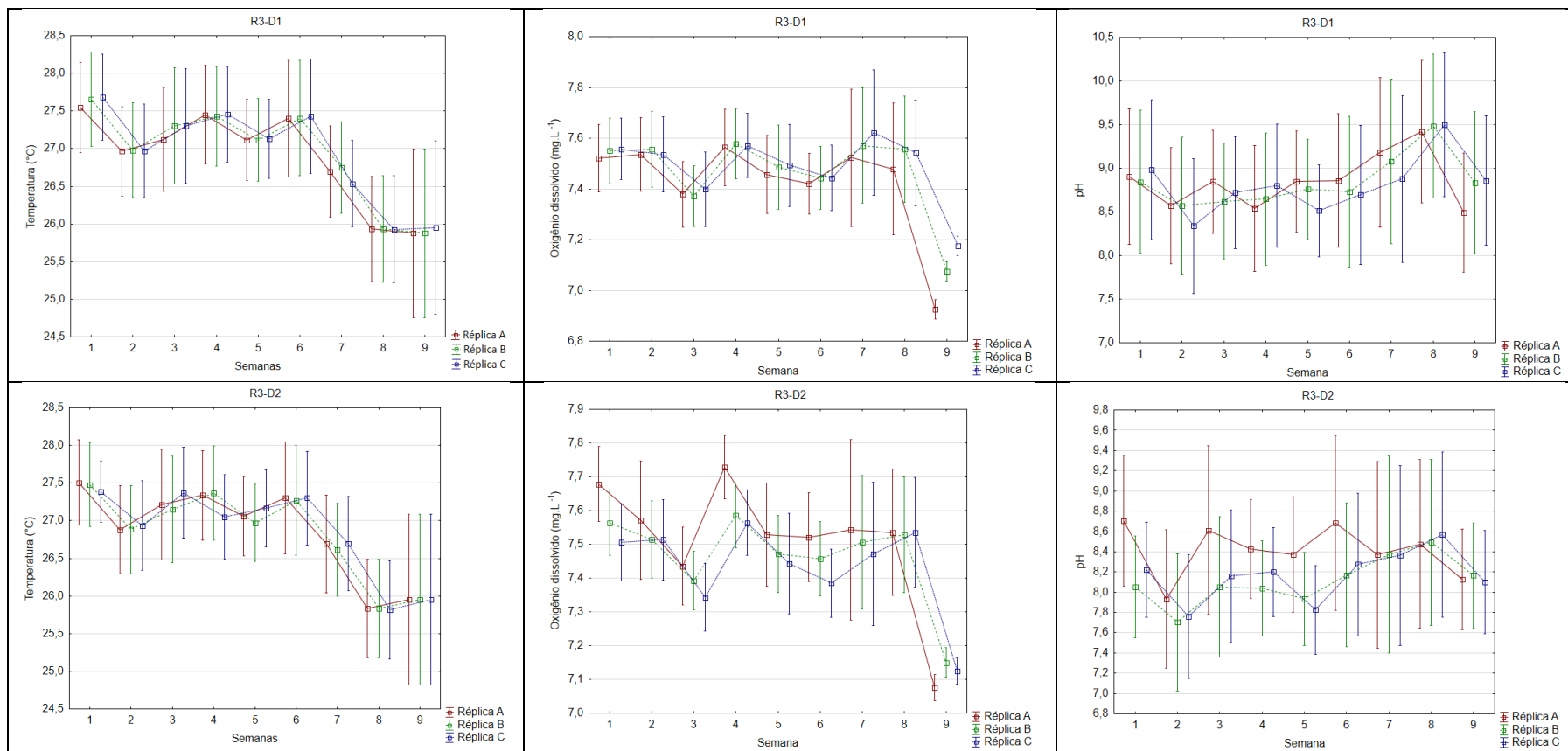
VALLADÃO, G. M. R., GALLANI, S. U., IKEFUTI, C. V., DA CRUZ, C., LEVY-PEREIRA, N., RODRIGUES, M. V. N., PILARSKI, F. Essential oils to control ichthyophthiriasis in pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg): special emphasis on treatment with *Melaleuca alternifolia*. Journal of fish diseases, 2016.

5. ANEXOS









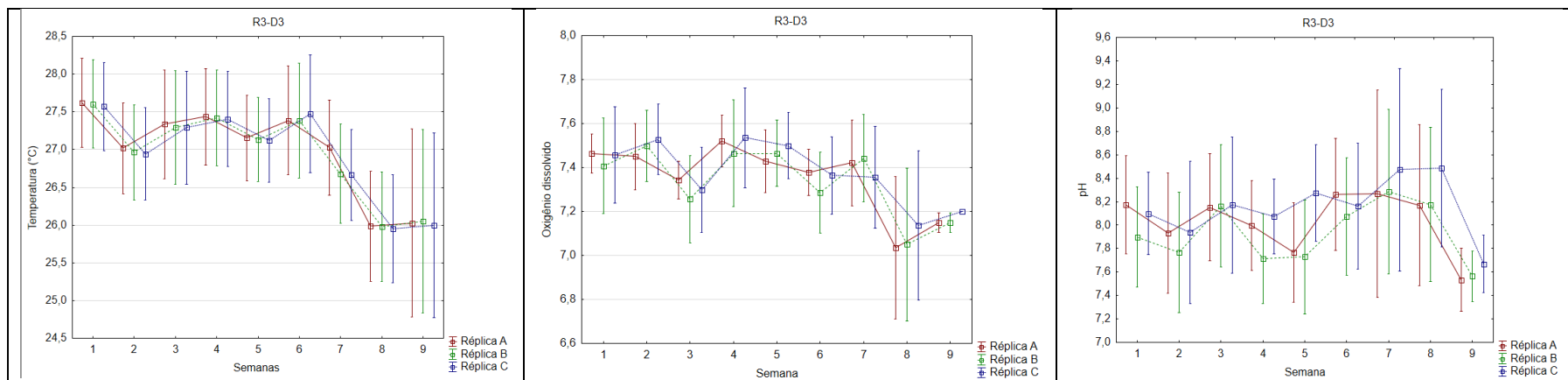


Figura 1 Comparação dos dados de temperatura, oxigênio dissolvido e pH do lambari do rabo amarelo (*Astyanax lacustris*) submetidos a diferentes densidades de estocagem e restrição alimentar entre as unidades experimentais (réplica A, réplica B e réplica C).

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 ₃	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 ₃	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 ₂	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⁻¹, D2 = densidade de 0,7 juvenis L⁻¹ e D3 = densidade de 0,9 juvenis L⁻¹; T°C = Temperatura, OD = Oxigênio dissolvido, pH = Potencial hidrogeniônico, CaCO₃ = Alcalinidade, NH₃ = Amônia tóxica e NO₂ = 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 ⁻¹)	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 ⁻¹)	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⁻¹, Densidade 02 = densidade de 0,7 juvenis L⁻¹ e Densidade 03 = densidade de 0,9 juvenis L⁻¹, 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 ^a	1,39±0,07 ^a	1,18±0,04 ^b
TCE (%dia ⁻¹)	1,23±0,08 ^a	1,22±0,11 ^a	0,94±0,06 ^b

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 ⁻¹)	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⁻¹, D2 = densidade de 0,7 juvenis L⁻¹ e D3 = densidade de 0,9 juvenis L⁻¹. Letras diferentes na mesma coluna representam diferença significativa (p<0,05).