



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS  
AQUÁTICOS TROPICAIS**

**MAYARA DA COSTA PEREIRA**

**Manejo alimentar no desempenho produtivo de juvenis de tilápia-do-Nilo, *Oreochromius niloticus* e lambari-do-rabo-amarelo, *Astyanax altiparanae* em baixas temperaturas**

**BELÉM – PA  
2020**

MAYARA DA COSTA PEREIRA

**Manejo alimentar no desempenho produtivo de juvenis de tilápia-do-Nilo *Oreochromius niloticu* e lambari-do-rabo-amarelo *Astyanax altiparanae* em baixas temperaturas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGAqRAT) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) como requisito a obtenção de título de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

Área de concentração: Aquicultura

Professor orientador: Dr. Rodrigo Takata

Co-orientador: Prof. Dr. Glauber D. A. Palheta

**BELÉM / PA  
2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia  
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

P436m Pereira, Mayara da Costa  
Manejo alimentar no desempenho produtivo de juvenis de tilápia-do-Nilo *Oreochromius niloticus* e lambari-do-rabo-amarelo *Astyanax altiparanae* em baixas temperaturas / Mayara da Costa Pereira, Rodrigo Takata. - 2020.  
69 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGARAT), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2020.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Takata

Coorientador: Prof. Dr. Glauber David Almeida Palheta.

---

1. Aquicultura 2. Piscicultura 3. Manejo alimentar 4. Privação alimentar 5. Nutrição de peixes I  
Takata, Rodrigo, *orient.* II. Título

CDD 639.31

MAYARA DA COSTA PEREIRA

**Manejo alimentar no desempenho produtivo de juvenis de tilápia-do-Nilo *Oreochromius niloticus* e lambari-do-rabo-amarelo *Astyanax altiparanae* em baixas temperaturas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGAqRAT) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) à obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

Área de concentração: Aquicultura

Data da aprovação: 03 de fevereiro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Glauber David Almeida Palheta (Co-orientador)  
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

---

Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo  
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

---

Prof. Dr. Fábio Carneiro Sterzecki  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

---

Prof. Dr. Raimundo Aderson Lobão de Souza  
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

## **OFEREÇO**

*A DEUS, que me deu forças  
em momentos que pensei em desistir.*

## **DEDICO**

*Ao meu pai, Flávio da Silva Pereira (in memoriam),  
que era meu espelho de vida. Com todo meu amor!*

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, em primeiro lugar, por conceder força para nunca desistir.

A minha mãe *Maria de Nazaré da Costa Pereira*, minha irmã *Maynara da Costa Pereira* e as minhas tias maravilhosas *Ivaneide, Ivone e Ivete* por sempre estarem ao meu lado me dando forças e apoio incondicional, mesmo quando eu precisei estar longe delas para poder concluir essa etapa da minha vida profissional.

Ao *Leonilton Barbosa*, meu namorado, por todo o companheirismo, ajuda, motivação e força em todos os momentos.

A *Universidade Federal Rural da Amazônia*, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior.

Ao *Programa de Pós Graduação em Aquicultura e Recursos Hídricos Aquáticos Tropicais* (PPGAqRAT-UFRA) e a todo o corpo docente do mesmo, por essa oportunidade ímpar na minha carreira profissional.

Ao *Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia* (Procad Amazônia) pela oportunidade do desenvolvimento da pesquisa (processo nº 88887.200588/2018-00).

Ao professor *Rodrigo Takata* pela orientação e por todo apoio, paciência e ensinamentos.

Ao professor e co-orientador *Glauber Palheta* pelo apoio e contribuições para que esse trabalho fosse concluído com sucesso.

Aos meus amigos do Laboratório de Aquicultura Tropical (LAqTrop – UFRA), *Luciane, Luan, Cássia, Roberta, Tácio, Michel, Edinaldo e Mauro*, pelas alegrias, tristezas e muitas missões compartilhadas.

Aos meus amigos da FIPERJ-Cordeiro, *Akira, Gilson, Maria Eugênia, Dione e Cesar*, que me acolheram e me ajudaram na experimentação desse trabalho.

Aos meus amigos de Cordeiro-RJ, *Akira, Márcio, Marília e Renan*, por me acolherem nessa cidade maravilhosa e serem minha “família” provisória por 5 meses de loucura.

Ao meus colegas da turma de Mestrado 2018 do PPGAqRAT, *Ryuller, Camila, Lorena, Thayane, Deusilene, Onivaldo, Janekeile e Talita*, parceiros de muitas aulas e trabalhos.

A minha amiga *Ilana Ribeiro*, por toda a força nas análises de composição corporal que precisei fazer fora da UFRA. A *Daniele Mello Cunha* por realizar as minhas análises sanguíneas e bioquímicas. A minha colega *Mara Barros*, por não medir esforços para me ajudar nas análises de cinzas finais que precisei concluir.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte dessa minha jornada, o meu muito obrigada.

## RESUMO

A temperatura da água é um dos fatores que mais influenciam no desenvolvimento dos animais aquáticos, sendo que, na aquicultura pode levar a uma diminuição no consumo de dieta e alterações fisiológicas relacionadas ao metabolismo e a homeostase. O manejo alimentar é uma variável que pode ser afetada pela temperatura e estratégias que visem melhorar o consumo da dieta e o aproveitamento dos nutrientes e energia são altamente desejáveis nessa situação, evitando desperdício e mantendo a qualidade da água. O presente projeto teve como objetivo avaliar o uso de períodos de restrição alimentar em baixas temperaturas no desempenho produtivo de juvenis de tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* e lambari-do-rabo-amarelo *Astyanax altiparanae*, visando um melhor aproveitamento da ração e uma diminuição nos custos de produção. O experimento foi realizado em um tanque de alvenaria no qual foram alocados 18 hapas, sendo 9 para cada espécie, tilápia-do-Nilo e lambari-do-rabo-amarelo. Foram testados três manejos de alimentação para ambas as espécies: 1- alimento ofertado em todas as refeições pela manhã e tarde; 2 - alimento ofertado no período da manhã; e 3: alimento ofertado no período da tarde. O monitoramento da temperatura foi feito diariamente e os demais parâmetros (amônia total, fosfato, pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e oxigênio dissolvido) uma vez por semana. Ao final do experimento foram avaliados o desempenho produtivo, custo médio de arraçamento (CMA), a composição corporal e parâmetros hematológicos e bioquímicos sanguíneos. No desempenho produtivo das espécies, o consumo de dieta e a conversão alimentar foram diferentes, com maiores valores no tratamento em que a dieta foi ofertada em todas as refeições, pela manhã e pela tarde. A CMA foi menor nos tratamentos restritivos. Na análise de composição corporal, não foi encontrada diferença estatística em ambas as espécies, com exceção do lambari, em que variável umidade foi maior nos animais alimentados pela manhã. Para os parâmetros sanguíneos, a AST e a uréia apresentaram diferença e valores superiores foram encontrados nas tilápias alimentadas pela manhã, e para o lambari apenas a proteína plasmática apresentou maior média nos peixes alimentados pela manhã. Por fim, os tratamentos de restrição testados podem ser implementados para a criação das espécies, pois apresentaram alterações mínimas nos parâmetros avaliados. Esses manejos podem ser eficientes para o produtor readequar a quantidade de ração fornecida em locais no qual o inverno é mais rigoroso.

**Palavras-chave:** manejo alimentar, privação alimentar, nutrição, aquicultura.

## ABSTRACT

The water temperature is one of the factors that most influence the development of aquatic animals, and in aquaculture it can lead to a decreasing in dietary intake and physiological changes related to metabolism and homeostasis. Food management is a variable that can be affected by temperature and strategies to improve dietary intake and the use of nutrients and energy are highly desirable in this situation, avoiding waste and maintaining water quality. The present project aimed to evaluate the use of periods of food restriction at low temperatures on the productive performance of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* and yellow-tailed lambari *Astyanax altiparanae*, aiming a better use of the feed and a decreasing in the production costs. The experiment was carried out in a tank in which 18 hapas were allocated, 9 for each species, Nile tilapia and yellow-tail lambari. Three feeding procedures were tested for both species: 1- food offered at all meals in the morning and afternoon; 2 - food offered in the morning; and 3: food offered in the afternoon. The temperature was monitored daily and the other parameters (total ammonia, phosphate, pH, electrical conductivity, total dissolved solids and dissolved oxygen) once a week. At the end of the experiment, the performance, average feed cost (AFC), body composition and blood hematological and biochemical parameters were evaluated. In the performance of the species, diet consumption and feed conversion were different, with higher values in the treatment in which the diet was offered at all meals, in the morning and in the afternoon. The CMA was lower in restrictive treatments. In the analysis of body composition, no statistical difference was found for both species, with the exception of lambari, in which the humidity was higher in animals fed in the morning. For blood parameters, AST and urea showed differences, and higher values were found in tilapia fed in the morning. For lambari only the plasma protein showed higher average in fish fed in the morning. Finally, the management of food restriction evaluated can be used for aquaculture of the species, as they showed minimal changes in the evaluated parameters. These managements can be efficient for the farmer to readjust the amount of feed provided in places where the winter is more severe.

**Keywords:** Food management, food deprivation, nutrition, aquaculture.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPITULO I

- Figura 1.** Exemplar de tilápia-do-Nilo utilizado no experimento.....16
- Figura 2.** Exemplar de lambari-do-rabo amarelo.....18

### CAPITULO II

- Figura 1.** Unidade Didática de Piscicultura de Cordeiro – UDPC / FIPERJ..... 41
- Figura 2:** Layout das 18 hapas experimentais alocadas no viveiro durante o experimento com juvenis de tilápia-do-Nilo e lambari-do-rabo-amarelo.....42
- Figura 3.** Valores de temperatura durante o experimento de manejo alimentar com juvenis de tilápia-do-Nilo e lambari-do-rabo-amarelo.....45
- Figura 4.** Valores relativos (%) das células sanguíneas em juvenis de tilápia-do-Nilo (A) e lambari-do-rabo-amarelo (B) submetidos aos seguintes manejos alimentares T1 ou L1 - alimento fornecido em todas refeições (manhã e tarde, às 800, 1100, 1400 e 1700h); T2 ou L2 - alimento fornecido nas refeições da manhã, às 800 e 1100h; e T3 e L3 - alimento fornecido nas refeições da tarde, às 1400 e 1700h. ....51

## LISTA DE TABELAS/QUADROS

### CAPITULO I

**Quadro 1:** Trabalhos relacionados ao manejo alimentar em peixes.....22

**Quadro 2:** Trabalhos relacionados a composição corporal em peixes.....25

### CAPITULO II

**Tabela 1.** Desempenho (média  $\pm$  desvio padrão) de juvenis de tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* submetidos a regimes de restrição alimentar em baixas temperaturas.....47

**Tabela 2.** Desempenho (média  $\pm$  desvio padrão) de juvenis de lambari-do-rabo-amarelo *Astyanax altiparanae* submetidos a regimes de restrição alimentar em baixas temperaturas.....48

**Tabela 3.** Valores de custo médio de arraçamento (CMA, R\$) para o experimento na produção de juvenis de tilápia-do-Nilo e lambari-do-rabo-amarelo submetidos aos manejos de restrição alimentar em baixas temperaturas.....49

**Tabela 4.** Análise de composição corporal da tilápia-do-Nilo submetida a regimes de restrição alimentar em baixas temperaturas.....50

**Tabela 5.** Análise de composição corporal da lambari-do-rabo-amarelo submetida a regimes de restrição alimentar.....50

**Tabela 6.** Parâmetros hematológicos e bioquímicos (média  $\pm$  desvio padrão) de juvenis de tilápia-do-Nilo submetidos a regimes de restrição alimentar em baixas temperaturas.....51

**Tabela 7.** Parâmetros hematológicos e bioquímicos (média  $\pm$  desvio padrão) de juvenis de lambari-do-rabo-amarelo submetidos a regimes de restrição alimentar em baixas temperaturas.....52

### Sumário

**1 – INTRODUÇÃO GERAL** ..... 11

<b>2 – OBJETIVOS</b> .....	12
<b>2.1 – Objetivo Geral</b> .....	12
<b>2.2 – Objetivos Específicos</b> .....	12
<b>CAPITULO I</b> .....	13
<b>3 - REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
<b>3.1 Situação da aquicultura no Brasil e no mundo</b> .....	13
<b>3.2 Produção da tilápia-do-Nilo</b> .....	14
<b>3.3 Produção do lambari-do-rabo-amarelo</b> .....	16
<b>3.4 Importância do manejo alimentar e a relação com o ambiente de produção</b> .....	18
<b>3.5 Restrição alimentar em peixes e a relação com a temperatura</b> .....	20
<b>3.6 Parâmetros fisiológicos em peixes</b> .....	23
3.6.1 Análise de composição corporal em peixes .....	23
3.6.2 Análises de sangue e bioquímica em peixes .....	25
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	29
<b>CAPÍTULO II</b> .....	38
<b>4- CURTOS REGIMES DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR NO DESEMPENHO PRODUTIVO DE JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO (<i>Oreochromius niloticus</i>) E LAMBARI-DO-RABO-AMARELO (<i>Astyanax altiparanae</i>)</b> .....	38
<b>4.1 - INTRODUÇÃO</b> .....	39
<b>4.2- MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	41
4.2.1 - Local, infraestrutura e desenho experimental. ....	41
4.2.2- Qualidade de água .....	42
4.2.3- Desempenho produtivo e custo de produção .....	42
4.2.4- Análise de composição corporal .....	43
4.2.5- Análises sanguíneas .....	44
4.2.6- Análises estatísticas .....	44
<b>4.3- Resultados</b> .....	45
4.3.1 Qualidade de água .....	45
4.3.1 Desempenho e custo de produção .....	45
4.3.2 Composição corporal .....	49
4.3.3 Análises sanguíneas .....	50
<b>4.4- DISCUSSÃO</b> .....	53
4.4.1 Desempenho e custo de produção .....	53
4.4.2 Composição corporal .....	55
4.4.3 Análises sanguíneas .....	57
<b>4.5 CONCLUSÃO</b> .....	60

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>60</b>
<b>5. CONCLUSÃO FINAL .....</b>	<b>67</b>

## 1 – INTRODUÇÃO GERAL

A aquicultura no Brasil apresentou em 2019 uma produção de 758.006 toneladas de peixes de cultivo, demonstrando um crescimento de 4,9% em relação a 2018 (PEIXES BR, 2020). A atividade apresenta grande potencial devido ao grande volume de recursos hídricos do país e extenso território para o cultivo em todas as regiões do Brasil. Porém, as variações climáticas, como as oscilações de temperatura durante o inverno nas regiões subtropicais, podem afetar diretamente o manejo alimentar dos organismos, dessa forma, adequar a criação das espécies a esse cenário é de extrema importância para melhorar a produção e evitar problemas no desenvolvimento dos peixes (IBGE, 2018; PEIXES BR, 2020).

A produção de tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, no Brasil atingiu 432.149 toneladas em 2019, o que representou um aumento de 7,96% em relação ao ano anterior e 57% de toda a piscicultura brasileira, comprovando a preferência nacional por esse peixe (PEIXE BR, 2020). As espécies de tilápia formam o grupo de peixes mais produzidos no Brasil com grande potencial para piscicultura, devido sua rusticidade ao manejo, consumo de ração em todas as fases de criação, hábito alimentar onívoro, sua carne apresentar um sabor e odor suaves, textura firme, coloração branca e não possuir espinhas em “Y” (TAKISHITA et al., 2009; SILVA et al., 2009; PEIXES BR, 2020).

O lambari-do-rabo-amarelo, *Astyanax altiparanae*, é considerado uma espécie nativa de pequeno porte e sua produção no Brasil começou a se destacar devido às demandas do mercado por iscas vivas para a pesca esportiva de água doce (SILVA et al., 2011; SALARO et al., 2015; VALLADÃO et al., 2016). Além disso, essa espécie também é consumida como aperitivo em bares e restaurantes e tornou-se de grande potencial para o mercado de conserva de peixes (PORTO-FORESTI et al., 2005).

As espécies tilápia-do-Nilo e lambari-do-rabo-amarelo são criadas também em locais, onde o inverno é um pouco mais rigoroso e por isso adequar o manejo alimentar a essas condições é necessário para otimizar o uso da ração e da mão de obra e, ao mesmo tempo, aperfeiçoar o pacote tecnológico de criação das espécies em questão. O sucesso no cultivo de peixes está atrelado ao manejo alimentar do animal e a adoção de estratégias de restrição alimentar de curta duração ou programadas, podem propiciar uma readequação no manejo de alimentação, melhorando o uso da dieta, com o uso racional, evitando o desperdício e mantendo a qualidade da água (OLIVEIRA et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015).

O manejo de restrição pode envolver uma complexidade de alterações e efeitos metabólicos ligados aos ajustes biológicos do animal, e pode ser influenciado pelas condições climáticas do ambiente, como as oscilações de temperatura (SOUZA et al., 2000). Portanto, a temperatura é reconhecida como um dos fatores abióticos mais importantes no cultivo, pois ela afeta diretamente o crescimento, ingestão e conversão alimentar dos peixes (MARTELL et al., 2005). As oscilações nesse parâmetro podem influenciar no consumo de ração dos animais, acarretando redução na capacidade de absorver os nutrientes e afetando diretamente seu o metabolismo. Para os peixes, temperaturas fora da faixa adequada para o desenvolvimento levam a mudanças no consumo de alimento e principalmente em temperaturas abaixo do adequado ocorre redução no apetite e no desempenho zootécnico (URBINATI, 2010).

Sendo assim, faz-se necessários estudos de técnicas de manejo alimentar que propiciem um melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta e, ao mesmo tempo, leve a um bom desempenho dos peixes. O presente estudo visou avaliar o uso de períodos curtos de restrição alimentar em temperaturas baixas para peixes tropicais, no caso a tilápia e lambari, para melhorar o manejo produtivo e diminuir os custos de produção.

## **2 – OBJETIVOS**

### **2.1 – Objetivo Geral**

Avaliar o uso do manejo de restrição alimentar no desempenho produtivo de juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) e lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*).

### **2.2 – Objetivos Específicos**

- Avaliar o desempenho produtivo e o custo médio de arraçamento de juvenis de tilápia-do-Nilo e de lambari-do-rabo-amarelo submetidos a regimes de restrição alimentar;
- Determinar a composição corporal dos juvenis de tilápia-do-Nilo e de lambari-do-rabo-amarelo submetidos a regimes de restrição alimentar;
- Avaliar os parâmetros sanguíneos de juvenis de tilápia-do-Nilo e de lambari-do-rabo-amarelo submetidos aos regimes de restrição alimentar.

## CAPITULO I

### 3 - REFERENCIAL TÉORICO

#### 3.1 Situação da aquicultura no Brasil e no mundo

A produção mundial de pescado tem aumentado nas últimas décadas, e de acordo com FAO (2019) atingiu em 2017 cerca de 172,6 milhões de toneladas, sendo que a aquicultura representou 80,1 milhões de toneladas com um aumento de 4,9% em comparação ao ano anterior (2016). Em 1974 a aquicultura fornecia apenas 7% do pescado para o consumo humano, e essa participação aumentou para 26% em 1994, 39% em 2004 e no ano de 2014, considerado um marco para aquicultura, pela primeira vez superou a pesca no abastecimento de pescado para o consumo humano alcançando uma produção de mais 146 milhões de toneladas (87%) (FAO, 2019).

O total de venda da pesca e da aquicultura alcançou em 2017 um valor estimado em USD 383 bilhões, dos quais US\$ 238 bilhões são advindos da produção aquícola, portanto é notório que a aquicultura tem sido responsável pelo contínuo crescimento na oferta de peixes para o consumo humano (FAO, 2019). Isto é comprovado pelo aumento médio anual de consumo global de pescado per capita, no qual passou de 9,0 kg/pessoa em 1961 para 20,2 kg/pessoa em 2015 (FAO, 2018).

A produção aquícola brasileira foi de 758.006 toneladas de peixes de cultivo em 2019, representando crescimento de 4,9% sobre as 722.560 toneladas do ano anterior. A piscicultura brasileira é considerada uma atividade em crescimento e com grande potencial devido aos recursos hídricos do país, as dimensões continentais, ao clima propício e ao empreendedorismo dos produtores. Além disso, o aprimoramento da produção de peixe cresce com apoio das pesquisas desenvolvidas no país (PEIXES BR, 2020).

O censo agropecuário 2017 do IBGE demonstrou a força da aquicultura no Brasil, em que a atividade está presente em todo o território nacional de maneira forte e consolidada. O número de estabelecimentos que investem na criação de peixes e crustáceos em geral é bastante expressivo, no total são 455.541 unidades de criação em todo o país. A maioria dos empreendimentos são caracterizados como pequenas propriedades rurais, e a região sul do Brasil lidera com 273.015 estabelecimentos (60%), seguida por sudeste (57.074), Nordeste (48.881), Norte (48.286) e Centro-Oeste (28.285) (IBGE, 2018).

### 3.2 Produção da tilápia-do-Nilo

A tilápia foi introduzida no Brasil depois do ano de 1953, proveniente do Congo Belga com a importação da tilápia rendalli, posteriormente a tilápia-do-Nilo e a tilápia Zanzibar. Em geral, essas espécies apresentam características essenciais para o cultivo como rusticidade, habito alimentar onívoro, boa aceitação pelo mercado consumidor e alto valor de mercado, logo foram classificadas como espécies promissoras para o desenvolvimento da atividade (PEREIRA, SILVA, 2012).

A introdução da tilápia no Brasil foi feita pela Secretária de Agricultura do Estado de São Paulo, com intuito de reduzir a proliferação de algas e macrófitas aquáticas em represas, somente a partir da década de 80 o cultivo da espécie se tornou empresarial no estado do Paraná, no qual foram implantados frigoríficos especializados no abate da mesma, o que propiciou um avanço na sua produção (BOSCARDIN, 2008; FIGUEIREDO, VALENTE JÚNIOR, 2008).

A tilapicultura tornou-se uma das atividades produtivas que mais apresentou desenvolvimento no Brasil, devido essa espécie ser bastante versátil na piscicultura, adaptando-se a qualquer tipo de cultivo seja extensivo até super intensivo, também por ser uma espécie que apresenta facilidade de adaptação ao alimento natural e a dieta formulada (SANTOS et al., 2014).

Além dos fatores citados, a disseminação da tilápia-do-Nilo no Brasil ocorreu devido essa espécie aceitar a dieta formulada durante todas as fases de criação e por ter a capacidade de reprodução em cativeiro em um curto período de tempo. Além disso, sua carne apresenta sabor e odor suaves, textura firme, coloração branca e não possui espinhas em “Y”, o que facilita a técnica de filetagem para sua industrialização (TAKISHITA et al., 2009; EL-SAYED, 2006; SILVA et al., 2009).

No Brasil, a produção de tilápia em 2019 atingiu 432.149 toneladas, com crescimento de 7,9% em relação ao ano anterior (400.280 toneladas), representando 57% da produção total de peixes de criação. No cenário global, o Brasil se encontra na 4ª posição na produção de tilápia, perdendo apenas para China, Indonésia e Egito (PEIXES BR, 2020).

A produção de tilápia cresceu bem acima da oferta de peixes de criação como um todo, comprovando que a espécie se adaptou bem em todos os estados brasileiros (PEIXES BR, 2020). Segundo Peixes BR (2020) a tilápia está presente em todos os estados do Brasil, sendo que os maiores produtores são o Paraná (146.212 toneladas), São Paulo (64.900 toneladas), Santa Catarina (33.559 toneladas), Minas Gerais (36.350 toneladas) e Pernambuco (25.421 toneladas).

Para comercialização da tilápia o tamanho de abate varia de 600 g a 1 kg, com ciclos de produção de aproximadamente 210 dias no Nordeste brasileiro e de 270 dias nos estados mais ao Sul (FILHO, SCHULTER, 2017). Essa espécie é vendida de diversas formas, como viva ou abatida *in natura*, inteira, eviscerada, resfriada, filetada e congelada (IGARASHI, PENAFORT, SOUZA, 2009). A produção da tilápia no Brasil é realizada em diferentes sistemas de criação, dentre eles estão os extensivos, semi-intensivos e intensivos, sendo o mais comumente utilizado o sistema semi-intensivo representado pelo cultivo em viveiros escavados. A construção do viveiro requer um custo considerável e utilização de engenharia adequada, necessitando de otimização de custos com movimentação de terra e adequação das unidades produtivas ao relevo do local de implantação (SEBRAE, 2014; FILHO, SCHULTER, 2017).

Outro modelo de criação é o sistema de tanques-rede (gaiolas) que tem sido bastante utilizado para a produção de tilápia no Brasil, no qual consiste na utilização de corpos d'água para instalação dos tanques feitos de estrutura de tela onde os peixes ficam confinados e são alimentados com dieta controlada. Nesse tipo de sistema intensivo é possível uma produção em altas densidades e também fornece ao produtor uma facilidade de manejo, no qual o arraçamento e a despesca podem ser controlados, sendo um grande diferencial em comparação aos cultivos em tanques escavados (FILHO E SCHULTER, 2017).

A tilápia-do-Nilo apresenta corpo arredondado e comprimido lateralmente, boa adaptação a temperaturas de 14°C a 33° C, possui hábito alimentar onívoro e facilidade de reprodução principalmente em altas temperaturas. Para a reprodução, os reprodutores devem ser alocados em hapas, tanques de alvenaria ou viveiros de terra para o início do acasalamento. Em geral, utiliza-se a proporção de 3 fêmeas para 1 macho (3:1) e a densidade de 4 peixes/m<sup>2</sup> (SEBRAE, 2016) (Figura 1).

No manejo reprodutivo, quando finalizado o acasalamento os ovos e/ou larvas são retirados dos tanques ou da boca das fêmeas e transferidos para laboratório para incubação e eclosão dos mesmos, porém se esse processo ocorrer em viveiros utiliza-se o método de coleta de “nuvem”, em que as larvas são coletadas diretamente no local com uso de puçá. Após a coleta das larvas se inicia a reversão sexual que é o processo de inclusão de hormônio (17  $\alpha$ -methyltestoterona) na dieta das larvas por aproximadamente 30 dias (SEBRAE, 2016).

**Figura 1:** Exemplar de tilápia-do-Nilo.



**Fonte:** Arquivo pessoal

### 3.3 Produção do lambari-do-rabo-amarelo

A família Characidae engloba a maior parte dos peixes de água doce, dentre esses estão às espécies de lambari, como *Astyanax altiparanae* (lambari-do-rabo-amarelo), *Astyanax fasciatus* (lambari-do-rabo-vermelho), *Hyphessobrycon bifasciatus* (lambari-tetra-amarelo), dentre outros (AGOSTINHO et al., 1982). Essas espécies são conhecidas vulgarmente por tambuí ou piabas no Nordeste do Brasil e matupiris no Norte. Possuem distribuição desde o Nordeste brasileiro até a Bacia do Prata (BARBIERI et al., 1982).

Os lambaris são espécies consideradas “secundárias”, e se destacam na produção pela fácil aceitação de dieta formulada, alta proliferação, ciclo curto de produção, sendo bem aceita como petiscos em restaurantes e procurada como isca viva para a pesca esportiva. Além disso, é utilizada para o consumo humano e na alimentação de outros organismos aquáticos (PORTO-FORESTI et al., 2010).

Dentre as espécies em potencial para produção destaca-se o lambari-do-rabo-amarelo, espécie nativa, comumente distribuída em rios e córregos da bacia do alto rio Paraná, onde inicialmente foi identificada como *Astyanax bimaculatus*, sendo reescrita para *Astyanax altiparanae* após revisão taxonômica realizada por Garutti e Britski (2000). O seu habito alimentar é do tipo onívoro, composto principalmente de crustáceos e plantas (ROBINS et al., 1991) (Figura 2). Esse peixe apresenta uma grande capacidade de adaptação a vários tipos de dietas provenientes do seu ecossistema natural, por fatores ambientais que possam provocar a falta de alimento. Devido a esta plasticidade alimentar, a espécie pode ser considerada oportunista, uma vez que sua dieta pode ser condicionada por fatores de sazonalidade e espacialidade (ANDRIAN et al., 2001).

A reprodução do lambari-do-rabo-amarelo pode ocorrer em ambientes diversificados, por isso destaca-se a alta taxa de fecundidade, além do fato de possuírem ovos pequenos com

rápido desenvolvimento e proteção parental passiva, no qual podem desovar em substratos como raízes de plantas e longe de predadores (AGOSTINHO et al., 1999).

Quanto aos aspectos reprodutivos do lambari, as fêmeas têm sua primeira maturação sexual próximo de 69 mm de comprimento total, com período de reprodução geralmente se estendendo de setembro a março, desova parcelada e fecundação externa. A desova dessa espécie possui picos que são diretamente influenciados pela temperatura da água e os índices de chuva (NAKATANI et al., 2001).

A produção do lambari se desenvolveu nas últimas três décadas como uma alternativa de renda para pequenos agricultores rurais no Brasil. A sua produção começou com o objetivo de suprir as demandas do mercado de iscas vivas (VALLADÃO et al., 2016). Atualmente, o mercado do lambari é estimado em aproximadamente 30 milhões de unidades/ano, e se mostra ainda mais promissor, pois o produto já é bem aceito como petisco e pode ser industrializado na forma de conservas e ser opção às sardinhas enlatadas (PORTO-FORESTI et al., 2005; SUSSEL, 2012).

Dentre as possibilidades de mercado para o cultivo do lambari, observa-se que essas espécies possuem um comércio bastante específico, porém com alta possibilidade de expansão, e por isso vem destacando-se nas pisciculturas. Ainda, deve-se mencionar a sua rusticidade e elevada produtividade em cultivo intensivo, podendo ser uma espécie promissora para piscicultura (CHERNOFF, MACHADO-ALLISON, 2005).

A criação de espécies de lambari tem sido descrita como viável ao longo do ano, embora os melhores resultados ocorram na primavera e no verão (SALARO et al., 2015). Sendo que a reprodução natural é usada para semear lagos em locais onde há pouco financiamento para peixes e rações para alevinos, logo a desova e o crescimento dessa espécie ocorrem em viveiros que na maioria dos cultivos não há controle da sua produtividade (SILVA, et al., 2011b; SALARO, et al., 2015).

Para o cultivo do lambari, o principal sistema utilizado é a produção em tanques escavados, sendo que podem ser feitas também em tanques redes e sistemas fechados de recirculação de água. A produtividade em tanques escavados é de 40 lambaris por m<sup>2</sup> e para sistemas intensivos (tanque rede ou recirculação) é de 600 a 1000 peixes por m<sup>3</sup> (ZIMBA, 2016). O tamanho de comercialização do lambari pelo produtor na forma de isca viva é de 8 a 12 cm (PORTO-FORESTI et al., 2011).

Na reprodução do lambari, a densidade recomendada é de 10 peixes/m<sup>2</sup>, sendo 3 machos para cada fêmea em tanques escavados (PORTO-FORESTI et al., 2005). Garutti (2003) sugeriu a inserção em tanques-rede de reprodutores de lambari dentro de lagoas por um

período de 2-3 semanas para evitar que após a reprodução ocorra canibalismo. Além disso, recomenda-se o uso de macrófitas como substratos nos tanques de cultivo para que os ovos desses peixes possam aderir as raízes das plantas melhorando a sobrevivência e a proteção contra predação por lavas de insetos e canibalismo (REZENDE et al., 2005).

Para o sucesso da lambaricultura, deve-se atentar principalmente para dois fatores: qualidade de água e o manejo alimentar, ambos são de grande importância para o êxito da atividade, pois influenciam diretamente no desenvolvimento do animal. O adequado monitoramento dos parâmetros de qualidade de água, o manejo alimentar e o fornecimento de dieta balanceada são fundamentais para o sucesso do cultivo (HAYASHI et al., 2004).

**Figura 2:** Exemplar de lambari-do-rabo-amarelo.



**Fonte:** Arquivo pessoal

### 3.4 Importância do manejo alimentar e a relação com o ambiente de produção

A alimentação é um dos fatores mais onerosos na criação de peixes, portanto o conhecimento do manejo alimentar é de grande importância para o sucesso da criação. Os estudos relacionados a alimentação, *i.e.*, arraçoamento e a frequência alimentar, são cruciais para um bom desempenho dos peixes, visando assim evitar perdas que possam ocasionar o aumento nos custos com a produção (SANTOS et al., 2014). O manejo alimentar está atrelado a fatores como a espécie, fase de criação, temperatura da água, oxigênio dissolvido e amônia, influenciando diretamente na qualidade da água (MEURER et al., 2005).

O adequado regime alimentar (frequência alimentar e quantidade de alimento fornecido) favorece a melhor utilização do alimento, reduzindo os custos com a dieta, mão de obra e a presença de restos de alimento e metabólitos no ambiente (URBINATI, 2010). Dessa forma, é necessário determinar o regime alimentar correto e as necessidades qualitativas e quantitativas

dos nutrientes nas dietas formuladas para que venham a atender as exigências nutricionais dos peixes e que propiciem custo mínimo para o produtor (CYRINO et al., 2005).

A maior parte dos custos de produção nas pisciculturas está relacionada com manejo alimentar. Nesse contexto, as estratégias de restrição alimentar podem ter efeitos positivos sobre esses custos, implicando na redução do volume de alimento ofertado através da suspensão de alguns tratos alimentares diários (OLIVEIRA, 2015). O melhor aproveitamento do alimento leva a uma baixa conversão alimentar, com uma menor oferta de dieta e um aumento no ganho em peso, diminuindo assim, os custos com a alimentação para a produção (ANDRADE et al., 2005).

Nebo et al. (2013) demonstraram que a restrição alimentar de 5, 10 e 20 dias de jejum mostraram um ganho compensatório, indicando que períodos de jejum não interferem no desempenho, morfologia e crescimento muscular dos juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*). Sendo assim, os autores demonstraram a importância de compreender os efeitos da restrição e de adequá-los para um melhor manejo da espécie.

Alguns trabalhos com restrição alimentar em peixes mostraram um aumento no ganho em peso com o processo de realimentação. As respostas metabólicas durante o processo de restrição variam significativamente entre os teleósteos e alguns fatores como a idade, estações do ano, condições ambientais e experimentais, temperatura da água e estado nutricional influenciam no metabolismo do animal, aumentando ou diminuindo o efeito do jejum no ajuste biológico dos animais (BASTROP et al., 1991; WANG et al., 2009).

Dentre os diversos fatores ambientais que influenciam no manejo alimentar, a temperatura da água tem efeito no crescimento dos peixes, pois influencia a diferenciação e as funções dos tecidos e das estruturas vitais (MARTELL et al., 2005). O aumento ou diminuição brusca da temperatura pode ocasionar mudanças fisiológicas para os animais aquáticos, que por serem caracterizados como pecilotérmicos apresentam variações em suas temperaturas corporais conforme o ambiente em que se encontram (JUNIOR, 2006).

Os peixes de clima tropical apresentam conforto térmico entre 27 a 32° C, portanto variações abaixo ou acima deste intervalo podem ocasionar redução do apetite e conseqüentemente influenciar no crescimento, além de afetar o sistema imunológico deixando os mesmos susceptíveis a doenças (KUBTIZA, 2000). Segundo Piedras et al. (2004), quando os peixes atingem sua faixa de temperatura corpórea ideal o alimento é melhor aproveitado, proporcionando condições ideais para o crescimento.

A temperatura quando fica abaixo da faixa ideal para os peixes ocasiona uma diminuição no desempenho do animal, promovendo alterações fisiológicas e distúrbios

osmorregulatórios no organismo. Dentro das alterações pode-se mencionar a redução no consumo de oxigênio, excreção de gás carbônico e amônia e maior demanda energética para o equilíbrio homeostático do corpo dos animais (SARDELLA et al., 2004; KUBTIZA, 2009).

As mudanças fisiológicas nos peixes devido às baixas temperaturas foram particionadas, segundo Mazeaud et al., (1977), em três fases: a primeira envolve o sistema neuroendócrino dos animais, como a liberação de catecolamina e ativação do eixo corticotropina-interrenal; a segunda envolve mudanças hematológicas, osmorregulatórias, enzimáticas e metabólicas do sangue; e a terceira inclui a inibição do crescimento, a redução da fecundidade, o aumento da suscetibilidade à infecções e mudanças comportamentais. Kubitzka (2000) relatou que temperaturas acima de 32°C e abaixo de 27° C reduzem o apetite e o crescimento de tilápias, e abaixo de 18° C suprimem o sistema imunológico, além disso citou que temperaturas entre 8 e 14° C são letais para os peixes tropicais, e que este fato depende da espécie, da linhagem, das condições dos peixes e do ambiente.

O manejo alimentar adequado no cultivo é fundamental para promover o desenvolvimento ótimo dos peixes, principalmente em regiões subtropicais onde as variações climáticas podem afetar a ingestão e o melhor aproveitamento do alimento. Portanto, a alimentação dos organismos deve ser ajustada com frequência para evitar desperdício do alimento, evitando que o excesso de nutrientes na água altere a qualidade da água. Esses nutrientes nos sistemas de criação podem levar a vários problemas, como a diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido prejudicando o crescimento dos animais e deixando o ambiente propício a doenças (FIOGBÉ, KESTMONT, 2003; MEURER et al., 2005). Por fim, a adoção de estratégias de alimentação visa otimizar o crescimento dos organismos e reduzir os custos de produção oferecendo melhor custo/benefício para o produtor (GELLER et al., 2019).

### **3.5 Restrição alimentar em peixes e a relação com a temperatura**

A restrição alimentar tem como objetivo avaliar a capacidade de algumas espécies de peixes de enfrentar períodos de privação de alimento através de um manejo que envolve o crescimento ou o ganho compensatório para melhorar os índices de eficiência alimentar do animal (OLIVEIRA, 2015).

Dentro do manejo alimentar, a restrição é um método que visa melhorar a taxa de crescimento, reduzir os custos de produção, melhorar o aproveitamento da dieta e manter uma boa qualidade da água, portanto é considerado uma alternativa na alimentação para o cultivo de peixes, pois influencia no metabolismo e na digestão dos peixes, fazendo com que minimize o desperdício de dieta (HORMICK et al., 2000; SEALEY et al, 1998).

Ali et al. (2003) demonstraram que após um período de privação ou restrição alimentar, podem ocorrer respostas compensatórias de diferentes formas nos peixes: (a) Sobrecompensação: o peixe que sofreu algum tipo de restrição alimentar e durante a realimentação atingem um tamanho maior no mesmo período de tempo, apresentando uma taxa de crescimento maior que os animais alimentados continuamente; (b) Compensação total: ocorre quando o peixe, após a privação alimentar, atinge o mesmo tamanho em um mesmo tempo dos peixes continuamente alimentados; (c) Compensação parcial: os animais cuja alimentação foi restrita não conseguem atingir o mesmo tamanho dos peixes não submetidos à restrição alimentar, podendo apresentar alta taxa de crescimento e melhora na conversão alimentar; (d) Não compensação: quando não ocorre resposta compensatória no período de realimentação, após a privação alimentar.

A restrição alimentar auxilia nas respostas compensatórias, podendo ser definida como um processo fisiológico por meio do qual os peixes têm o crescimento acelerado após um período de desenvolvimento reduzido provocado pela diminuição na ingestão de alimento, visando alcançar o peso dos animais que cresceram sem a restrição (HORNICK et al., 2000). Essa suspensão alimentar visa o ganho compensatório para os animais, entretanto depende de alguns fatores, como a natureza, severidade e duração da restrição, estágio de desenvolvimento dos peixes, dentre outros (TIAN, QIN, 2003).

O consumo de alimento no cultivo está relacionado a fatores do ambiente, como as oscilações na temperatura, logo quando os peixes são expostos a baixas temperaturas, fora da sua faixa “ótima”, ocorre um déficit no consumo de dieta e uma redução no crescimento desses organismos, ocasionando problemas em várias funções fisiológicas, principalmente as ligadas com a digestão e absorção de nutrientes, prejudicando a liberação de energia necessária para multiplicação celular e para o crescimento (PIEDRAS et al., 2004; WORKAGEGN, 2012). Por isso, faz-se necessário os estudos de estratégias de restrição alimentar em períodos frios, para que a alimentação seja melhor controlada e aproveitada pelos animais, evitando assim sobras de alimento no ambiente.

O metabolismo dos peixes, a ingestão de alimento e as respostas imunológicas são afetadas em períodos de baixa temperatura causando prejuízos para o cultivo, portanto programas alimentares diferenciados no período de inverno podem ser utilizados como uma maneira de obter uma melhor relação de custo/benefício para os produtores. Porém, existem vários modelos de curtos e longos períodos de restrição alimentar, para períodos de inverno um pouco mais rigorosos é recomendável utilizar técnicas de restrição curtas seguidas de realimentação para evitar alterações fisiológicas e morfológicas nos animais, como redução

do trato gastrointestinal, do fígado e outros órgãos (SEALEY et al., 1998; SAINZ, BENTLEY, 1997).

A Tabela 1 mostra alguns trabalhos relacionados ao tema do presente estudo, que serviram de embasamento para essa pesquisa.

**Tabela 1.** Trabalhos relacionados ao manejo alimentar em peixes.

<b>Espécie</b>	<b>Tratamento</b>	<b>Resultado</b>	<b>Referência</b>
<i>Oreochromis niloticus</i> Tilápia-do-Nilo	Temperaturas de 23, 26, 29, 32°C.	Nas maiores temperaturas (29 e 32°C) os juvenis apresentaram os melhores resultados de desempenho.	Justi et al. (2005)
<i>Oreochromis niloticus</i> Tilápia-do-Nilo	Temperaturas de 24, 26, 28, 30, 32 e 34°C.	Na temperatura mais baixa (24°C) ocorreu redução do peso devido a diminuição da eficiência na utilização da dieta.	Workagegn (2012)
<i>Oreochromis niloticus</i> Tilápia-do-Nilo	3 tratamentos com refeições às: 8h30, 12h30 e 16h30, em baixa temperatura ( 23,8 °C)	Diminuição no crescimento, eficiência alimentar e atividade das enzimas digestivas.	Silva et al. (2015)
<i>Oreochromis niloticus</i> Tilápia-do-Nilo	Alimentados continuamente; Cinco dias de alimentação seguidos de dois de restrição (5A/2R); e, Quatro dias seguidos de alimentação e três dias de restrição (4A/3R).	Recomendado a estratégia 5A/2R, que possibilitou a redução de até 22,5% na quantidade de alimento ofertada.	Palma, et al. (2010)
<i>Oreochromis niloticus</i> Tilápia-do-Nilo	A- alimento fornecido diariamente; B- alimento fornecido dia sim e dia não; C- alimento fornecido uma vez a cada 2 dias.	O melhor tratamento foi o que os peixes foram alimentados diariamente e o pior aquele que os peixes foram alimentados uma vez a cada 2 dias.	Arauco e Costa (2012)
<i>Oreochromis niloticus</i> Tilápia-do-Nilo	CF- controle com alimentação continua por 42 dias, F5- 5 dias em jejum com 37 dias em realimentação e F10 - 10 dias de jejum com 32 dias em realimentação.	Após os tratamentos de 5 e 10 dias de jejum ocorreu um aumento na quantidade das fibras musculares e menor expressão gênica da miogenina e dos níveis de miostatina.	Nebo et al. (2013)
<i>Oreochromis niloticus</i> Tilápia-do-Nilo	VT1- alimentação continua VT2- um dia de restrição na semana, VT3- dois dias consecutivos de restrição na semana e VT4- três dias consecutivos de restrição na semana. Experimento realizado em viveiros escavados.	O desempenho das tilápias alimentadas todos os dias foi maior. A partir de três dias consecutivos de privação total do alimento ocorreu uma redução no volume de dieta consumida.	Oliveira et al. (2015)
<i>Astyanax altiparanae</i>	Frequências alimentares de uma vez a cada dois dias,	Os maiores valores de peso e ganho em peso foram verificados no	Oliveira et al.

Lambari-do-rabo-amarelo	uma vez ao dia e duas vezes ao dia.	tratamento com alimentação de uma vez ao dia. A conversão alimentar foi menor para o tratamento com maior período de restrição alimentar.	(2017)
<i>Astyanax bimaculatus</i> Lambari-do-rabo-amarelo	Quatro taxas de alimentação (2,5; 4,0; 5,5 e 7,0% de biomassa)	Os lambaris alimentados com 4 e 5,5% da biomassa apresentaram os melhores resultados de desempenho e financeiros para o cultivo.	Jatoba (2018)
<i>Oreochromis niloticus</i> Tilápia-do-Nilo	T1- uma alimentação diária às 8h; T2- duas alimentações diárias às 8h e 18h; T3- três alimentações, sendo a primeira às 8h, às 12h e a última às 18h	Não houve diferença entre os tratamentos quanto ao crescimento dos alevinos com as alimentações fracionadas.	Geller et al. (2019)

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.6 Parâmetros fisiológicos em peixes

#### 3.6.1 Análise de composição corporal em peixes

A composição corporal ou centesimal do peixe demonstra dados da integridade físico-química, além disso, no aspecto nutricional o peixe apresenta vantagens em relação a outros alimentos de origem animal, sendo constituído por proteínas, lipídeos, ácidos graxos, vitaminas, baixo teor de colesterol e ômega 3. Essas características nutricionais aumentam o interesse dos consumidores pelo pescado (MEMON et al., 2011; JABEEN, CHAUDHRY, 2011; OLIVEIRA, 2015).

Nos peixes, a composição corporal pode ser influenciada por fatores morfológicos, genéticos, condições de criação, espécie, quantidade e qualidade do alimento ofertado, sistema de cultivo, entre outros. Os dados relacionados à composição informam o padrão adequado de nutrientes presentes no pescado e indicam alterações que podem ter ocorrido com o animal durante o período de criação (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; LUI, 2016).

Segundo Ogawa e Maia (1999), o pescado possui como principais compostos aproximadamente 60 a 85% de umidade, 20% de proteínas, 1 a 2% de cinzas, 0,3 a 1% de carboidratos e 0,6 a 36% de lipídios. Sendo que os lipídios apresentam grande variação relacionada a fatores como tipo de tecido, sexo, idade, época do ano, habitat e dieta.

A restrição alimentar implementada no cultivo pode ocasionar uma diminuição na quantidade de lipídeos (extrato etéreo) e o aumento da umidade conforme o período de suspensão alimentar. A redução do teor de lipídeos ocorre por que devido às condições de manejo alimentar imposta essa variável torna-se a principal fonte energética dos peixes para a manutenção dos processos fisiológicos (WEATHERLEY, GILL, 1987).

Nos peixes, o teor de extrato etéreo (conteúdo lipídico) é reduzido devido o processo de gliconeogênese, no qual o produto do catabolismo lipídico auxilia como substrato para

anabolismo de glicogênio. É através do consumo de lipídeo que os peixes de água doce conseguem tolerar o estresse provocado pela privação alimentar, baixas temperaturas e outros desafios ambientais (SHCHERBINA, MUKOSEEVA, 1978; SULLIVAN, 1986).

O uso de curtos períodos de privação alimentar e realimentação podem ser indicados em épocas do ano com temperaturas mais baixas, pois esse método de manejo alimentar programado proporciona respostas positivas de crescimento, sem afetar a composição corporal e a qualidade da carcaça dos peixes (SOUZA et al., 2002). Nesse contexto, a diminuição nos teores de lipídios observada em animais em privação podem ser recuperados com a realimentação, sem ocasionar prejuízos para os teores de proteína bruta e cinzas (SOUZA et al., 2002).

Um dos principais fatores que alteram os componentes corporais encontrados nos peixes é a temperatura, que desempenha papel fundamental durante o período de privação alimentar, resultando em aumento na atividade de algumas enzimas durante o jejum. Em período de inverno com baixas temperaturas a demanda energética dos animais é menor pela diminuição das suas atividades (WEATHERLEY, GILL, 1987; WALSH et al., 1983).

A Tabela 2 mostra alguns trabalhos relacionados ao tema do presente estudo, que serviram de embasamento para essa pesquisa.

**Tabela 2.** Trabalhos relacionados à composição corporal em peixes.

Espécie	Tratamento	Resultados	Referência
<i>Piaractus mesopotamicus</i> Pacu	A – alimentado diariamente, B- restrição alimentar de quatro semanas realimentação por nove semanas, C- seis semanas de restrição alimentar e realimentação por sete semanas.	Os teores de lipídios aumentaram nos animais alimentados diariamente. Os manejos alimentares empregados não afetaram os teores de proteína e cinzas.	Souza et al. (2002)
<i>Oreochromis niloticus</i> Tilápia-do-Nilo	Quatro temperaturas (20, 24, 28 e 32°C.)	A quantidade de proteína bruta corporal diminuiu e a porcentagem de extrato etéreo aumentou em baixa temperatura (20°C).	Junior (2006)
<i>Oreochromis niloticus</i> Tilápia-do-Nilo	Jejum alimentar por uma, duas, três e quatro semanas, e posterior realimentação até o final do experimento (13 semanas).	Os teores de lipídios e proteínas diminuíram com o aumento do período de restrição. O tratamento de jejum por uma semana, após a realimentação, proporcionou melhores resultados na recuperação dos nutrientes.	Abdel-Tawwab et al. (2006)
<i>Oreochromis niloticus</i> Tilápia-do-Nilo	VT1: alimentação contínua; VT2: um dia de restrição na semana;	3 dias consecutivos de privação total de ração possibilita redução no	Oliveira (2015)

	VT3: dois dias consecutivos de restrição na semana; e VT4: três dias consecutivos de restrição na semana	volume total de ração consumido pelos peixes.	
<i>Oreochromis niloticus</i> Tilápia-do-Nilo	7:0 – alimentados diariamente; 6:1 – alimentados seis dias seguidos de um dia de restrição alimentar; 5:2 – alimentados cinco dias seguidos de dois dias de restrição; e 1:1 – alimentados um dia, seguido de um dia de restrição.	Ocorreu diferenças para as variáveis de umidade, lipídeos e matéria mineral, e apenas a proteína bruta não foi influenciada. A redução da quantidade de lipídeos ocorreu com o aumento no período de restrição e o efeito inverso aconteceu com a umidade.	Lui (2016)

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.6.2 Análises de sangue e bioquímica em peixes

As variáveis hematológicas são utilizadas como ferramenta de diagnóstico e prognóstico de condições mórbidas em populações de peixes e para avaliação de condições de estresse, tanto em animais de ambientes natural como em cativeiro (SANTOS, TAVARES-DIAS, 2010). Portanto, o estudo da hematologia em peixes contribui para compreensão da fisiologia comparativa, relação filogenética, condições alimentares e outros parâmetros biológicos (LARSSON et al., 1976).

As características hematológicas em peixes dependem de vários fatores, como espécie, sexo, alimentação, ambiente de cultivo, dentre outros (SUN et al., 1992). O conhecimento do quadro hematológico dos animais mantidos nos sistemas de criação pode mostrar características de saúde ou desequilíbrio homeostático (GHIRALDELLI et al., 2006).

No cultivo, os peixes são submetidos a fatores estressantes que podem acarretar prejuízos para sua fisiologia, dentre eles as condições climáticas, como o período de inverno, que traz problemas para o produtor relacionados à alimentação dos peixes, ocasionando alterações no sistema imunológico causadas pela diminuição temperatura (FALCON, et al., 2008). Logo, através das alterações nas células sanguíneas pode-se ter conhecimento das mudanças no estado de saúde dos peixes quando submetidos a condições ambientais adversas no cultivo (FALCON et al., 2008).

O estudo dos componentes sanguíneos como, eritrócitos, leucócitos, neutrófilos, linfócitos, eosinófilos, basófilos, monócitos e outros são importantes para o conhecimento das condições de equilíbrio normais e patológicas dos peixes. A análise desses componentes auxilia na determinação de oscilações fisiológicas que podem afetar a estabilidade da qual os

animais necessitam para realizar suas funções adequadamente. Essas análises propiciam um diagnóstico das condições adversas e o entendimento da relação entre os parâmetros sanguíneos com a saúde dos peixes, que podem estar associados com o meio ambiente (TAVARES-DIAS et al., 1999; TAVARES-DIAS, MORAES, 2004; AZEVEDO et al., 2006).

Os eritrócitos são células que podem sofrer variações em seu número no sangue dos peixes devido as condições em que se encontram e o ambiente que estão expostas. Sendo que em espécies de menor porte e dulcícolas a quantidade dessas células é menor. Temperaturas mais baixas estimulam a redução no número de eritrócitos, essa deficiência pode ocasionar problemas para oxigenação dos tecidos corporais, devido essa célula está relacionada com o transporte de oxigênio e gás carbônico no corpo dos peixes (TAVARES-DIAS, MORAES, 2004; GRIRALDELLI et al., 2006; ARAUJO et al., 2011).

Os leucócitos são células envolvidas diretamente nas respostas de defesa do organismo, portanto, a elevação no seu número pode estar associada à presença de fatores estressantes, como quedas na temperatura da água na criação, que causam um estresse agudo para os animais. Por fim, os tipos de leucócitos mais usualmente encontrados no sangue dos peixes são os linfócitos, neutrófilos e monócitos (TAVARES-DIAS, MORAES, 2004; GHIRADALDELLI et al., 2006).

Os linfócitos estão relacionados com a membrana lipoproteica, logo fatores como a composição dos ácidos graxos e a temperatura do ambiente influenciam na fluidez e na permeabilidade dessa membrana o que altera a quantidade das células linfóticas no sangue (TAVARES-DIAS, MORAES, 2004). Os neutrófilos compõem o sistema imunológico que defende o organismo dos peixes contra invasões bacterianas, função semelhante aos monócitos, que são células sanguíneas que auxiliam também na eliminação de bacterioses (FALCON, et al., 2008). Os monócitos estão relacionados a atividade fagocitária utilizada como um mecanismo de defesa do hospedeiro e também com habilidade citotóxica não-específica, como a atividade de antígenos bacterianos com a inoculação de patógenos mortos. Em suma, são células responsáveis pela digestão de partículas estranhas no organismos dos peixes (TAVARES-DIAS, 2004; THIRAL et al., 2007).

Os trombócitos são células sanguíneas que estão envolvidas na defesa do organismo e na coagulação, portanto, ambientes mais eutrofizados, devido o maior aporte de nutrientes, podem estimular as respostas de defesa e influenciar na variação desse parâmetro. Essas células estão associadas a presença de agentes estressores e as condições do cultivo (TAVARES-DIAS et al., 1999; MARTINS et al., 2000; TAVARES-DIAS et al., 2002).

O hematócrito pode estar relacionado ao estresse que os peixes estão submetidos, e na presença de agentes estressantes os peixes expostos a estímulos únicos e/ou consecutivos podem apresentar variações nessas células. A diminuição nesse parâmetro também pode indicar anemia nos peixes. Os valores de referência da tilápia-do-Nilo para esse parâmetro estão entre o intervalo de 22-30% (VOSYLIENÉ, 1999; MARTINS et al., 2002; TAVARES-DIAS et al., 2009).

A hemoglobina também faz parte do quadro hematológico dos peixes, sua função está relacionada ao transporte de gases no corpo dos animais, logo a redução desse parâmetro pode ocasionar a uma menor capacidade de oxigenação dos tecidos. Temperaturas mais baixas, inferiores a faixa ótima para peixes tropicais, ou implicações no manejo alimentar afetam o metabolismo e diminuem a taxa de hemoglobina que circula no sangue (ARAUJO et al., 2011). A concentração de hemoglobina do sangue dos peixes pode variar de 5 a 10 g/dl conforme Weiss et al., (2010).

No manejo alimentar, quando os peixes são submetidos à restrição, primeiramente eles utilizam suas reservas de energia (glicogênio hepático), depois usa as reservas de lipídios e por último as proteínas do músculo esquelético (PEREZ-JIMENEZ et al., 2007; BARCELOS et al., 2010). Durante a privação alimentar, do estoque de lipídios os triglicerídeos são a principal fonte de energia utilizada pelos peixes para manutenção das suas atividades (WEATHERLEY, GRILL, 1987).

A composição bioquímica do plasma sanguínea está relacionada com as alterações no funcionamento do organismo dos animais quando expostos a situações adversas como desafios nutricionais ou desequilíbrios no ambiente; no entanto, essas análises auxiliam na detecção de doenças infecciosas e condições letais que afetam o desempenho produtivo (ROSOL, CAPEN, 1989). As alterações na bioquímica sanguínea podem acarretar em desequilíbrio homeostático, podendo causar mudanças no teor proteico, na glicose, nos triglicerídeos, na ureia, dentre outros parâmetros (WENDELAR BONGA, 1997).

Dentre os parâmetros de análise bioquímica, destacam-se a glicose que varia no corpo do animal quando são submetidos a agentes estressores, como variação de temperatura, sendo esse metabólito uma das primeiras fontes de energia utilizada pelos animais para suportar essas situações (URBANATI et al., 2004). A proteína plasmática está atrelada ao metabolismo proteico e as condições nutricionais no qual os peixes são submetidos, sendo que a deficiência desse parâmetro pode sinalizar anemias (COLES, 1984).

Outros componentes da bioquímica sanguínea são os seguintes: a ureia em peixes teleósteos no qual concentração não deve ultrapassar 10 mg/dL, sendo que esse parâmetro é

influenciado pelo peso dos animais, ou seja, quando mais leves maior a concentração do mesmo na corrente sanguínea (THRALL et al., 2006); a creatinina em peixes teleósteos varia de 0,5 a 2 mg/dL, sendo que esse parâmetro pode ser alterado no sangue pelos níveis de atividade muscular (THRALL et al., 2006); a AST (Aspartato Aminotransferase) é uma enzima de extravasamento com maior concentração nos hepatócitos, nas células musculares e cardíacas. Os peixes submetidos a estresse podem apresentar alterações nos valores desse parâmetro, em geral um aumento, sendo que esse também pode ser ocasionado por necrose e lesão dos hepatócitos e das células musculares (MELO, 2008; GALEB, 2010); a ALT (Alanina Aminotransferase) é uma enzima que na corrente sanguínea indica a desaminação de aminoácidos para produção de energia. Esse parâmetro está concentrado nos hepatócitos (células do fígado dos animais), logo qualquer lesão nessas células causa aumento do nível de ALT na circulação sanguínea (THRALL et al., 2007; VEIVERBERG et al., 2008).

Ueda et al. (1997) ao realizarem estudos hematológicos na tilápia-do-Nilo através da contagem diferencial dos leucócitos encontraram a predominância dos neutrófilos ( $8.200,33/\text{mm}^3$ ) e menor valores de linfócitos ( $6747,54/\text{mm}^3$ ). Os autores também verificaram a presença de monócitos ( $1105,93/\text{mm}^3$ ) e trombócitos ( $61,69 \times 10^3/\text{mm}^3$ ).

Abdel-Tawwab et al. (2006) ao analisarem alterações hematológicas em juvenis de tilápia-do-Nilo submetidos a jejum alimentar por uma, duas, três e quatro semanas observaram que os valores de concentração de hemoglobina (Hb), a contagem de glóbulos vermelhos e o nível de glicose no sangue dos animais diminuí significativamente com o aumento do tempo da restrição alimentar. Os autores destacaram que os níveis baixos de glicose sinalizaram que a mesma foi usada como energia extra para compensar o jejum.

Falcon et al. (2008) ao analisarem o leucograma de juvenis de tilápia-do-Nilo alimentados com dietas suplementadas com níveis de vitaminas C e lipídeo, e submetidos ao estresse por baixa temperatura observaram que todas as células sanguíneas de defesa (leucócitos totais, linfócitos, neutrófilos e monócitos) analisadas apresentaram diferenças nos animais expostos ao estresse por baixa temperatura. Os autores observaram um menor número de leucócitos e linfócitos e maior número de neutrófilos e monócitos nos juvenis em baixa temperatura. O quadro de leucopenia para os linfócitos aumenta a oportunidade para invasões microbianas e infecções nos peixes.

Oliveira (2015) demonstrou os parâmetros sanguíneos glicose, triglicérides, colesterol e proteínas totais da tilápia-do-Nilo cultivada em viveiros escavados sob diferentes estratégias de restrição alimentar. O autor observou que os manejos alimentares (VT1 - alimentação contínua; VT2 - um dia de restrição na semana; VT3 - dois dias consecutivos de restrição na semana e

VT4 - três dias consecutivos de restrição na semana) adotados não influenciaram nos níveis plasmáticos desses parâmetros após a realimentação. Os resultados mostraram que a realimentação levou a recuperação do glicogênio hepático e muscular, glicose sanguínea, aminoácidos, lipídio do fígado, ácidos graxos livres plasmáticos e proteína total plasmática aos níveis normais.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, C.A. et al. Ciclo reprodutivo de machos do lambari *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 (Osteichthyes - Characidae) no Rio Ivaí, Estado do Paraná. In: REUNIÃO produtiva de juvenis de tilápia-do-Nilo da linhagem GIFT. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 40, 1982.

ABDEL-TAWWAB, M.; KHATTAB, Y. A. E.; AHMAD, M. H. A.; SHALABY, A. M. E. Compensatory growth, feed utilization, whole body composition and hematological changes in starved juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Journal of Applied Aquaculture**. p. 17-36, 2006.

AGOSTINHO, A.; MIRANDA, LE.; BINI, LM.; GOMES, LC.; THOMAZ, SM.; SUZUKI, HIN., Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In TUNDISI, JG. and STRASKRABA, M. (Eds.). Theoretical reservoir ecology and its applications. **Leiden: Backhuys Publishers**. p. 227-265, 1999.

ALI, M.; NICIEZA, A.; WOOTTON, R. J.; Compensatory growth in fishes: A response to growth depression. **Fish and Fisheries**. v. 4, n. 2, p. 147-190, 2003.

ANDRIAN, I.F.; SILVA, H.B.R.; PERETTI, D. Dieta de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Characiformes, Characidae), da área de influência do reservatório de Corumbá, estado de Goiás, Brasil. **Acta Scientiarum**. p. 435-440, 2001.

ANDRADE, M. O.; LIMA, U. de A. **Variação estacional da composição centesimal do peixe de água doce *Pimelodus clarias* bloch (Mandi)**. Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz" Vol. XXXII. 1975.

ANDRADE, V.X.L.; MOREIRA, R.G.; SCHREINER, M. et al. **Efecto de la dieta lipidica en la composición de los acidos grasos almacenados en los tecidos del pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Siluriformes: Pimelodidae) criado en jaulas flotantes**. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DE ACUICULTURA, 5., 2005, Bogotá, Colômbia. Memorias. Universidad Nacional de Bogotá. p. 156-157, 2005.

ARAUCO, L. R. R.; COSTA, V. B. Restrição alimentar no desempenho produtivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Comunicata Scientiae**. p. 134-138, 2012.

ARAUJO, D. de M.; PEZZATO, A. C.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E.; NAKAGOME, F. K. Hematologia de tilápias-do-Nilo alimentadas com dietas óleos vegetais e estimuladas pelo frio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 46, n. 3, 2011.

- AZEVEDO, T. M. P.; MARTINS, M. L.; YAMASHITA, M. M.; FRANCISCO, C. J. Hematologia de *Oreochromis niloticus*: Comparação entre peixes mantidos em piscicultura consorciada com suínos e em pesque-pague no Vale do Rio Tijucas, Santa Catarina, Brasil. **Boletim Instituto de Pesca**. São Paulo, p. 41-49, 2006.
- BARBIERI, G. et al. Época de reprodução e peso/comprimento de duas espécies de *Astyanax* (Pisces, Characidae.) **Jornal Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 17, n. 7, p.1057-65, 1982.
- BASTROP, R.; SPANGENBERG, R.; JURSS, K. Biochemical adaptation of juvenile carpa (*Cyprinus carpio* L) to food deprivation. **Comparative Biochemistry and Physiology**. v. 9, p.143-149, 1991.
- BARCELLOS, L.J.G.; MARQUEZE, A.; TRAPP, M.; QUEVEDO, R.M.; FERREIRA, D. The effects of fasting on cortisol, blood glucose and liver and muscle glycogen in adult jundia *Rhamdia quelen*. **Aquaculture**. p. 231-236, 2010.
- BOSCARDIN, N. R. **Potencial para o desenvolvimento da aquicultura no Brasil**. In: OSTRENSKY, A.; BORGUETTI, J. R.; SOTO, D. Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer. Brasília DR, p. 276, 2008.
- CHERNOFF, B.; MACHADO-ALLISON, A. *Bryconops magoi* and *Bryconops collettei* (Characiformes: Characidae), two new freshwater fish species from Venezuela, with comments on *B. caudamaculatus* (Gunther). **Zootaxa**. n. 1094, p. 1-23., 2005.
- CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M.; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos Especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. TecArt, São Paulo, Brasil. p.533, 2005.
- COLES, E. H., Função hepática. In: COLES E. H. (Ed.). **Patologia Clínica veterinária**. São Paulo: Manole. p. 185-219. 1984.
- CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de Pescados e Derivados**. Jaboticabal: Funep, 1994.
- EMBRAPA. **Aquicultura brasileira cresce 123% em dez anos**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18797150/aquicultura-brasileira-cresce-123-em-dez-anos>>. Acesso em: <03 de setembro de 2018>.
- EL-SAYED, A. F.M. **Tilápia Culture**. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK, p. 294, 2006.
- FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018** - Meeting the sustainable development goals. Rome. 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/I9540EN/i9540en.pdf>>. Acesso em: <13 de dezembro de 2019>.
- FAO. **Fishery and Aquaculture Statistics 2017**. Roma. 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/ca5495t/ca5495t.pdf>>. Acesso em: <19 de fevereiro de 2020>.
- FALCON, D.R.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E.; SOLARTE, W. V. N.; GUIMARÃES, I. G. Leucograma da tilápia-do-Nilo arraçoada com dietas suplementas com níveis de

vitamina C e lipídeo submetidas a estresse por baixa temperatura. **Ciência Animal Brasileira**. v. 9, n. 3, p. 543-551, 2008.

FIGUEIREDO JÚNIOR, C. A.; VALENTE JÚNIOR, A. S. **Cultivo de tilápia no Brasil: origens e cenário atual**. Rio Branco, Acre. 2008.

FILHO, J. E. R. V.; SCHULTER, E.P. Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA**. Brasília: Rio de Janeiro. p. 42, 2017.

FIOGBÉ, E. D.; KESTMONT, P. Optimum daily ration for Eurasians perch *Perca fluviatilis* L. reared at its optimum growing temperature. **Aquaculture**. v. 216, p. 243-252, 2003.

FILHO, J. E. R. V.; SCHULTER, E.P. Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA**. Brasília: Rio de Janeiro. p. 42, 2017.

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 Ciências Tecnologia PUCRS - Série Zoologia**. 13, p. 65–88, 2000.

GARUTTI, V. **Piscicultura ecológica**. São Paulo: Editora UNESP. p. 332, 2003.

GALEB, L. A. G. **Avaliação dos efeitos toxicológicos da deltametrina em uma espécie de peixe fluvial nativo jundiá (*Rhamdia quelen*)**. Curitiba, 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2010.

GELLER, I.; CAMPOS, C.; NOLETO, R. B.; RIBEIRO, M. O. Avaliação do desempenho de alevinos de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) submetidos a dieta fracionada. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**. Maringá – PR. v. 12, n. 3, p. 797-813, 2019.

GHIRALDELLI, L. et al., Hematologia de *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) e *Cyprinus carpio* (Cyprinidae) mantidos em diferentes condições de manejo e alimentação no Estado de Santa Catarina, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**. Maringá, v. 28, n. 4, p. 319-325, 2006.

GOMES, L. C.; GOLOMBIESKI, J.; CHIPPARI-GOMES, A. R.; et al. Biologia do Jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**. v. 30, n. 1, p. 179-185, 2000.

HAYASHI, C., MEURER, F. BOSCOLO, W. R., LACERDA, C. H. F., KAVATA, L. C. B. Frequência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo *Astyanax bimaculatus*. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 33, n. 1, p. 21-26, 2004.

HORNICK, J. L. et al., Mechanisms of reduced and compensatory growth. **Domestic Animal Endocrinology**. v. 19, n. 2, p. 121-132, 2000.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal**. Brasília. v. 43. 2018.

IGARASHI, M. A.; PENAFORT, J. M.; SOUZA, R. A. L. Aspectos básicos do desenvolvimento da aquicultura no Brasil. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**. Paraná, v. 3, n. 3, 2009.

JABEE, F.; CHAUDHRY, A. S. Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species. **Food Chemistry**. v. 125, n. 3, p. 991-996, 2011.

JATOBÁ, A. Viabilidade de diferentes taxas de alimentação para o cultivo de *Astyanax bimaculatus*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. 2018.

JUSTI, K. C.; PADRE, R. das G; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E. de; MATSUSHITA, M. Efeitos da temperatura da água sobre desempenho e perfil de ácidos graxos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum Biological Sciences**. Maringá. v. 27, n. 4, p. 529-534, 2005.

JUNIOR, A. M. **Efeitos da temperatura no desempenho e na morfometria de tilápia, *Oreochromis niloticus*, de linhagem tailandesa**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: Minas Gerais - Brasil. 66 p., 2006.

KUBITZA, F. **Tilápia - Tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiá: Fernando Kubitza. p. 289 , 2000.

KUBTIZA, F. Manejo na produção de peixes: Manejo nutricional e alimentar. **Revista Panorama da Aquicultura**. v. 19, n. 111, 2009.

LARSON, A.; JOHANSSON-SJOBECK, M.J.; FANGE, R. Comparative study of some haematological and biochemical blood parameters in fishes from the Skagerrak. **Journal of Fish Biology**. London, v.9, p.425-440, 1976.

LUI, T. A. **Restrição alimentar para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Dissertação de Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus Toledo, PR. 48 p. 2016.

MARTELL, D. J.; KIEFFER, J. D; TRIPPEL, E. A. Effects of temperature during early life history on embryonic and larval development and growth in haddock. **Journal Fish Biology**. v. 66, p. 1558-1575. 2005.

MARTINS, M.L. et al. Falha na resposta do cortisol ao estresse por captura e por carragenina em *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae). **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 22, p. 545-552, 2000.

MARTINS, M.L. et al. Respostas do híbrido tambacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 macho x *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 fêmea) a estímulos simples e consecutivos de captura. **Boletim Instistituto de Pesca**. São Paulo, v. 28, p. 195-204, 2002.

MAZEAUD, M. M.; MAZEAUD, F.; DONALDSON, E. M.; Primary and secondary effects of stress in fish: some new data with a general review. **Transactions of the American Fisheries Society**. v. 106, p. 201-212, 1977.

- MÉLARD, C. et al. Compensatory growth of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE 4., 1997, Orlando. **Proceedings**. Orlando: NRAES, v.1, p.178-185, 1997.
- MELO, D.C. **Indicadores hematológicos e imunológicos após estresse crônico por hipóxia em tilapia (*Oreochromis niloticus*), linhagem chitralada**. Tese (Doutorado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 38 p., 2008.
- MEMON, N. N. et al. Changes in fatty acid composition in muscle of three farmed carp fish species (*Labeo rohita*, *Cirrhinus mrigala*, *Catla catla*) raised under the same conditions. **Food Chemistry**. v. 16, n. 2, p. 405-410, 2011.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; KAVATA, L.B.; LACERDA, C.H.F. Nível de Arraçamento para Alevinos de Lambari-do-Rabo-Amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 34, n.6, p. 1835 – 1840, 2005.
- NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A.A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P.V.; MAKRAKIS, M.C.; PAVANELLI, C.S. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. EDUEM, Maringá, p. 378., 2001.
- NEBO, CAROLINE ; PORTELLA, MARIA CÉLIA ; CARANI, FERNANDA REGINA ; DE ALMEIDA, FERNANDA LOSI ALVES ; PADOVANI, CARLOS ROBERTO ; CARVALHO, ROBSON FRANCISCO ; DAL-PAI-SILVA, MAELI . Short periods of fasting followed by refeeding change the expression of muscle growth-related genes in juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Comparative Biochemistry and Physiology. Part B: Biochemistry & Molecular Biology*. v. 164, p. 268-274, 2013.
- OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Química do pescado**. In: OGAWA, M.; MAIA, E. L. Manual de Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado. São Paulo: Varela, v. 1, cap. 4, p. 27-71. 1999.
- OLIVEIRA, G. R. **Restrição alimentar programada na produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em viveiros e em recirculação de água**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte – MG. p.134, 2015.
- OLIVEIRA, E. G.; SANTOS, F. J. de S. Piscicultura e os desafios de produzir em regiões com escassez de água. **Revista Ciência Animal**. Edição especial. 11 p., 2015.
- OLIVEIRA, M. M. et al., Effects crude protein levels on female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reproductive performance parameters. **Animal Reproduction Science**. v. 150, n. 1-2, p. 62-69, 2014.
- OLIVEIRA, T da S.; MAINO, M. M.; SANCHES, E. A. **Parâmetros zootécnicos do lambari-do-rabo-amarelo, *Astyanax altiparanae*, em diferentes regimes alimentares por 30 dias**. Resumos expandidos da 12ª Reunião Científica do Instituto de Pesca São Paulo. São Paulo, SP. p. 153-155. 2017.
- PALMA, E. H.; TAKAHASHI, L. S.; DIAS, L. T. S.; GIMBO, R. Y.; KOJIMA, J. T.; NICODEMO, D. Estratégia alimentar com ciclos de restrição e realimentação no desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo da linhagem GIFT. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 421-426, 2010.

PEIXES BR. **Anuários Peixe BR da Piscicultura 2020**. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/Anuario2020/AnuarioPeixeBR2020.pdf?>>. Acesso em: <19 de Fevereiro de 2020>.

PEREIRA, A. da C.; SILVA, R. F. **Produção de tilápia**. Niterói: Programa Rio Rural. 52 p. 2012.

PÉREZ-JIMÉNEZ, A.; GUEDES, M.J.; MORALES, A.E.; OLIVA-TELES, A. Metabolic responses to short starvation and refeeding in *Dicentrarchus labrax*. Effect of dietary composition. **Aquaculture**. p. 325-335, 2007.

PIEDRAS, S. R. N.; MORAES, P. R. R.; POUHEY, J. L. O. F. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. **Boletim Instituto de Pesca**. v. 30, n. 2, p. 177-182, 2004.

PORTO-FORESTI, F. et al. **Biologia e criação do lambari-do-rabo-amarelo** (*Astyanax altiparanae*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: UFSM. p.105-120. 2005.

PORTO-FORESTI, F.; CASTILHO-ALMEIDA, R. B.; SENHORINI, J. A.; FORESTI, F. **Biologia e criação do lambari-do-rabo-amarelo** (*Astyanax altiparanae*) in: Baldisserotto, B. e Gomes, L.C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Brasil: editora UFSM, p. 101 – 115. 2010.

PORTO-FORESTI, F.; CASTILHO-ALMEIDA, R.B.; SENHORINI, J.A.; FORESTI, F. Biologia e criação do lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*). In: BALDISSEROTTO, B. e GOMES, L.C. (org.) **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editora UFSM. (2.ed.). p.101-116. 2011.

REZENDE, F. P., FILHO, O. P. R., PEREIRA M. M., TAKABATAKE, E. Y., NAVARRO, R. D., SANTOS, L. C., SILVA, R. F., FILHO, C. B. C., Eficiência de diferentes substratos na desova de tambuí (*Astyanax altiparanae*). **Revista Ceres**. 52, p. 527-533. 2005.

ROBINS, C.R.; BAILEY, R.M.; BOND, C.E.; BROOKER, J.R.; LACHNER, E.A.; LEA, R.N. AND SCOTT, W.B. World fishes important to North Americans. Exclusive of species from the continental waters of the United States and Canada. **American Fisheries Society**. Spec. Publ. v. 21, p. 243, 1991.

ROSOL, T.J.; CAPEN, C.C Calcium-regulating hormone and diseases of abdominal mineral (calcium, phosphorus, magnesium metabolism). In: Kaneko J.J. **Clinical Biochemistry of Domestic Animal**. 4ª edição. London, Academic Press. p.678-745, 1989.

ROCHA LOURES, B. T. R.; RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L.; MOREIRA, H. L. M.; SUSSEL, F. R.; POVH, J. A. CAVICHIOLO, F. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Acta Scientiarum**. Maringá. v. 23, p. 877-833, 2001.

SALARO, A. L., D. A. V. CAMPELO, M. D. PONTES, J. A. S. ZUANON, V. R. B. FURUYA AND W. M. FURUYA. Avanços na nutrição e produção de lambaris. p. 491–501.

**In: Aquicultura no Brasil:** novas perspectivas (Brito, P. A. M. and J. R. M. Brito Eds.), São Carlos, SP, Brazil: Editora Pedro & João. 2015.

SANTOS, E. L.; SANTOS, I. V. V. de S.; LIRA, R. C.; SILVA, C. F.; MOURA, S. C. de S.; FERREIRA, A. J. dos S.; SILVA, R. M. Frequência de arraçoamento para alevinos de tilápia no Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Agropecuária Técnica**. v. 35, p. 171-177, 2014.

SANTOS, R.B.S.; TAVARES-DIAS, M. Células sanguíneas e resposta hematológica de *Oxydoras niger* (pisces, doradidae) oriundos da bacia do médio rio Solimões, estado do Amazonas (Brasil), naturalmente parasitados. **Boletim Instituto de Pesca**. São Paulo, v.36, n. 4, p. 283-292, 2010.

SARDELLA, B. A.; COOPER, J.; GONZALEZ, R. J.; et al. The effect of temperature on juvenile Mozambique tilapia hybrids (*Oreochromis mossambicus* x *O. urolepis hornorum*) exposed to full-strength and hypersaline seawater. **Comparative Biochemistry and Physiology**. Part A, v. 137, n. 4, p. 621-629. 2004.

SAINZ, R.D.; BENTLEY, B.E. Visceral organ mass and cellularity in growth-restricted and refed beef steers. **Journal of Animal Science**. v.75, n.5, p.1229-1236, 1997.

SEALEY, W. M.; CERQUEIRA, J. T.; GATLIN III, D. M. Restricted feeding regimes increase production efficiency in channel catfish. **Auburn: SRAC publication**, 1998.

SEBRAE – SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Criação de tilápias em tanques escavados**. Natal: Sebrae, 2014.

SEBRAE. **Criação de tilápias em viveiros escavados: Guia técnico para empreender na criação de tilápias em viveiros**. Sebrae, Brasília – DF. 2016.

SILVA, et al., Características morfométricas, rendimentos de carcaça, filé, vísceras e resíduos em tilápias do Nilo em diferentes faixas de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, n. 8 p. 1407-1412, 2009.

SILVA, N. J. R.; LOPES, M.C.; GONÇALVES, F. H. A. S. B.; GONSALES, G. Z.; HENRIQUES, M. B. Avaliação do potencial do mercado consumidor de lambari da baixada santista. **Informações Econômicas**. SP, v. 41, n. 12, dez. 2011.

SILVA, N. J. R.; M. C. LOPES, J. B K.; FERNANDES; M. B. HENRIQUES. Caracterização dos sistemas de criação e da cadeia produtiva do lambari no estado de São Paulo, Brasil. **Informações Econômicas**. p. 17–28, 2011b.

SILVA, T. R. M.; CHUNG, S.; ARAÚJO, T. A. T.; AZEVEDO, K. S. P.; SANTOS, M. C.; BICUDO, A. J. de A. Substituição do milho pelo farelo de algaroba (*Prosopis juliflora*) em dietas para juvenis de tilápia-do-Nilo cultivados em baixas temperaturas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.10, n. 3, p. 460-465, 2015.

SOUZA, V.L.; OLIVEIRA, E.G.; URBINATI, E.C. Effects of food restriction and (Characidae). **Journal Aquatic Tropical**. v.15, n.4, p.371-379, 2000.

SOUZA, V. L. et al., Composição corporal e índices biométricos do pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes, Characidae) submetidos a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 2, p. 533-540, 2002.

SUN, L.T. et al. The physiological responses of tilapia exposed to low temperatures. **Journal of Thermal Biology**. Exeter, v. 17, p. 149-153, 1992.

SUSSEL, F.R. 2012. **Fontes e níveis de proteína na alimentação do lambari-do-rabo-amarelo**: desempenho produtivo e análise econômica. Pirassununga. 105p. (Tese de Doutorado. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo). 2012.

SHCHERBINA, M.A.; Z.A. MUKOSEEVA. Gluconeogenesis as a source of energy supply in *Cyprinus carpio* L. during winter starvation. **Voprosy Ikhtiologii**. p. 557-561, 1978.

SULLIVAN, K.M. Physiology of feeding and starvation tolerance in overwintering freshwater fishes. Pages 259-268 in C.A. Simenstad and G.M. Cailliet, eds. **Contemporary Studies on Fish Feeding**. Junk Publication, Dordrecht, Germany. 1986.

TAKISHITA, S. S. et al. Níveis de lisina digestível em rações para alevinos de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, n. 11, p. 2099-2105, 2009.

TAVARES-DIAS, M.; SCHALCH, S.H.C.; MARTINS, M.L.; SILVA, E.D.; MORAES, F.R.; PERECIN, D. 1999 Hematologia de teleósteos brasileiros com infecção parasitária. I. Variáveis do *Leporinus macrocephalus* Garavelo e Britski, 1988 (Anostomidae) e *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Characidae). **Acta Scientiarum**. Maringá, p. 337-342, 1999.

TAVARES-DIAS, M.; MELO, J.F.B.; MORAES, G.; MORAES, F.R. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. IV. Variáveis do Jundiá (*Rhamdia quelen*) (Pimelodidae). **Ciência Rural**. Santa Maria, v.32, n.4,p.693-698, 2002.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ribeirão Preto: Villimpres. p. 144, 2004.

TAVARES-DIAS, M.; ISHIKAWA, M.M.; MARTINS, M.L.; SATAKE, F.; HISANO, H.; PÁDUA, S.B.; JERÔNIMO, G.T.; SANT'ANA, A.R. Hematologia: ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo. In: SARAN-NETO, A; MARIANO, W.S.; POZZOBON- SORIA, S.F. (Org.). **Tópicos especiais em saúde e criação animal**. 1 ed. São Carlos: Pedro & João Editores. p. 43-80, 2009.

TIAN, X.; QIN, J.G. A single phase of food deprivation provoked compensatory growth in barramundi (*Lates calcarifer*). **Aquaculture**. v.224, n.1-4, p.169-179, 2003.

THRALL, M. A; BAKER, D.C; CAMPBELL, T.W.; et al. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. São Paulo: Rocca, p. 582, 2006.

THRALL. MARY.A, et al.; **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. 1 Ed. São Paulo: Roca, 2007.

URBINATI, E. C.; ABREU, J.; CAMARGO, A.; PARRA, M. Loading and transport stress in juvenile matrinxã (*Brycon cephalus*) at various densities. **Aquaculture**. v. 229, p. 389-400, 2004.

URBINATI, E.C. **Manejo Alimentar e Reprodução de peixes**. Disponível em: <<http://www.iiap.org.com.br>>. <Acesso em 21 Abril de 2019>.2010.

UEDA, I. K.; EGAMI, M. I.; SASSO, W. da S.; MATUSHIMA, E. R. Hematological studies in *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) (Cichlidae, Teleostei) – Parte I. **Brazilian Journal Veterinary Research and Animal Science**. São Paulo. v. 34., n. 5, p. 270-275. 1997.

VALLADÃO, G. M. R., S. U. GALLANI; F. PILARSKI. South America fish for continental aquaculture. **Revista Aquaculture**. 2016.

VEIVERBERG, C. A.; BERGAMIN, G. T.; RADUNZ NETO, J.; LAZZARI, R.; CORRÊIA, V.; ROSSATO, S.; SUTILI, F. J.; FERREIRA, C. C. Farelo de soja como substituto à farinha de carne e ossos em dietas para juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*). **Boletim Instituto de Pesca**. São Paulo. p. 463-472, 2008.

VOSYLIENÉ, M. Z. The effect of heavy metals on haematological indices of fish (Survey). **Acta Zoologica Lituanica**. Hydriobiologia, v. 9. n. 2. 1999.

WANG, Y.; LI, C.; QIN, J.G.; HAN, H. Cyclical feed deprivation and refeeding fails to enhance compensatory growth in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture**, Res. 40, p. 204-210. 2009.

WEATHERLEY, A.H.; GILL, H.S. Tissues and growth. In *The Biology of Fish Growth*. **New York: Academic Press**. p. 147-175. 1987.

WENDERLAAR BONGA, S.E. The stress response in fish. **Physiological Reviews**. v. 77, n. 3, p. 591-625, 1997.

WEISS, D.J.; WARDROP, J.; SCHALM, O.W. **Schalm's Veterinary Hematology**. 6.ed. Iowa: Blackwell Publishing. p. 1206, 2010.

WALSH, P.J., FOSTER, G.D., MOON, T.W. The effects of temperature on metabolism of the american eel *Anguilla rostrata* (LeSUEUR): compensation in the summer as torpor in the winter. **Physiological Zoology**. Chicago, v. 56, n. 4, p. 532-540, 1983.

WEATHERLEY, A.H.; GILL, H.S. **The Biology of Fish Growth**. London: Academic Press, p. 443, 1987.

WORKAGEGN, K. B. Evaluation of growth performance, feed utilization efficiency and survival rate of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) reared at different water temperature. **International Journal of Aquaculture**. v.2, n.9, p.59-64, 2012.

ZIMBA, R. D. **Desempenho produtivo e reprodutivo de lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DSGS)**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. p. 87, 2016.

## CAPÍTULO II

### 4- CURTOS REGIMES DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR NO DESEMPENHO PRODUTIVO DE JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromius niloticus*) E LAMBARI-DO-RABO-AMARELO (*Astyanax altiparanae*)

#### RESUMO

A temperatura da água é um dos fatores mais importantes na criação dos organismos aquáticos e em condições fora da adequada, principalmente em baixas temperaturas para as espécies tropicais, os peixes apresentam uma diminuição do consumo e crescimento. Nesse contexto, a restrição alimentar pode ser uma alternativa de manejo para melhorar o aproveitamento dos nutrientes das dietas e, conseqüentemente, otimizar o crescimento das espécies de peixes tropicais em condições desfavoráveis para a sua fisiologia e desenvolvimento. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de curtas restrições alimentares em baixas temperaturas no desempenho, custo médio de arraçamento (CMA), composição corporal e parâmetros sanguíneos em juvenis de tilápia-do-Nilo e lambari-do-rabo-amarelo. Os experimentos foram realizados em um tanque de alvenaria no qual foram alocados 18 hapas, sendo 9 para cada espécie, tilápia-do-Nilo e lambari-do-rabo-amarelo. Foram testados três manejos de alimentação para ambas as espécies: 1- alimento ofertado em todas as refeições; 2 - alimento ofertado no período da manhã; e 3: alimento ofertado no período da tarde. A média de temperatura foi de  $21,4 \pm 2,9^{\circ}\text{C}$  (mínima  $12^{\circ}\text{C}$  e máxima  $28,6^{\circ}\text{C}$ ), sendo no período da manhã  $20,4 \pm 2,7^{\circ}\text{C}$  e no período da tarde  $22,5 \pm 2,4^{\circ}\text{C}$ . As médias de amônia total, fosfato, pH, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos foram de  $0,41 \pm 0,13$  mg/L,  $0,28 \pm 0,21$  mg/L,  $8,34 \pm 0,48$ ,  $0,15 \pm 0,01$   $\mu\text{S/cm}$  e  $0,08 \pm 0,01$  ppt. O oxigênio ficou acima de 5 mg/L. Ao final de 90 dias de experimento, apenas os parâmetros de consumo de dieta e conversão alimentar para tilápia e o consumo de dieta para o lambari apresentaram maiores valores no tratamento em que os peixes foram alimentados em todas as refeições. O CMA foi menor nos tratamentos restritivos. A composição corporal foi semelhante entre os tratamentos para as duas espécies, com exceção do lambari, em que a umidade foi maior nos animais alimentados pela manhã. A alimentação pela manhã proporcionou maiores valores de AST e ureia para as tilápias e proteína plasmática nos lambaris. Por fim, chegamos à conclusão que em baixas temperaturas não há necessidade de manter a alimentação pela manhã e pela tarde para as espécies tilápia e lambari, pois independente do manejo alimentar adotado as espécies apresentaram desempenho semelhante. No entanto, os manejos levam a alterações na composição corporal do lambari e em alguns parâmetros sanguíneos e bioquímicos para ambas as espécies.

**PALAVRAS-CHAVE:** aquicultura; piscicultura, manejo alimentar, composição corporal, parâmetros sanguíneos, análise econômica.

#### ABSTRACT

The water temperature is one of the most important factors in aquaculture and in conditions that are not adequate, especially at low temperatures for tropical species, fish show a decreasing of consumption and growth. In this context, food restriction can be a alternative management to improve the use of nutrients in diets and, consequently, to optimize the

growth of tropical fish species in adverse conditions for their physiology and development. The objective of this study was to evaluate the effect of short-period of dietary restrictions at low temperatures on performance, average feed cost (AFC), body composition, blood parameters in juveniles of Nile tilapia and yellow-tailed lambari. The experiments were carried out in 18 tanks, nine for each species, Nile tilapia and yellow-tail lambari. Three feeding managements were tested for both species: 1- formulated diet was offered at all meals (morning and afternoon); 2 - formulated diet was offered in the morning; and 3: formulated diet was offered in the afternoon. The temperature was  $21.4 \pm 2.9^{\circ}\text{C}$  (minimum  $12.0^{\circ}\text{C}$  and maximum  $28.6^{\circ}\text{C}$ ), with  $20.4 \pm 2.7^{\circ}\text{C}$  in the morning and  $22.5 \pm 2.4^{\circ}\text{C}$  in the afternoon. The total ammonia, phosphate, pH, electrical conductivity and total dissolved solids were  $0.41 \pm 0.13\text{ mg/L}$ ,  $0.28 \pm 0.21\text{ mg/L}$ ,  $8.34 \pm 0.48$ ,  $0$ ,  $15 \pm 0.01\ \mu\text{S/cm}$  and  $0.08 \pm 0.01\text{ ppt}$ , respectively. Oxygen was above  $5\text{ mg/L}$ . At the end of 90 days of experiment, the dietary intake and feed conversion for tilapia and dietary intake for lambari were different between treatments. The AFC was lower in restrictive treatments. The body composition was similar between treatments for both species, with the exception of lambari, in which the humidity was higher in animals fed in the morning. Feeding in the morning provided higher values of AST and urea for tilapia and plasma protein for lambaris. Finally, we can conclude that at low temperatures there is no need to keep feeding in the morning and in the afternoon for the tilapia and lambari species, because regardless of the food management adopted, the species showed similar performance. However, the restrictive management lead to changes in the body composition of lambari and in some blood parameters for both species.

**KEYWORDS:** aquaculture; fish farming, food management, body composition, blood parameter, economic analysis.

#### **4.1 - INTRODUÇÃO**

A aquicultura representou 47% do total da produção pesqueira mundial em 2017, sendo que sua produção global (excluindo de plantas aquáticas) foi estimada em 172,6 milhões de toneladas (FAO, 2019). A produção aquícola no Brasil alcançou 758.006 toneladas de peixes de cultivo em 2019, representando um crescimento de 4,9% em relação ao ano anterior. A piscicultura brasileira demonstrou um crescimento acelerado dentro do setor de alimentos, devido ao país apresentar recursos hídricos, vasta extensão territorial, clima propício e espécies com pacotes tecnológicos bem avançados (FAO, 2019; PEIXES BR, 2020).

A tilápia alcançou uma produção de 432.149 toneladas em 2019, com crescimento de 7,9% em relação ao ano anterior. Esse valor representou 57% da produção total de peixe de cultivo. O aumento da produção de tilápia ocorreu por ser uma espécie muito apreciada pelo mercado consumidor, com um bom rendimento em filé e de alta qualidade. Ainda, vale a pena mencionar a rusticidade da espécie nos sistemas de produção utilizados para a sua criação e os avanços obtidos para o aprimoramento do seu pacote tecnológico, que impulsionou a criação da tilápia em todos os estados do Brasil (PEIXE BR, 2020).

O lambari-do-rabo-amarelo *Astyanax altiparanae* tem um grande potencial para a piscicultura e apesar de possuir um mercado específico, apresenta possibilidades de expansão por ser uma espécie de fácil manejo alimentar e bom desempenho zootécnico. Atualmente, a espécie é utilizada como petisco e muito procurada como isca para a pesca esportiva (HAYASHI et al., 2004).

Devido ao aumento do interesse do cultivo de espécies nativas e exóticas, como o lambari e a tilápia, é necessário o desenvolvimento de pesquisas básicas para promover o manejo alimentar adequado que contribua para o ótimo desempenho produtivo dessas espécies. Dessa forma, os estudos de nutrição e de manejo de alimentação visam alcançar melhores taxas de eficiência alimentar e econômica para o produtor (HAYASHI et al., 2004; OLIVEIRA, 2015).

Um dos fatores ambientais que afetam diretamente o cultivo é a temperatura da água. As variações nesse fator influenciam diretamente no metabolismo e no manejo alimentar dos peixes, que por serem animais ectotérmicos variam a temperatura corpórea de acordo com a do ambiente (BALDISSEROTO, 2002). Portanto, quando há decréscimo nesse parâmetro, principalmente em regiões onde o inverno é mais rigoroso, deve-se adaptar o manejo alimentar dos peixes para que os mesmos não sejam afetados, juntamente com a água e o sistema de produção.

Dentre as práticas de manejo alimentar utilizadas no cultivo de peixes, a restrição alimentar é uma estratégia que visa melhorar a taxa de crescimento, reduzir custos de produção, melhorar o aproveitamento da dieta, evitando sobras, e manter uma boa qualidade de água. Portanto, o uso da técnica de restrição pode permitir uma reavaliação dos manejos pré-estabelecidos e ainda promover estratégias para evitar o desperdício de dieta em regiões com invernos mais rigorosos, como as subtropicais, em que as temperaturas baixas afetam diretamente o manejo alimentar (HORNICK et al., 2000; BLANCKENHORN, 2005; HAYWARD et al., 1997).

O estudo teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo de juvenis de tilápia-do-Nilo e lambari-do-rabo-amarelo em regimes de restrição alimentar em baixas temperaturas, caracterizando seu desempenho, composição corporal, parâmetros sanguíneos e análise de custo relacionado ao manejo de alimentação, mais especificamente em relação ao custo médio de arraçamento.

## 4.2- MATERIAL E MÉTODOS

### 4.2.1 - Local, infraestrutura e desenho experimental.

O experimento foi realizado na Unidade Didática de Piscicultura, Pesquisa e Produção de Peixes de Cordeiro (UDPPPC) Vereador João Correa da Silva, pertencente à Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ). Todos os métodos e manejos utilizados nesse estudo foram aprovados pela CEUA-Fiperj (nº 003/2019). O experimento foi realizado em um tanque de alvenaria de 10 x 5 x 1,5 m (comprimento x largura x altura) em que foram alocados as 18 hapas, sendo 9 para cada espécie, tilápia-do-Nilo (T1, T2 e T3) e lambari-do-rabo-amarelo (L1, L2 e L3).

**Figura 1:** Unidade Didática de Piscicultura, Pesquisa e Produção de Peixes de Cordeiro - UDPPPC/ FIPERJ



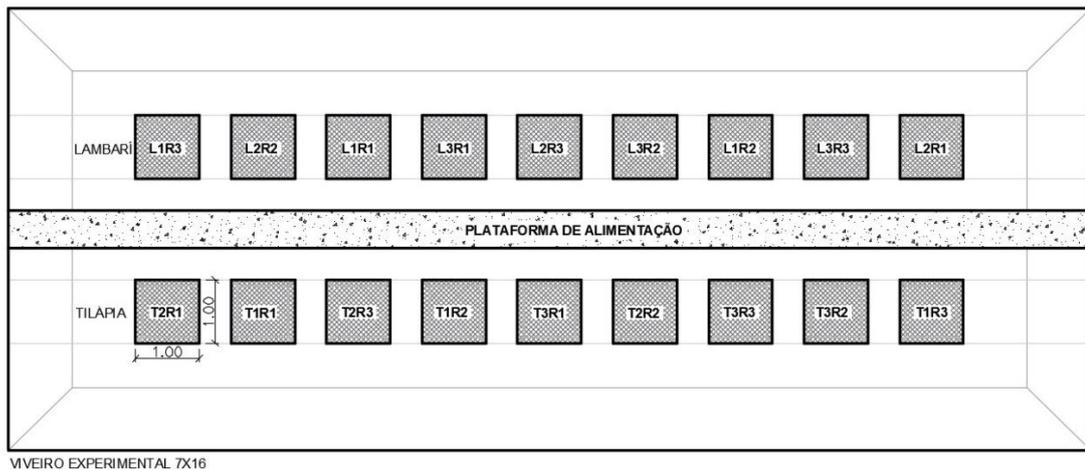
Fonte: Google Maps.

Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições para cada espécie, totalizando 18 unidades experimentais (Figura 2), com 9 hapas para cada espécie. Os três manejos de alimentação testados foram: T1 ou L1 - alimento ofertado em todas refeições (8:00, 11:00, 14:00 e 17:00h); T2 ou L2 - alimento ofertado no período da manhã (8:00 e 11:00); e T3 ou L3: alimento ofertado no período da tarde (14:00 e 17:00h). Um total de 540 juvenis de tilápia-do-Nilo ( $8,9 \pm 2,2$ g e  $8,0 \pm 0,7$  cm) e lambari-do-rabo-amarelo ( $3,6 \pm 0,8$ g e  $6,4 \pm 0,4$  cm) foram distribuídos em 18 hapas experimentais de aproximadamente 200 l de volume útil cada, sendo 30 juvenis por hapa.

A dieta foi ofertada até a saciedade aparente e as quantidades foram anotadas para avaliação do consumo e conversão alimentar. A dieta comercial utilizada no experimento, com diâmetro de 0,8 a 1mm, apresentou em sua composição: 45% de proteína bruta, 13% de

umidade, 9% de extrato etéreo, 3,6% de fibra bruta e 16% de matéria mineral, dados disponibilizados pelo fabricante.

**Figura 2:** Layout das 18 hapas experimentais alocadas no viveiro durante o experimento e a distribuição dos tratamentos e repetições com os juvenis de tilápia-do-Nilo (T1, T2 e T3) e lambari-do-rabo-amarelo (L1, L2 e L3).



Fonte: Arquivo pessoal.

#### 4.2.2- Qualidade de água

A temperatura da água do viveiro foi medida diariamente, pela manhã e pela tarde, utilizando-se um termômetro analógico. Os demais parâmetros, amônia total, fosfato, pH, condutividade elétrica, sólidos totais e oxigênio dissolvido foram aferidos apenas uma vez na semana por medidor multiparâmetro HANNA<sup>®</sup>, modelos HI9146 e HI 98130, e fotômetro multiparâmetros da HANNA<sup>®</sup> modelo HI 83203.

#### 4.2.3- Desempenho produtivo e custo médio de arraçoamento

Ao final do experimento os peixes foram medidos e pesados individualmente em balança digital e ictiômetro, respectivamente. Com os dados de biometria foram calculados: o ganho em peso (peso final - peso inicial), taxa de crescimento específico (TCE:  $\ln$  peso final -  $\ln$  peso inicial / tempo em dias), fator de condição ( $K$ ) =  $100 \times (\text{peso médio final} / \text{comprimento médio total final}^b)$ , consumo de dieta total (g) (dieta fornecida/dia x n° total de dias referentes ao período experimental) e conversão alimentar aparente (CA= quantidade de dieta fornecida/ganho em peso).

O Custo Médio de Arraçoamento (CMA) foi calculado a partir do método descrito por Souza (2017), o qual baseia-se no custo total relativo em função do produto do consumo de dieta no período avaliado (CR), do custo médio do quilo de dieta, da conversão alimentar (CA) e da mão de obra.

$$CMA = (CR \text{ no período} * \text{custo da dieta} * \text{conversão alimentar}) + \text{mão de obra}$$

O custo médio do quilo da dieta comercial para juvenis foi de R\$ 11,00/quilo, sendo adquirida em uma loja agropecuária na mesma cidade onde foi realizado o experimento. O custo com mão de obra considerou a remuneração paga ao trabalhador para alimentar os organismos durante a manhã e à tarde, no qual o tempo gasto para alimentação foi de aproximadamente 30 minutos por tratamento em um período de 90 dias. A hora do trabalhador foi de R\$ 7,35, onde esse valor foi calculado a partir da relação entre o salário mínimo do ano 2019 (R\$ 998,00 + 65% de encargos sociais diretos= R\$1646,70/mês) e as horas trabalhadas no mês (224 horas).

Também foi realizado um cenário produtivo em que o tempo de alimentação e a densidade de estocagem foram otimizados. Neste caso, o tempo foi diminuído pela metade e a densidade foi aumentada para 1000 juvenis/gaiola. Dessa forma, foi realizado um novo cálculo para o custo operacional de arraçoamento em um cultivo real em hapas baseado apenas na mão de obra e na quantidade de dieta utilizada.

#### 4.2.4- Análise de composição corporal

Para análise de composição corporal foi utilizado o *pool* (tilápia, n = 5 peixes/réplica; lambari n = 10-15 peixes/réplica). Parte dos peixes coletados foram oriundos da coleta de sangue. As amostras de juvenis de tilápia e lambari foram colocadas em bandejas de alumínio e foram secas em estufa a 55°C por 72 horas. Após a secagem, as amostras foram trituradas em moedor (IKA® A11 Basic) automático para que pudessem ser realizadas as análises de composição corporal em laboratório. Foram realizadas as análises de umidade, matéria mineral, proteína e extrato etéreo. A proteína bruta das amostras foi obtida pelo método de Kjeldahl e usado o fator 6,25 para multiplicação e correção dos dados. Para determinação do extrato etéreo foi realizado a extração com éter de petróleo em aparelho Soxhlet por 12 horas. As cinzas foram determinadas em mufla a 550°C durante 4 horas, por incineração. A umidade foi obtida em estufa a 105°C por 12 horas. As metodologias utilizadas foram descritas por Silva e Queiroz (2002).

#### 4.2.5- Análises sanguíneas

As amostras de sangue coletadas (n= 15 peixes/tratamento) foram utilizadas para as análises de hematócrito, proteína plasmática, glicose, triglicerídeos, ureia, creatinina, aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT) e hemoglobina para a tilápia e hematócrito, proteína plasmática, glicose e triglicerídeos para o lambari. As contagens de eritrócitos, trombócitos, leucócitos, linfócitos, neutrófilos e monócitos foram realizadas para as duas espécies. A diferença entre os parâmetros bioquímicos utilizados para cada espécie está relacionada a quantidade de sangue obtida, sendo um maior volume coletado nas tilápias por venopunção na artéria vertebral caudal com acesso ventral, cerca de 1 mL de sangue recolhido sem anticoagulante. Para o lambari o sangue foi coletado utilizando seringas por meio do corte do pedúnculo caudal (ISHIKAWA ET AL., 2010; RAMZANI-PAIVA ET AL., 2013).

As análises de hematócrito foram realizadas em tubos capilares, preenchidos com aproximadamente 2/3 de sangue previamente homogeneizado. Estes tubos capilares foram centrifugados durante 15 min. a 10000 rpm (Centrífuga Microspin-Spin 1000<sup>®</sup>; Micros-spin (Mikro)- Laborline, Barueri, SP, Brasil). A leitura foi realizada no cartão apropriado, igualando o menisco do plasma com a linha superior da régua (linha 100) e a mesma, sendo igualada a extremidade inferior da porção eritrocitária com a linha inferior da régua (linha zero), de modo que o resultado indicasse o valor da linha. A proteína plasmática foi determinada por refratômetro portátil para proteína plasmática (Instrutherm<sup>®</sup>). Os analitos bioquímicos glicose e triglicerídeos na análise de sangue dos lambaris foram quantificados por meio de kit comercial (Accutrend Plus, Cobas<sup>®</sup>, Roche Diagnostic Systems, Ramsey, MN, USA). Os analitos bioquímicos glicose, triglicerídeos, ureia, creatinina, AST e ALT para a tilápia foram analisados no equipamento COBAS<sup>®</sup>.

Os parâmetros hematológicos eritrócitos, leucócitos, trombócitos, neutrófilos e monócitos e a concentração de hemoglobina foram analisados de acordo com a metodologia estabelecida por Almosny et al. (1993) e Almosny e Santos (2001).

#### 4.2.6- Análises estatísticas

Os dados dos parâmetros avaliados foram submetidos aos testes de Cramer-von Mises e Levene's para verificar a normalidade dos erros e a homocedasticidade das variâncias, respectivamente. Após esses procedimentos, foi realizada a análise de variância (ANOVA) e quando constatada diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a

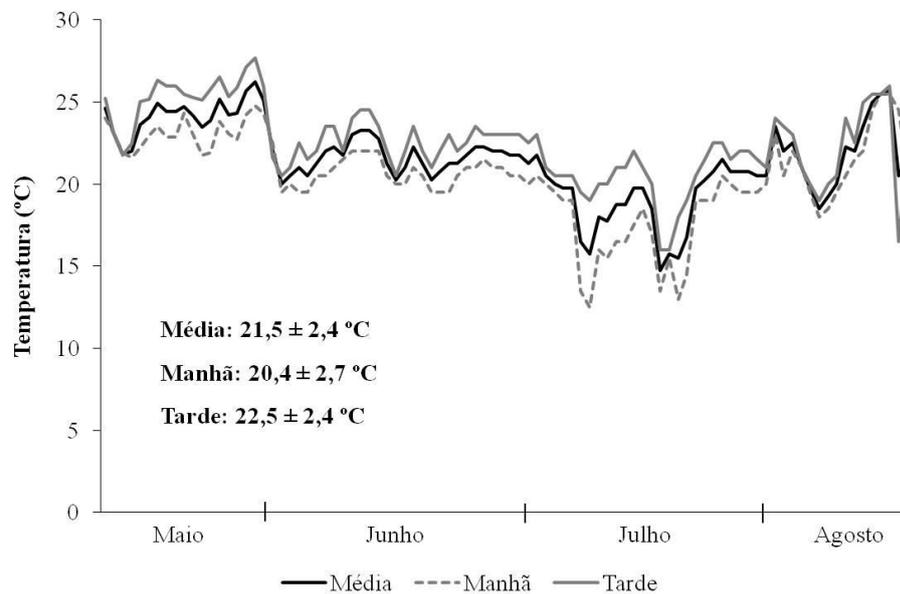
5% de probabilidade. Todos os procedimentos estatísticos foram analisados no programa SAS.

### 4.3- Resultados

#### 4.3.1 Qualidade de água

A maior temperatura da água registrada foi de 28,6°C e a menor temperatura de 12°C (Figura 3). A média de temperatura durante o experimento foi de 21,4±2,9°C, sendo no período da manhã de 20,4±2,7°C e no período da tarde de 22,5±2,4°C. As médias de amônia total, fosfato, pH, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos foram de 0,41±0,13 mg/L, 0,28±0,21 mg/L, 8,34±0,48, 0,15±0,01 µS/cm e 0,08±0,01 ppt, respectivamente, aferidos uma vez na semana. O oxigênio ficou acima de 5 mg/L.

**Figura 3:** Valores de temperatura durante o experimento de restrição alimentar com juvenis de tilápia-do-Nilo e lambari-do-rabo-amarelo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.3.1 Desempenho e custo médio de arraçamento

Os parâmetros de desempenho dos juvenis de tilápia-do-Nilo submetidos a regimes de restrição alimentar estão apresentados na Tabela 1. Não foram encontradas diferenças estatísticas para o peso, comprimento total, ganho em peso, TCE, fator de condição e

sobrevivência. No entanto, o consumo de dieta e a conversão alimentar foram diferentes entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ). O maior consumo e a maior conversão ( $P < 0,05$ ) foram observados nos animais alimentados em todas refeições e os menores valores ( $P < 0,05$ ) foram observados nos animais alimentados no período da tarde. O tratamento em que os peixes foram alimentados pela manhã não apresentou diferença estatística para o consumo de dieta e conversão alimentar na comparação com os demais tratamentos.

Os parâmetros de desempenho do lambari-do-rabo-amarelo submetidos a regimes de restrição alimentar estão apresentados na Tabela 2. O único parâmetro com diferença estatística foi o consumo de dieta, em que os peixes que receberam todas as refeições apresentaram maiores valores de consumo ( $P < 0,05$ ). As restrições, tanto pela manhã quanto pela tarde, proporcionaram menores ( $P < 0,05$ ) valores de consumo de dieta e similares entre si ( $P > 0,05$ ).

A Tabela 3 mostra os resultados dos valores de custo médio de arraçamento (CMA, R\$) para o experimento na produção de juvenis de tilápia-do-Nilo e lambari-do-rabo-amarelo submetidos aos manejos de restrição alimentar. A partir do CMA calculado para o experimento observou-se que os tratamentos restritivos apresentaram menores valores em comparação com o tratamento sem restrição. No cenário criado em que os manejos de alimentação e densidade de estocagem foram otimizados foi encontrado que os tratamentos restritivos apresentaram menores valores para essa variável em comparação com o tratamento sem privação.

**Tabela 1:** Desempenho (média  $\pm$  desvio padrão) de juvenis de tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* submetidos a regimes de restrição alimentar e tratamento controle em baixas temperaturas.

Tratamentos	Parâmetros							
	Peso (g)	CT (cm)	GP (g)	TCE (%/dia)	CDI (g)	CA	K	Sob. (%)
T1	55,8 $\pm$ 16,4	14,2 $\pm$ 1,4	46,9 $\pm$ 5,2	2,0 $\pm$ 0,1	65,6 $\pm$ 4,9 a	1,33 $\pm$ 0,23 a	1,93 $\pm$ 0,02	91,1 $\pm$ 6,9
T2	52,2 $\pm$ 34,5	13,9 $\pm$ 1,3	43,2 $\pm$ 3,7	1,9 $\pm$ 0,1	55,4 $\pm$ 2,8 ab	1,1 $\pm$ 0,04 ab	2,08 $\pm$ 0,16	87,8 $\pm$ 5,1
T3	52,0 $\pm$ 33,5	13,7 $\pm$ 1,3	43,0 $\pm$ 2,1	1,9 $\pm$ 0,05	46,1 $\pm$ 4,5 b	0,9 $\pm$ 0,08 b	2,01 $\pm$ 0,01	92,2 $\pm$ 8,4
C.V.	32,1	10,5	8,2	3,8	16,5	15,8	5,1	7,0
Valor de F	0,8713	2,255	0,6281	0,5827	16,4	4,77	2,078	0,333
Prob.	0,42	0,1075	0,5653	0,5871	0,003681	0,005746	0,2062	0,729

Letras minúsculas nas colunas indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ). T1 - alimento fornecido em todas refeições (manhã e tarde, às 800, 1100, 1400 e 1700h); T2 - alimento fornecido nas refeições da manhã, às 800 e 1100h; T3 - alimento fornecido nas refeições da tarde, às 1400 e 1700h. CT = comprimento total; GP= Ganho em peso; TCE= Taxa de crescimento específico; CDI= Consumo de dieta individual; CA= Conversão alimentar; K= Fator de condição; Sob. = Sobrevivência; CV= Coeficiente de variação; Prob. = Probabilidade.

**Tabela 2:** Desempenho (média  $\pm$  desvio padrão) de juvenis de lambari-do-rabo-amarelo *Astyanax altiparanae* submetidos a regimes de restrição alimentar e tratamento controle em baixas temperaturas.

Tratamentos	Parâmetros							
	Peso (g)	CT (cm)	GP (g)	TCE (%/dia)	CDI (g)	CA	K	Sob. (%)
L1	4,7 $\pm$ 1,7	7,1 $\pm$ 0,8	1,04 $\pm$ 0,19	0,28 $\pm$ 0,05	2,46 $\pm$ 0,31 a	2,41 $\pm$ 0,39	1,32 $\pm$ 0,09	92,2 $\pm$ 8,4
L2	4,2 $\pm$ 1,2	6,9 $\pm$ 0,7	0,63 $\pm$ 0,30	0,18 $\pm$ 0,08	1,50 $\pm$ 0,05 b	2,91 $\pm$ 1,74	1,29 $\pm$ 0,05	91,1 $\pm$ 6,9
L3	4,6 $\pm$ 1,7	7,1 $\pm$ 0,8	1,02 $\pm$ 0,39	0,27 $\pm$ 0,12	1,64 $\pm$ 0,24 b	1,91 $\pm$ 0,94	1,29 $\pm$ 0,03	94,4 $\pm$ 5,1
C.V.	36,9	7,0	40,1	37,2	26,3	45,5	4,2	6,7
Valor de F	1,324	1,392	1,291	1,286	15,05	0,5527	0,1851	0,1793
Prob.	0,2683	0,251	0,3417	0,3429	0,004591	0,6021	0,8356	0,84

Letras minúsculas nas colunas indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ). L1 - alimento fornecido em todas refeições (manhã e tarde, às 800, 1100, 1400 e 1700h); L2 - alimento fornecido nas refeições da manhã, às 800 e 1100h; L3 - alimento fornecido nas refeições da tarde, às 1400 e 1700h. CT = comprimento total; GP= Ganho em peso; TCE= Taxa de crescimento específico; CDI= Consumo de dieta individual; CA= Conversão alimentar; K= Fator de condição; Sob. = Sobrevivência; CV= Coeficiente de variação; Prob. = Probabilidade.

**Tabela 3:** Valores de custo médio de arraaçoamento (CMA, R\$) para o experimento na produção de juvenis de tilápia-do-Nilo e lambari-do-rabo-amarelo submetidos aos manejos de restrição alimentar e tratamento controle em baixas temperaturas.

Variável de custo	Tilápia			Lambari		
	T1	T2	T3	L1	L2	L3
CMA experimento	1419,97	734,34	714,68	1345,09	665,95	677,38
CMA/peixe	15,78	8,16	7,94	14,95	7,40	7,53
CMA*	3884,55	2755,22	2097,13	683,47	335,14	346,57
CMA/peixe*	1,29	0,92	0,70	0,23	0,11	0,12

\*Cenário otimizando o local de produção e o tempo de alimentação, aumentando a densidade para 1000 juvenis/ gaiola e diminuindo pela metade o tempo de alimentação/gaiola. T1 - alimento fornecido em todas refeições (manhã e tarde, às 800, 1100, 1400 e 1700h); T2 - alimento fornecido nas refeições da manhã, às 800 e 1100h; T3 - alimento fornecido nas refeições da tarde, às 1400 e 1700h.

#### 4.3.2 Composição corporal

Os resultados das análises de composição corporal da tilápia-do-Nilo encontram-se na Tabela 4. As médias de umidade, proteína, extrato etéreo e cinzas foram estatisticamente semelhantes entre os tratamentos.

Os resultados das análises de composição corporal do lambari-do-rabo-amarelo encontram-se na Tabela 5. As médias de proteína, extrato etéreo e cinzas foram estatisticamente semelhantes entre os tratamentos. A umidade foi maior ( $P<0,05$ ) nos peixes alimentados pela manhã e menor ( $P<0,05$ ) nos alimentados em todas as refeições. Os juvenis de lambari alimentados pela tarde apresentaram resultados intermediários, sem diferença estatística na comparação com os outros dois tratamentos.

**Tabela 4:** Análise de composição corporal de juvenis de tilápia-do-Nilo submetidos a regimes de restrição alimentar em baixas temperaturas.

Tratamentos	Variáveis			
	Umidade (%)	Proteína Bruta (%)	Extrato Etéreo (%)	Cinzas (%)
Inicial	82,3±1,2	13,4±1,0	1,5±0,1	3,9±0,4
T1	77,9±1,4	12,3±1,1	9,4±1,1	2,2±0,2
T2	78,9±1,7	11,7±1,0	8,5±1,1	2,3±0,3
T3	80,0±0,5	11,0±0,2	8,0±0,4	2,2±0,1
C.V.	1,8	7,9	11,7	9,3
Valor de F	1,99	1,608	1,709	0,2376
Prob.	0,2173	0,2759	0,2585	0,7956

Letras minúsculas nas colunas indicam diferença estatística ( $P<0,05$ ). T1 - alimento fornecido em todas refeições (manhã e tarde, às 800, 1100, 1400 e 1700h); T2 - alimento fornecido nas refeições da manhã, às 800 e 1100h; T3 - alimento fornecido nas refeições da tarde, às 1400 e 1700h. Coeficiente de variação (C.V.); Probabilidade (Prob.).

**Tabela 5:** Análise de composição corporal do lambari-do-rabo amarelo submetida a regimes de restrição alimentar.

Tratamentos	Variáveis			
	Umidade (%)	Proteína Bruta (%)	Extrato Etéreo (%)	Cinzas (%)
Inicial	73,0±1,2	18,9±1,2	5,9±0,5	2,5±0,4
L1	66,8±0,6b	22,0±0,9	7,7±0,3	3,9±0,6
L2	70,4±0,6a	21,2±1,5	8,0±0,8	3,6±0,3
L3	67,9±1,3ab	20,0±1,5	6,8±0,6	4,1±0,1
C.V.	2,8	7,0	10,2	10,3
Valor de F	6,403	1,751	4,113	0,3677
Prob.	0,03248	0,2518	0,07501	1,187

Letras minúsculas nas colunas indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ). L1 - alimento fornecido em todas refeições (manhã e tarde, às 800, 1100, 1400 e 1700h); L2 - alimento fornecido nas refeições da manhã, às 800 e 1100h; L3 - alimento fornecido nas refeições da tarde, às 1400 e 1700h. Coeficiente de variação (C.V.); Probabilidade (Prob.).

#### 4.3.3 Análises sanguíneas

A Tabela 6 e Figura 4A mostram os resultados dos parâmetros sanguíneos dos juvenis de tilápia submetidos aos regimes de restrição alimentar e o tratamento controle. A maioria dos parâmetros não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos; com exceção da AST e ureia ( $P < 0,05$ ). A AST e a ureia foram superiores nos juvenis alimentados no período da manhã e menor nos peixes alimentados durante todo o dia e a tarde ( $P < 0,05$ ).

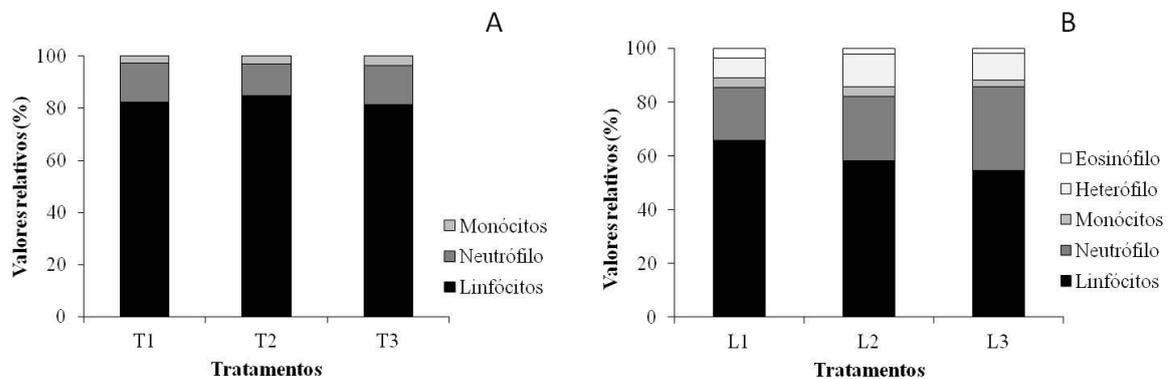
Os resultados dos parâmetros sanguíneos para os juvenis de lambari submetidos as estratégias de restrição alimentar estão na Tabela 7 e Figura 4B. O único parâmetro que apresentou diferença estatística entre os tratamentos foi a proteína plasmática, que foi maior ( $P < 0,05$ ) nos peixes alimentados pela manhã. Os peixes alimentados todos os dias e apenas pela tarde tiveram as menores médias ( $P < 0,05$ ) de proteína plasmática e foram semelhantes entre si ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 6:** Parâmetros hematológicos e bioquímicos (média  $\pm$  desvio padrão) de juvenis de tilápia-do-Nilo submetidos a regimes de restrição alimentar em baixas temperaturas.

Parâmetros sanguíneos	Tratamentos			C.V.	Valor de F	Prob.
	T1	T2	T3			
ALT (U/L)	1,33 $\pm$ 1,15	2,50 $\pm$ 1,80	5,48 $\pm$ 5,17	93,34	1,002	0,4211
AST (U/L)	86,33 $\pm$ 10,79 b	162,83 $\pm$ 13,50 a	95,33 $\pm$ 21,11 b	33,70	21,14	0,001919
Ureia (mg/dL)	1,00 $\pm$ 0,50 b	2,67 $\pm$ 0,76 a	2,17 $\pm$ 0,58 b	47,14	5,643	0,04182
Creatinina (mg/dL)	0,07 $\pm$ 0,06	0,05 $\pm$ 0,02	0,05 $\pm$ 0,02	59,60	0,5886	0,5842
Glicose (mg/dL)	83,00 $\pm$ 13,26	64,33 $\pm$ 27,45	67,33 $\pm$ 16,54	27,10	0,7518	0,5113
Triglicerídeo (mg/dL)	183,17 $\pm$ 69,43	302,00 $\pm$ 62,29	272,83 $\pm$ 106,92	35,20	1,714	0,2577
Hemoglobina (g/dL)	10,58 $\pm$ 3,41	9,75 $\pm$ 1,88	9,08 $\pm$ 0,48	21,06	0,3307	0,7307
Hematócrito (%)	35,50 $\pm$ 1,61	36,00 $\pm$ 2,97	36,11 $\pm$ 2,97	7,04	0,1012	0,9043
Proteína plasmática (g/dL)	4,13 $\pm$ 0,27	4,30 $\pm$ 0,62	4,12 $\pm$ 0,51	11,29	0,2559	0,7772
Eritrócitos ( $10^6/\mu\text{L}$ )	1,50 $\pm$ 0,31	1,11 $\pm$ 0,17	1,52 $\pm$ 0,18	20,45	2,933	0,1293
Trombócitos ( $\mu\text{L}$ )	41340 $\pm$ 7538	34258 $\pm$ 5622	35995 $\pm$ 9747	20,13	0,6683	0,547
Leucócitos ( $\mu\text{L}$ )	26331 $\pm$ 9145	18241 $\pm$ 7351	21838 $\pm$ 5602	33,37	0,8746	0,4642
Linfócitos ( $\mu\text{L}$ )	21537 $\pm$ 6579	15699 $\pm$ 6278	17837 $\pm$ 4538	30,99	0,76	0,5079
Neutrófilos ( $\mu\text{L}$ )	8188 $\pm$ 5783	1953 $\pm$ 926	1441 $\pm$ 864	93,91	3,623	0,09292
Monócitos ( $\mu\text{L}$ )	718 $\pm$ 284	589 $\pm$ 293	722 $\pm$ 444	45,68	0,1429	0,8697

Letras minúsculas nas colunas indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ). T1 - alimento fornecido em todas refeições (manhã e tarde, às 800, 1100, 1400 e 1700h); T2 - alimento fornecido nas refeições da manhã, às 800 e 1100h; T3 - alimento fornecido nas refeições da tarde, às 1400 e 1700h. Aspartato aminotransferase (AST); Alanina aminotransferase (ALT); Coeficiente de variação (C.V.); Probabilidade (Prob.).

**Figura 5:** Valores relativos (%) das células sanguíneas em juvenis de tilápia-do-Nilo (A) e lambari-do-rabo-amarelo (B) submetidos aos seguintes manejos alimentares T1 ou L1 - alimento fornecido em todas refeições (manhã e tarde, às 8:00, 11:00, 14:00 e 17:00h); T2 ou L2 - alimento fornecido nas refeições da manhã, às 8:00 e 11:00h; e T3 e L3 - alimento fornecido nas refeições da tarde, às 14:00 e 17:00h.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 7:** Parâmetros hematológicos e bioquímicos (média  $\pm$  desvio padrão) de juvenis de lambari-do-rabo-amarelo submetidos a regimes de restrição alimentar em baixas temperaturas.

Parâmetros	Tratamentos			C.V.	Valor de F	Prob.
	L1	L2	L3			
Glicose (mg/dL)	64,83 $\pm$ 16,77	48,86 $\pm$ 9,75	55,17 $\pm$ 4,45	22,73	3,195	0,06801
Triglicerídeo (mg/dL)	525,83 $\pm$ 22,87	370,57 $\pm$ 198,24	390,50 $\pm$ 95,88	33,81	2,5	0,1136
Hematócrito (%)	45,17 $\pm$ 5,23	41,88 $\pm$ 4,91	45,63 $\pm$ 6,55	12,80	1,02	0,3796
Proteína plasmática (g/dL)	6,73 $\pm$ 0,58b	7,05 $\pm$ 0,58 a	6,05 $\pm$ 0,51b	10,45	6,334	0,007398
Eritrócitos ( $10^6/\mu\text{L}$ )	1,75 $\pm$ 0,13	1,28 $\pm$ 0,39	1,27 $\pm$ 0,61	30,49	1,258	0,3498
Trombócitos ( $\mu\text{L}$ )	48546 $\pm$ 21225	25798 $\pm$ 22894	40285 $\pm$ 5708	30,52	0,2347	0,7977
Leucócitos ( $\mu\text{L}$ )	8848 $\pm$ 3355	10906 $\pm$ 6243	7548 $\pm$ 654	42,29	0,5093	0,6247
Linfócitos ( $\mu\text{L}$ )	5962 $\pm$ 2391	6455 $\pm$ 3724	4092 $\pm$ 1484	46,73	0,6417	0,5591
Neutrófilos ( $\mu\text{L}$ )	1461 $\pm$ 110	2358 $\pm$ 1269	2450 $\pm$ 542	40,13	1,4	0,3169
Monócitos ( $\mu\text{L}$ )	417,83 $\pm$ 138,11	163,83 $\pm$ 80,45	491,67 $\pm$ 333,73	66,38	1,944	0,2234
Heterofilos ( $\mu\text{L}$ )	1052 $\pm$ 806	1823 $\pm$ 1648	684 $\pm$ 429	50,19	0,5375	0,6099
Eosinófilos ( $\mu\text{L}$ )	557 $\pm$ 379	181 $\pm$ 128	231 $\pm$ 156	39,05	0,1667	0,8521

Letras minúsculas nas colunas indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ). L1 - alimento fornecido em todas refeições (manhã e tarde, às 800, 1100, 1400 e 1700h); L2 - alimento fornecido nas refeições da manhã, às 800 e 1100h; L3 - alimento fornecido nas refeições da tarde, às 1400 e 1700h. Coeficiente de variação (C.V.); Probabilidade (Prob.).

## 4.4- DISCUSSÃO

### 4.4.1 Desempenho e custo médio de arraçamento

O manejo alimentar e a nutrição são fatores muito importantes na aquicultura, principalmente pela intensificação dos sistemas de produção, que deixam cada vez mais os animais em cultivo dependentes das dietas formuladas (CYRINO, FRACALOSSO et al., 2012; POUIL et al., 2019). As estratégias de alimentação para otimizar o uso das dietas tornam-se cada vez mais preponderante para diminuir o aporte de nutrientes que não são aproveitados nos sistemas de produção e são eliminados para o meio ambiente, eutrofizando os recursos hídricos cada vez mais escassos (LOVELL, 1998; THUSHENSKI; KASPER, KOHLER, 2006; OLIVEIRA, SANTOS; 2015; EMBRAPA, 2016; POUIL et al., 2019). É nesse contexto que o presente estudo traz informações sobre o manejo alimentar de duas espécies de importância comercial, a tilápia-do-Nilo e o lambari-do-rabo-amarelo, em que seus pacotes tecnológicos de produção estão sendo cada vez mais aperfeiçoados e adaptados as diferentes regiões geográficas e climas (PORTO-FORESTI et al., 2005; SCHULTER, FILHO, 2017).

O Brasil apresenta uma grande variação de clima decorrente de sua extensão territorial e isso faz com que as espécies de peixes em produção apresentem diferentes respostas frente a essa variedade climática (ROCHA et al., 2013; SILVA, INOUE, FIETZ, 2016; SIQUEIRA, 2017; PEIXES BR, 2020). No presente estudo, em temperaturas consideradas baixas para as espécies tropicais, os manejos de alimentação continua pela manhã e tarde e as alimentações apenas pela manhã ou tarde proporcionaram resultados similares de desempenho para as espécies em estudo, essa similaridade entre os tratamentos é positiva visto que a aplicação dessas estratégia restritiva evitou o desperdício com alimento e diminui o custo de operacional relacionado ao arraçamento. A conversão alimentar e o consumo de dieta foram diferentes entre os tratamentos para os juvenis de tilápia-do-Nilo e lambari-do-rabo-amarelo, respectivamente. De fato, as duas variáveis são influenciadas pela temperatura e interagem com a fisiologia das espécies, o metabolismo dos nutrientes e transformação em energia, que pode ser acelerado ou retardado de acordo com a temperatura da água (KUBTIZA, 2000; PIEDRAS et al., 2004; MOURA et al., 2007; PANDIT, NAKAMURA, 2010)

Os juvenis de tilápia-do-Nilo alimentados apenas pela manhã ou pela tarde tiveram uma melhor conversão alimentar, mostrando que em baixas temperaturas as estratégias de restrição de alimentação pela manhã ou pela tarde podem ser aplicadas para a espécie, que conseguiu aproveitar com eficiência os nutrientes mesmo eles sendo fornecidos em intervalos mais longos quando comparados com os peixes alimentados durante todo o dia.

A conversão alimentar para peixes submetidos a privação alimentar apresentou-se semelhante nos tratamentos restritivos quando comparados ao controle para o bagre do canal *Icalurus punctatus* (KIM E LOVELL, 1995; CHATAKONDI, YANT, 2001), para o pacu *Piaractus mesopotamicus* (SOUZA et al., 2003), para a tilápia-do-Nilo apenas para os peixes tratados um dia seguido de uma dia de privação (LUI, 2016) e para a matrinxã *Brycon amazonicus* apenas para o grupo alimentado uma vez ao dia pela manhã foi melhor que os demais tratamentos (FRASCA-SCORVO et al., 2007), colaborando com o presente estudo para ambas as espécies. A estratégia de alimentação com restrição alimentar não levou a uma melhora na conversão alimentar para as espécies: tilápia híbrida *Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus* (WANG et al., 2000), pacu *Piaractus mesopotamicus* (TAKAHASHI, 2007; SAITA, 2010) e a tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* (PALMA et al., 2010; ARAUCO, COSTA, 2012).

A similaridade no desempenho produtivo para a tilápia-do-Nilo e do lambari-do-rabo-amarelo entre os tratamentos é positiva, pois demonstrou melhor conversão alimentar para os tratamentos restritivos. A conversão é fundamental ser avaliado no cultivo, por estar atrelado ao lucro do produtor, visto que os gastos com alimentação podem representar cerca de 60% do total das despesas na criação de peixes (TEIXEIRA, 2008). O resultado positivo de desempenho foi reforçado pelo custo médio de arraçamento (CMA) calculado nesse trabalho, levando em consideração que o CMA foi menor para os tratamentos restritivos quando comparados ao controle. Esses resultados reforçam a ideia que ciclos curtos de privação alimentar podem beneficiar o produtor a diminuir a quantidade de alimento ofertado para evitar sobras no ambiente, principalmente em períodos de inverno com baixas temperaturas, em que especialmente as espécies tropicais reduzem o metabolismo.

O consumo de dieta, tanto para a tilápia-do-Nilo quanto para o lambari-do-rabo-amarelo, apresentou menores valores no tratamento restritivo alimentado apenas pela tarde (T3/L3). A conversão alimentar para esse grupo obteve valores adequados para cultivo (KUBTIZA, 2004), o que demonstra que esses animais converteram melhor o alimento em peso vivo. Esse fato pode ser explicado pelo pequeno aumento da temperatura no período da tarde, que já foi suficiente para incentivar a ingestão de alimento e proporcionar uma melhora na digestão pelos peixes (DIAS-KOBERSTEIN et al., 2004; MOURA et al., 2007).

Segundo Sealey et al. (1998) a temperatura da água influencia diretamente na alimentação dos peixes, portanto em ambientes com baixa temperatura, o metabolismo, a ingestão de alimento, a digestão e a resposta imune dos peixes são reduzidas. Takahashi (2007) e Saita (2010) observaram que pacu *Piaractus mesopotamicus* submetidos a restrição

alimentar apresentaram maiores médias de consumo diário de dieta em comparação com o tratamento controle, não corroborando com o presente estudo para ambas as espécies analisadas. Esses resultados podem ser explicados por causa da baixa temperatura em que a tilápia-do-Nilo e o lambari-do-rabo-amarelo foram submetidos.

A adaptação da tilápia-do-Nilo e do lambari-do-rabo-amarelo ao manejo de restrição alimentar testados ratifica a teoria proposta por Russell e Wootton (1992) e Jobling et al., (1994), que os peixes tem capacidade de crescer mesmo passando por curtos ou longos períodos de restrição alimentar, podendo ainda aumentar o peso final quando comparados com o tratamento controle que não sofreu privação. Esses programas de alimentação ainda auxiliam na redução dos custos com a alimentação.

#### 4.4.2 Composição corporal

Os componentes do corpo do peixe são formados principalmente por água, lipídios, proteínas, carboidratos e minerais (cinzas), esses são os resíduos que sobram quando o animal passa pelo processo de calorimetria (WEATHERLEY, GRILL, 1987). Portanto, a composição do corpo dos peixes é influenciada por diversos fatores, como morfológicos, genéticos, condições de criação e ambientais, manejo alimentar, tamanho do peixe, níveis de proteína da dieta, taxa de alimentação, dentre outros (CONTRERÁS-GUZMÁN, 1994; OGATA, SHEARER, 2000).

As alterações nas variáveis de composição corporal dos peixes estão diretamente relacionadas com o manejo alimentar, visto que se o animal recebe uma dieta balanceada, provavelmente, não terá alterações corpóreas prejudicadas. Entretanto, quando são submetidos a um período de restrição alimentar pode haver implicações nos animais, por isso deve-se realizar uma reavaliação das escalas alimentares estabelecidas (HAYWARD et al., 1997). Esses períodos de restrição podem ser uma alternativa viável para espécies criadas em regiões com baixas temperaturas, pois diminuem o seu metabolismo, a ingestão e a digestão dos alimentos (SEALEY et al., 1998). Isso pôde ser esclarecido no presente estudo, com a tilápia-do-Nilo e com o lambari-do-rabo-amarelo, no qual em baixas temperaturas e em estratégias de restrição apenas pela manhã ou tarde não foram observadas alterações nos teores de umidade, proteína, extrato etéreo e cinzas, com exceção da umidade para o lambari que apresentou diferença significativa, sendo maior no grupo alimentados pela manhã e menor nos alimentados em todas as refeições. Esses resultados podem ser considerados positivos visto que os manejos de restrição testados não afetaram a maioria dos componentes que formam a composição corpórea dos peixes.

A umidade representa o teor de água contida nos peixes e corresponde à perda em peso sofrida pelo organismo quando submetido a aquecimento em condições padronizadas nas quais ocorre a remoção de água (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). No caso do lambarido-rabo-amarelo a umidade apresentou diferença no tratamento restritivo alimentado apenas pela manhã, isso pode ser explicado devido os animais passarem por restrição alimentar, que provavelmente ocasionou alterações eletrolíticas nos tecidos com efeito direto na hidratação e umidade corporal (SOUZA, et al., 2002).

Os resultados de composição corporal de algumas espécies estão alinhados com o presente estudo, com exceção da umidade para o lambari. Em geral, os artigos mostraram que os teores de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas foram semelhantes entre os tratamentos restritivos e controle, logo os manejos restritivos programados não afetaram diretamente o perfil corporal do pescado. Como exemplo pode-se citar o *Cynoglossus semilaevis* submetidos à restrição alimentar de quatro e oito dias (TIAN et al., 2010); a tilápia *Oreochromis niloticus* submetidas aos tratamentos controle, 6:1-seis dias de alimentação à vontade e um dia de restrição, 5:2- cinco dias de alimentação à vontade e dois dias restrição, 4:3-quatro dias de alimentação à vontade e três dias de restrição (OLIVEIRA, 2015); o tambaqui *Colossoma macropomum* submetidos aos tratamentos controle- alimentados diariamente, 5A:2R- cinco dias de alimentação com dois dias de privação e 2F:4D-dois dias de alimentação seguidos por quatro de privação (ROA et al., 2019).

Os períodos mais longos de restrição podem ocasionar alterações na composição corporal entre os tratamentos restritivos e controle, como verificado para algumas espécies, por exemplo, para carpa gibel *Carassius auratus gibelto* no qual as concentrações corporais de proteína e cinza foram diferentes entre tratamentos (XIE et al., 2001); para a tilápia-do-Nilo onde o teor de proteína e cinzas aumentou e o teor de lipídios (extrato etéreo) diminuiu com o aumento do período de privação alimentar (ABDEL-TAWWAB et al., 2006); para o pargo *Pagrus major*, em que foi observado que a proporção de proteínas e lipídios diminuiram com o aumento da restrição, enquanto que o teor de umidade e cinzas aumentaram (YONG et al., 2007); para juvenis de tilápia encontrou-se aumento dos conteúdos de umidade, cinzas e proteínas no tratamento com privação alimentar de três dias por semana (ABDEL-HAKIM, et al., 2009); para alevinos de carpa comum foram observados que os teores de umidade e cinzas foram maiores no tratamento com um arraçoamento diário, o qual obteve menor média para o teor de lipídios, explicado pela quantidade ofertada exceder a saciedade desses animais (BITTENCOURT, et al., 2013); e para a tilápia-do-Nilo no qual foi observado diferenças entre os tratamentos controle e restritivos para as variáveis umidade,

lipídeos e cinzas, sendo que os autores citaram que houve uma redução na quantidade de lipídeos e aumento do teor de cinzas e da umidade com o aumento no período de restrição (LUI, 2016). Por fim, a utilização de manejos restritivos pode ser indicado para períodos do ano no qual as temperaturas são mais baixas, sem que isso gere prejuízos para a qualidade da carcaça dos peixes, visto que os tratamentos restritivos para a tilápia-do-Nilo e o lambari-do-rabo-amarelo não apresentaram mudanças muito significativas entre os teores de composição corpórea analisados. Portanto, foi observado que quando ocorre períodos curtos de restrição de alimento, os peixes apresentam uma melhoria no aproveitamento dos nutrientes sem provocar alterações significativas na qualidade da carcaça desses animais.

#### 4.4.3 Análises sanguíneas

O manejo alimentar e as condições climáticas podem afetar a fisiologia e o desenvolvimento dos peixes, e em temperaturas baixas as espécies tropicais podem ser prejudicadas em sua reprodução, sobrevivência, metabolismo e ingestão de alimentos, deixando os organismos mais suscetíveis a doenças causadas pelo estresse no ambiente, o que gera alterações nos parâmetros sanguíneos e bioquímicos dos animais (RANZANI-PAIVA et al., 1997; PRODOCIMO, FREIRE, 2001; BALDISSEROTTO, 2002; BARTON et al., 2003).

A restrição alimentar pode ocasionar, dependendo da severidade da privação, alterações fisiológicas e morfológicas nos peixes, entretanto, no presente estudo para a tilápia-do-Nilo e o lambari-do-rabo-amarelo a maioria dos parâmetros hematológicos e bioquímicos não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos restritivos e o controle. Com exceção do AST (aspartato aminotransferase) e da ureia para tilápia e da proteína plasmática para o lambari, que foram superiores apenas para os juvenis alimentados pela manhã para ambas as espécies. Esses resultados podem ser explicados devido o curto período de restrição alimentar empregado que facilitou a rápida recuperação e preveniu a depreciação dos demais componentes sanguíneos e bioquímicos analisados (MELO, 2008).

A concentração de AST foi maior para a tilápia alimentada pela manhã ou tarde. Esse resultado está atrelado ao manejo restritivo aplicado, que apesar de ser curto, influenciou no aumento da concentração dessa enzima no sangue, ocasionado pelo estresse do manejo alimentar e da temperatura mais baixa nesse período do dia. A AST não é uma enzima hepato-específica, logo pode estar presente não somente nos hepatócitos mas também nas células musculares, renais e nas brânquias, o que demonstra que qualquer problema no ambiente pode ocasionar o aumento sérico dessa variável (THRALL, et al., 2006; MELO, 2008).

A ureia para a tilápia apresentou maiores médias no grupo restritivo alimentado apenas pela manhã, sendo que os valores das concentrações de ureia se mantiveram em todos os tratamentos abaixo de 10mg/dL, dentro da faixa ótima proposta por Thrall et al. (2006) para peixes teleósteos. Essa variável é derivada da degradação das proteínas e a síntese dela auxilia no mecanismo de excreção da amônia durante o catabolismo de aminoácidos (FINCO, 1989). A redução da alimentação pode ocasionar problemas para a concentração plasmática da ureia, fato observado no presente estudo para a tilápia-do-Nilo, que apresentou concentração de ureia mais elevada nos tratamentos com restrição alimentar (MC DONALD, MILIGAN, 1992). O metabolismo dos peixes ao serem submetidos à restrição adquirem habilidades para suportar esse período através da hipertrofia do trato digestório que propicia um maior desempenho digestivo, por consequência ocorre o rápido ajuste do estado fisiológico dos peixes para tentar minimizar o estresse (BELANGER et al., 2002; NIKKI, et al., 2004; CHO et al., 2006).

A proteína plasmática total para o lambari-do-rabo-amarelo foi maior para o grupo alimentado apenas pela manhã. Esse fato pode ser explicado pelas variações de temperatura do ambiente, que em baixas temperaturas, ocorre o aumento na concentração das proteínas do plasma sanguíneo (albumina e globulinas) (RODRIGUES et al., 2018). Essa variação nas proteínas serve também como diagnóstico de doenças, visto que quando os peixes passam por estresse – como o lambari sofreu pela restrição alimentar – a permeabilidade celular pode ser alterada, gerando um desequilíbrio osmótico, com resultado direto no deslocamento dos fluidos do plasma para as células. Essas alterações pode levar a um aumento na concentração da proteína plasmática, com um efeito depressivo nas respostas imunológicas do animal, levando a um aumento da proteína no sangue e diminuição da produção de anticorpos (MC DONALD, MILIGAN, 1992; GODOY et al., 2006; MELO, et al., 2009). As proteínas contidas no sangue estão sujeitas às alterações patológicas e fisiológicas resultante do estresse do manejo alimentar e do ambiente de cultivo, portanto a análise da concentração das proteínas totais serve para auxiliar na avaliação do estado de nutricional, infecção e nas alterações na síntese proteica no sistema corpóreo dos animais (SANTANA et al., 2008). Isso pode explicar as alterações na concentração de proteína plasmática no lambari no tratamento restritivo pela manhã.

Tavares-dias e Moraes (2003) ao avaliarem características hematológicas da *Tilapia rendalli* encontraram valores médios sanguíneos normais de hemoglobina (3,3 a 14 g/dL), hematócrito (23 a 42%) e monócitos (1,0 a 5,0%), que corroboraram com o presente estudo para a tilápia-do-Nilo, mesmo sendo espécies de tilápia diferentes. No presente estudo, as

variáveis mencionadas apresentaram valores dentro da normalidade nos tratamentos de alimentação contínua ou restritiva, dentro do intervalo de confiança citado pelos autores (9,08 a 10,58 g/dL para hemoglobina, 35,5 a 36,11% para hematócrito e 2,83 a 3,67% para monócitos).

Saita (2010) ao avaliar os parâmetros sanguíneos e bioquímicos de juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus* submetidos a restrição alimentar, observou diferença estatística entre os tratamentos para as concentrações de triglicerídeos, glicemia, proteínas plasmáticas totais, porcentagens de hematócrito, número de eritrócitos e concentração de hemoglobina totais, divergindo do presente estudo para ambas as espécies, que não apresentaram alterações nessas variáveis. Essa diferença pode ter ocorrido pelos manejos distintos de restrição alimentar aplicados nos estudos. Para a hemoglobina, esses autores observaram maiores médias para o tratamento controle, corroborando com esse estudo para a tilápia-do-Nilo. Weis et al. (2010) afirmaram que a concentração de hemoglobina para peixes pode variar de 5 a 10 g/dL, corroborando com o presente estudo, em que para tilápia os valores para os três tratamentos estiveram dentro dessa faixa.

Barcellos et al. (2010) ao avaliarem o efeito de jejum curtos para o jundiá *Rhamdia quelen* observaram que os valores de glicose no sangue permaneceram inalterados durante os períodos restritivos com baixa variação significativa, exceto para o período de um dia que foi superior a todos. Corroborando com o presente estudo para tilápia-do-Nilo e o lambari-do-rabo-amarelo, em que os níveis de glicose foram semelhante entre os tratamentos. Em ambos os estudos, os níveis plasmáticos de glicose provavelmente mantiveram-se inalterados pela estimulação do cortisol da glicogenólise hepática e gliconeogênese, em que os animais mobilizaram as reservas de energia para aumentar a demanda dessa variável para suportar o estresse da temperatura e a privação alimentar (GAMPERL, et al., 1994).

Oliveira (2015) ao analisar o sangue da tilápia-do-Nilo submetida a restrição observou que os tratamentos não influenciaram de forma expressiva os níveis de glicose, triglicerídeos e proteínas totais, colaborando com esse estudo para tilápia e para o lambari (com exceção das proteínas totais). Os autores explicaram que esses resultados positivos nessa análise estão atrelados à realimentação que auxiliou na recuperação do glicogênio hepático e muscular, glicose sanguínea e proteína total plasmática.

## 4.5 CONCLUSÃO

A utilização de curtos períodos de restrição alimentar pode ser aplicada para o cultivo das espécies tilápia-do-Nilo e lambari-do-rabo-amarelo em períodos de baixa temperatura. A restrição pela manhã ou pela tarde não ocasiona alterações no desempenho produtivo em baixas temperaturas, em média 21,5°C.

Os manejos de restrição em baixas temperaturas alteram a composição corporal do lambari-do-rabo amarelo e os parâmetros sanguíneos e bioquímicos da tilápia e do lambari; no entanto, essas não foram severas para levar a mudanças na sobrevivência.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais e a Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro - Fiperj pelo apoio ao projeto. A FAPESPA-UFRA (Convênio 006/2017) pelo auxílio da bolsa de estudo e ao Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia (Procad Amazônia, processo n. 88887.200588/2018-00).

## REFERÊNCIAS

- ABDEL-HAKIM, N.F.; ABO STATE, H.A.; AL-AZAB, A.A.; EL-KHOLY, K.H.F. Effect of feeding regimes on growth performance of juvenile hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*). **World Journal of Agricultural Sciences**. v.5, n.1, p.49-54, 2009.
- ABDEL-TAWWAB, M.; KHATTAB, Y. A. E.; AHMAD, M. H. AND SHALABY, A. M. E. Compensatory growth, feed utilization, whole body composition and hematological changes in starved juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Journal of Applied Aquaculture**. p. 17-36, 2006.
- ALI, M.; NICIEZA, A.; WOOTTON, R. J.; Compensatory growth in fishes: A response to growth depression. **Fish and Fisheries**. v. 4, n. 2, p. 147-190, 2003.
- ALMOSNY, N.R.P.; SANTOS, L.C. Laboratory Support in wild Animal Medicine. In: FOWLER, M.E.; CUBAS, Z.S. (Ed.). **Biology, Medicine and Surgery of South American Wild Animals**. Iowa: Iowa State University. cap. 43, p.500-504. 2001.
- ALMOSNY, NRP et al. **Hemograma de Aves: Métodos**. VI Congresso Internacional de Medicina Veterinária em Língua Portuguesa, Salvador, BA. 1993.
- ARAUCO, L. R. R.; COSTA, V. B. Restrição alimentar no desempenho produtivo da tilápia *Oreochromis niloticus*. **Comunicata Scientiae**. p. 134-138, 2012.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria, SC, Brazil: UFSM, 2002.

BARCELLOS, L.J.G.; MARQUEZE, A.; TRAPP, M.; QUEVEDO, R.M.; FERREIRA, D. The effects of fasting on cortisol, blood glucose and liver and muscle glycogen in adult jundia *Rhamdia quelen*. **Aquaculture**. 300, p. 231-236, 2010.

BARTON, B. A; HAUKENES, A. H.; PARSONS, B. G. E REED, J. R. Plasma cortisol and chloride stress responses in juveniles Walleyes during capture, transport, and stocking procedures. **North American Journal of Aquaculture**. p. 210-219, 2003.

BÉLANGER, F.; BLIER, PU.; DUTIL, JD. Digestive capacity and compensatory growth in Atlantic cod (*Gadus morhua*). **Fish Physiology and Biochemistry**. Netherlands. p. 1531-1544. 2002.

BLANCKENHORN, W. U. Behavioral causes and consequences of sexual size dimorphism. **Ethology**. v. 111, n. 11, p. 977-1016, 2005.

BLASCO, J.; FERNANDEZ, J.; GUTIERREZ, J. The effects of starvation and refeeding desempenho produtivo de juvenis de tilápia no Nilo da linhagem GIFT. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 421-426, 2010

BITTENCOURT, F.; NEU, H. D.; POZZER, R.; LUI, T. A.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, R. Frequência de arraçamento para alevinos de carpa comum. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 2, n. 39, p. 149-156, 2013.

CHATAKONDI, N.G.; YANT, R.D. Application of compensatory growth to enhance production in channel catfish *Ictalurus punctatus*. **Journal of World Aquaculture Society**. v.32, n.3, p.278-285, 2001.

CHO, SH.; LEE, S. ;PARK, BH. JI; S. LEE; J. BAE; J. OH, SY. Compensatory growth of juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus* L., and changes in proximate 24 composition and body condition indices during fasting and after refeeding in summer season. **Journal of the World Aquaculture Society**. p. 168 174. 2006.

CYRINO, J.E.P.; FRACALOSSO, D.M.; **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira** / Debora Machado Fracalossi & Jose Eurico Possebon Cyrino [editores]. – Florianópolis : Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, xxiii, p. 375, 2012.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: Funep, 1994.

DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.; CARNEIRO, D.J.; URBINATI, E.C. Comportamento alimentar de alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) por meio das observações do tempo de retorno do apetite e do tempo de saciação dos peixes em duas temperaturas de cultivo. **Acta Scientiarum**. v.26, p.339-344, 2004.

EMBRAPA. **Produção animal e recursos hídricos**. São Carlos: Editora Cubo. p.183, 2016.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges**. Roma: 2018. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf>>. Acesso em: <11 de setembro de 2018>.

FAO. **Fishery and Aquaculture Statistics 2017**. Roma. 2019. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/ca5495t/ca5495t.pdf>>. Acesso em: <19 de fevereiro de 2020>

FRASCA-SCORVO, C. M.; CARNEIRO, D. J.; MALHEIROS, E. B. Efeito do manejo alimentar no desempenho do matrinxã *Brycon amazonicus* em tanques de cultivo. **Acta Amazônica**. v. 37, n. 4, p. 621-628, 2007.

FINCO, P.R. Kidney function. **In: Clinical Biochemistry of Domestic Animals**, 4ª edição. Keneko.J.J., London, Academic Press. p. 496-542, 1989.

GAMPERL, A.K.; VIJAYAN, M.M.; BOUTILIER, R.G., Experimental control of stress hormone levels in fishes: techniques and applications. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**. p. 215–255, 1994.

GELLER, I.; CAMPOS, C.; NOLETO, R. B.; RIBEIRO, M. O. Avaliação do desempenho de alevinos de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) submetidos a dieta fracionada. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**. Maringá – PR. v. 12, n. 3, p. 797-813, 2019.

GODOY, A.V.; SANTANA, A.E.; NAKAGE, A.P.M.; et al. Perfil eletroforético de proteínas séricas do sangue do cordão umbilical de cães. **Ciência Rural**. v. 36, p. 531-535, 2006.

HAYASHI, C., MEURER, F. BOSCOLO, W. R., LACERDA, C. H. F., KAVATA, L. C. B. Frequência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo *Astyanax bimaculatus*. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 33, n. 1, p. 21-26, 2004.

HAYWARD, R. S.; NOLTIE, D. B.; WANG, N. Use of compensatory growth to double hybrid sunfish growth rates. **Transaction of American Fisheries Society**. v. 126, p. 316-322, 1997.

HORNICK, J. L. et al., Mechanisms of reduced and compensatory growth. **Domestic Animal Endocrinology**. v. 19, n. 2, p. 121-132, 2000.

ISHIKAWA, M.M.; PÁDUA, S.B.; SATAKE, F.; HISANO, H.; JERÔNIMO, G.T.; MARTINS, M.L. Heparina e Na<sub>2</sub> EDTA como anticoagulantes para surubim híbrido (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscan*): eficácia e alterações hematológicas. **Ciência Rural**. v.40, n.7, p.1557-1561, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo. p. 1020. 2008.

JOBLING, M., MELOY, O.H., DOS SANTOS, J., CHRISTIANSEN, B., The compensatory growth response of the Atlantic cod: effects of nutritional history. **Aquaculture**. Int. 2, p. 75–90. 1994.

KANKANEN, M.; PIRHONEN, J. The effect of intermittent feeding on feed intake and compensatory growth of whitefish *Coregonus lavaretus* L. **Aquaculture**. v.288, p.92-97, 2009.

KIM, M.K.; LOVELL, R.T. Effect of restricted feeding regimes on compensatory weight gain and body tissue changes in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) in ponds. **Aquaculture**. v.135, n.4, p.285-293, 1995.

KUBTIZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. São Paulo: Rima.. p. 285, 2000.

KUBTIZA, F. **Reprodução, larvicultura e produção de alevinos de peixes nativos**. Jundiaí: Aqua Supre. p.82, 2004.

LABARRÈRE, C. R. **Perfil sanguíneo de híbridos de surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* X *P. coruscans*) criados em diferentes densidades de estocagem**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. 2011.

LOVE, M. The chemical biology of fishes. Vol.2. **London: Academic Press**. p. 133-229, 1980.

LOVELL, T. Nutrition and feeding of fish (Aquaculture). **Klawer Academic Publishers**. 1998.

LUI, T. A. **Restrição alimentar para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Dissertação de Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus Toledo, PR. 48 p. 2016.

MELO, D.C. **Indicadores hematológicos e imunológicos após estresse crônico por hipóxia em tilápia (*Oreochromis niloticus*), linhagem chitralada**. Tese (Doutorado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. . 38 p. 2008.

MELO, D.C.; OLIVEIRA, D.A.A.; MELO, M.M.; et al. Perfil proteico de tilápia nilótica chitralada (*Oreochromis niloticus*), submetida ao estresse crônico por hipóxia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.61, n.5, p.1183-1190, 2009.

MCDONALD, D.G.; MILLIGAN, C.L. Chemical properties of the blood. **In: Fish Physiology** (Hoar, W.S.; Randall, d.j.; Farrel, A.P., ed) v. XIIB, San Diego: Academic Press, p.55-134, 1992.

MOURA, G. de S.; OLIVEIRA, M. G. A; LANNA, E. T. A.; JUNIOR, A. M.; MACIEL, C. M. R. R. Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-Nilo submetidas a diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v. 42, n. 11, p. 1609-1615, 2007.

NAVARRO, I.; GUTIERREZ, J.; Fasting and starvation. In: P. W. Hochachka, T. P. Mommsen (eds), **Metabolic Biochemistry**, Vol. 4. **Elsevier Science**. Amsterdam, p. 393–434, 1995.

NIKKI, J.; PIRHONEN, J.; JOBLING, M.; KARJALAINEN, J. Compensatory growth in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), held individually. **Aquaculture**. p. 285-296, 2004.

OGATA, H. Y.; SHEARER, K. D. Influence of dietary fat and adiposity on feed intake of juvenile red sea bream *Pargus major*. **Aquaculture**. v. 189, p. 237-249. 2000.

OLIVEIRA, G. R. **Restrição alimentar programada na produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em viveiros e em recirculação de água.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte – MG. p.134, 2015.

OLIVEIRA, E. G.; SANTOS, F. J. de S. Piscicultura e os desafios de produzir em regiões com escassez de água. **Revista Ciência Animal.** Edição especial. p.11, 2015.

PALMA, E. H.; TAKAHASHI, L. S.; DIAS, L. T. S.; GIMBO, R. Y.; KOJIMA, J. T.; NICODEMO, D. Estratégia alimentar com ciclos de restrição e realimentação no desempenho produtivo de juvenis de tilápia-do-Nilo da linhagem GIFT. **Ciência Rural.** Santa Maria, v. 40 n.2, p.421-426, 2010.

PANDIT NP, AND NAKAMURA M., Effect of high temperature on survival, growth and feed conversion ratio of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Our Nature.** p. 219-224, 2010.

PEIXES BR. **Anuários Peixe BR da Piscicultura 2020.** Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/Anuario2020/AnuarioPeixeBR2020.pdf?>>. Acesso em: <19 de Fevereiro de 2020>.

PIEDRAS, S. R. N.; MORAES, P. R. R.; POUHEY, J. L. O. F. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. **Boletim Instituto de Pesca.** v. 30, n. 2, p. 177-182, 2004.

PORTO-FORESTI, F. et al., Biologia e criação do lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*). In: BALDISSEROTO, B.; GOMES, L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil.** Santa Maria: UFSM. p. 105-120. 2005.

POUIL, S.; et al.,. Nutrient budgets in a small-scale freshwater fish pond system in Indonesia. **Aquaculture.** v. 504, 15, p. 267-274, 2019.

PRODOCIMO, V.; FREIRE, C. A. Critical thermal maxima and minima of the platyfish *Xiphophorus maculatus* Gunther (Poecillidae, Cyprinodontiformes) - a tropical species of ornamental freshwater fish. **Revista Brasileira de Zoologia.** p. 97-106, 2001.

RANZANI-PAIVA; ISHIKAWA, C. M.; CAMPOS, B. E. S.; EIRAS, A. C. Haematological characteristics associated with parasitism on mullets, *Mugil platanus* Gunther, from the estuarine region of Cananéia, São Paulo. Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia.** p. 329-339, 1997.

RANZANI-PAIVA, MJ.T.; PÁDUA,S.B.De.;TAVARES-DIAS,M.; EGAMI,M. **Métodos para análise hematológica em peixes.** 1ª Ed., Maringá: Edum, 2013.

ROA, F. G. B.; SILVA, S. dos S.; HOSHIBA, M. A.; SILVA, L. K. S.; BARROS, A. F.; ABREU, J. S. Production performance of tambaqui juveniles subjected to short feed-deprivation and refeeding cycles. **Boletim do Instituto de Pesca.** 2019.

ROCHA, C.M.C. et al. Prefácio: Avanços na pesquisa e desenvolvimento na aquicultura brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v. 48, n. 8, p. iv-vi, 2013.

RODRIGUES, G. M.; NASCIMENTO, F. G. O. BIZARE, A. Perfil bioquímico sérico de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques rede durante as estações do verão e inverno. **Acta Scientiae Veterinariae**. 2018.

RUSSELL, N.R., WOOTTON, R.J., Appetite and growth compensation in the European minnow, *Phoxinus phoxinus* Ž . Cyprinidae following short periods of food restriction. **Environmental Biology of Fishes**. 34, p. 277–285. 1992.

SAITA, M. V. **Parâmetros produtivos, fisiológicos e imunológicos de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), submetidos à restrição alimentar e estresse de manejo**. UNESP. Jaboticabal. São Paulo: 2010.

SANTANA, A.M.; FAGLIARI, J.J.; CAMARGO, C.M.S.; et al. Proteinograma sérico de veados-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) criados em cativeiro obtido por eletroforese em gel de agarose e de poliacrilamida (SDS PAGE). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 60, n. 6, p. 1560-1563, 2008.

SCHULTER, E.P.; FILHO, J. E. R. V. & Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA**. Brasília: Rio de Janeiro. p. 42, 2017.

SEALEY, W.M.; DAVIS, J.T.; GATLIN III, D.M. Restricted feeding regimes increase production efficiency in channel catfish. Auburn: Southern Regional **Aquaculture Center**. (SRAC Publication, 189). p. 5, 1998.

SILVA, A. S. E.; LIMA, J. T. A. X.; BLANCO, B. S. Hematologia em peixes. **Revista Centauro**. v. 3, n. 1, p. 24-32, 2012.

SILVA, T. S. C.; INOUE, L. A. K. A.; FIETZ, C. R. **Influência do clima, fenômenos e mudanças climáticas no manejo da piscicultura**. Dourado, MS: EMBRAPA Agropecuária Oeste. 2016.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos** Viçosa, MG: UFV. 3. ed., p. 235, 2002.

SIQUEIRA, T. V. Aquicultura: A nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**. 2017.

SOUZA, V. L. et al., Composição corporal e índices biométricos do pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes, Characidae) submetidos a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. **Acta Scientiarum**. v. 24, n. 2, p. 533-540, 2002.

SOUZA, V. L.; URBINATI, E. C.; MARTINS, M. I. E. G.; SILVA, P. C. Avaliação do crescimento e do custo da alimentação do Pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 submetidos a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 32, n. 1, p. 19-28, 2003.

TAKAHASHI, L. S. **Estratégia alimentar, teores de carboidratos dietéticos, desempenho e respostas fisiológicas do pacu *Piaractus mesopotamicus***. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. 2007.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. Características hematológicas da *Tilapia rendalli* Boulenger, 1896 (Osteichthyes: Cichlidae) capturada em “pesque-pague” de Franca, São Paulo, **Brasilian Bioscience Journal**. Uberlândia. v. 19, n. 1., p. 107-114, 2003.

THRALL, M. A; BAKER, D.C; CAMPBELL, T.W.; et al. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. São Paulo: Rocca. p. 582, 2006.

TRUSHENSKI, J.T.; KASPER, C.S.; KOHLER, C. Challenges and opportunities in finfish nutrition. **North American Journal of Aquaculture**. v. 68, p. 122-140, 2006.

TEIXEIRA, E. A. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de aminoácidos para alevinos de tilápia (*Oreochromis* sp.). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 2, p. 239-246, 2008.

TIAN, S., L. ZHU, M. LIU. Bioaccumulation and distribution of polybrominated diphenyl ethers in marine species from Bohai Bay, China. **Environmental Toxicology and Chemistry**. p. 2278–2285, 2010.

WANG, Y., CUI, Y., YANG, Y., CAI, F., Compensatory growth in hybrid tilapia, *Oreochromis mossambicus*\_ *O. niloticus*, reared in seawater. **Aquaculture**. p. 101– 108. 2000.

WEATHERLEY, A. H.; GILL, H. S. **The Biology of Fish Growth**. London: Academic. p. 443, 1987.

WEIS, D.J.; WARDROP, J.; SCHALM, O.W. Schalm’sveterinary hematology. 6 ed. Iowa: **Blackwell Publishing**. p. 1206, 2010.

XIE, S.; XHU, X.; CUI, Y; WOOTTON, R.J.; LEI, W.;YANG, Y. Compensatory growth in the gibel carp following feed deprivation: temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. **Journal of Fish Biology**. p. 999-1009, 2001.

YONG, S.; NOH, C. H. Effect of restricted feeding regimes on compensatory growth and body composition of red Sea Bream, *Pagrus major*. **Journal of the World Aquaculture Society**. v. 38, n. 3, 2007.

## **5. CONCLUSÃO FINAL**

O uso de curtos períodos de restrição implementados nesse estudo foram eficientes para serem utilizados em regiões que passam por períodos de baixa temperatura, principalmente no inverno, visto que o desempenho produtivo não foi afetado e ocorreram pequenas alterações na composição corporal e nos componentes hematológicos e bioquímicos de ambas as espécies. Os métodos de restrição alimentar pela manhã ou pela tarde mostraram-se fundamentais para minimizar o desperdício de alimento na criação e diminuir os custos com mão de obra e alimentação em períodos de baixa temperatura, em que os peixes tropicais tendem a diminuir o consumo de ração.