



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

**ALDRY LORRAN DA SILVA E SOUZA**

**FREQUÊNCIA ALIMENTAR NA PRODUÇÃO DE JUVENIS DE TAMBAQUI  
(*Colossoma macropomum*) EM TANQUES-REDE**

**Orientador:** Dr. Rodrigo Takata

**Coorientadores:** Prof. Dr. Ronald Kennedy Luz

Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo

**Belém-PA  
2021**



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

**ALDRY LORRAN DA SILVA E SOUZA**

**FREQUÊNCIA ALIMENTAR NA PRODUÇÃO DE JUVENIS DE TAMBAQUI  
(*Colossoma macropomum*) EM TANQUES-REDE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, para obtenção de título de mestre.

**Área de concentração:** aquicultura e biodiversidade de parasitas de organismos aquáticos

**Orientador:** Dr. Rodrigo Takata

**Coorientadores:** Prof. Dr. Ronald Kennedy Luz

Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo

**Belém-PA  
2021**

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

---

S719f Souza, Aldry Lorrان da silva e  
Frequência alimentar na produção de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques-  
rede / Aldry Lorrان da silva e Souza. – Belém, 2021.  
53 f.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais  
(PPGARAT), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2021.  
Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Takata.  
Coorientador: Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo.  
Coorientador: Prof. Dr. Ronald Kennedy Luz.

1. Nutrição, Piscicultura, Manejo, Custos e Produção. I. Takata, Rodrigo, *orient.* II. Título.

**CDD - 639.31**

---

**ALDRY LORRAN DA SILVA E SOUZA**

**FREQUÊNCIA ALIMENTAR NA PRODUÇÃO DE JUVENIS DE TAMBAQUI  
(*Colossoma macropomum*) EM TANQUES-REDE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos tropicais, para obtenção de título de mestre. área de concentração: aquicultura e biodiversidade de parasitas de organismos aquáticos.

05/02/2021

---

**Data da Aprovação**

**Banca Examinadora:**



---

**Presidente e Orientador**

**Dr. Rodrigo Takata**

**Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro - Fiperj**



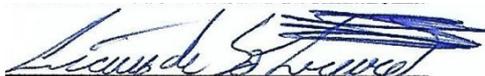
---

**Prof. Dr. Glauber David Almeida Palheta**  
**Universidade Federal Rural da Amazônia**



---

**Profª. Drª. Fabio Carneiro Sterzelecki**  
**Universidade Federal Rural da Amazônia**



---

**Dr. Lícius de Sá-Freire**

**Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro - Fiperj**

Aos meus pais por todo apoio e força, nos momentos que pensei em desistir. Ao meu orientador Rodrigo Takata, por se fazer presente em todos os momentos ao longo desses anos de mestrado, obrigado pelos conselhos e por toda orientação acadêmica dedicada a mim. A minha namorada Talita Esteves por contribuir com toda minha evolução profissional e pessoal

**Dedico.**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por tornar tudo isso possível.

Aos meus pais, irmão e namorada e meus grandes amigos Rafael Souza e Rayane Guimarães. Ao meu orientador Dr. Rodrigo Takata, aos meus coorientadores Profs. Drs. Nuno Filipe Alves Correia de Melo e Ronald Kennedy Luz, aos Profs. Drs. Glauber David A. Palheta e Fábio Carneiro, por todo apoio e ensinamentos repassados.

Ao meu avô, Raimundo Nonato, por disponibilização do espaço para implemento da piscicultura “Sítio Nordestino”. Ao Claudio, caseiro do sítio, profissional que contribuiu para o andamento desse trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGAqRAT) e seus respectivos profissionais, em especial ao Alexandre, secretário paciente e prestativo, prestou toda dedicação em prol do programa, a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e a todos os colegas da Pós-Graduação.

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

## SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	11
CONTEXTUALIZAÇÃO.....	11
1 – INTRODUÇÃO .....	12
2 – OBJETIVOS .....	14
2.1 – Objetivo geral.....	14
2.2 – Objetivos específicos .....	14
3 – REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
3.1 – Característica e fisiologia da espécie.....	15
3.1.1 – Biologia do tambaqui <i>Colossoma macropomum</i> .....	15
3.1.2 – Alimentação e Nutrição .....	15
3.1.3 – Parâmetros sanguíneos.....	16
3.2 – Características da produção em cativeiro de <i>C. macropomum</i> , em especial no estado do Pará .....	17
3.3 – <i>C. macropomum</i> em sistema intensivo de tanques-rede.....	18
3.4 – Frequência alimentar.....	19
3.5 – Frequência alimentar para <i>C. macropomum</i> .....	23
4 – REFERÊNCIAS.....	25
CAPÍTULO II.....	32
ARTIGO CIENTÍFICO.....	32
INTRODUÇÃO .....	36
MATERIAL E MÉTODOS .....	37
Local, infraestrutura e desenho experimental.....	37
Qualidade de água.....	38
Parâmetros de desempenho e sobrevivência .....	38
Análises sanguíneas.....	39
Análises estatísticas .....	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
Desempenho e sobrevivência.....	39
Análises sanguíneas.....	44
CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS.....	48
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52

## ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está organizada em dois capítulos, sendo o primeiro composto pela contextualização geral da problemática e o segundo contendo o artigo que foi redigido de acordo com as normas da revista “Aquaculture: ISSN: 0044-8486”.

No capítulo I está inserido o objetivo da pesquisa e sua fundamentação, seguida de um referencial teórico sobre: Característica e fisiologia da espécie; Biologia do *C. macropomum*; Alimentação e nutrição; Parâmetros sanguíneos; Composição corporal; Característica da produção em cativeiro em especial no estado do Pará; Sistema intensivo de tanques-rede; Frequência alimentar; e, Frequência alimentar do *C. macropomum*.

No segundo capítulo, encontra-se o artigo intitulado de “Efeito da frequência e período de alimentação no desempenho e parâmetros sanguíneos de juvenis de (*Colossoma macropomum*) criados em tanques-rede”. Por fim são apresentadas as principais considerações finais do trabalho.

## RESUMO

Pesquisas na área de manejo alimentar de peixes com espécies nativas vem sendo realizadas na Amazônia no intuito de desenvolver um pacote tecnológico para melhorar os índices de produção. O tambaqui *Colossoma macropomum* é nativo da região Amazônica e muito apreciado pela população e a sua criação em cativeiro vem sendo cada vez mais estudada. Os resultados mostram que a espécie apresenta bons índices zootécnicos em ambientes de confinamento, boa resistência ao manejo e boa aceitação de dietas formuladas. O manejo alimentar do *C. macropomum* é um atributo fundamental para sua produção, uma vez que, está relacionado a uma fatia considerável dos custos de produção na piscicultura. O período e horário de alimentação e a frequência alimentar são fatores importantes que estão ligados diretamente com a biologia e comportamento das espécies, dessa forma, estudos que visam estabelecer a melhor frequência e períodos e horários de alimentação devem ser realizados para otimizar a alimentação das espécies. O estudo teve como objetivo avaliar o uso de diferentes frequências e horários de alimentação no desempenho produtivo e parâmetros sanguíneos de juvenis de *C. macropomum*. O experimento teve duração de 60 dias e foi realizado em tanques-rede de 0,5x 0,5x0,7 (largura, comprimento e altura), na densidade inicial de 30 peixes/tanque. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos e três repetições: T1M: uma refeição por dia, às 8h da manhã; T1B: uma refeição por dia, às 16h; T2A: duas refeições por dia, às 8 e 14h; T2B: duas refeições por dia, às 8 e 16h; T3: três refeições por dia, às 8, 12 e 16h; e, T4: quatro refeições por dia, às 8, 10, 14 e 16h. Ao final do experimento, a sobrevivência foi semelhante entre os tratamentos e o aumento na frequência de alimentação levou a um aumento no consumo, nos índices de desempenho e nos parâmetros sanguíneos glicose, triglicerídeos e colesterol. Os peixes alimentados com uma refeição pela tarde apresentaram melhor desempenho do que os alimentados uma única vez pela manhã. Dessa forma, conclui-se que a frequência e o período de alimentação alteram o desempenho e os parâmetros sanguíneos analisados neste estudo em juvenis de *C. macropomum* criados em tanques-rede. Recomenda-se a frequência alimentar de duas (8 e 16h) a três refeições para um melhor desempenho e, se o manejo escolhido for de uma refeição, essa deve ser realizada no período da tarde.

**Palavras-chave:** aquicultura, piscicultura, manejo alimentar, espécie neotropical.

## ABSTRACT

Research in the area of feed management of native fish species has been carried out with the aim of developing a technological package to improve aquaculture. The tambaqui *Colossoma macropomum* is native to the Amazon region and is highly appreciated by the population and its breeding in captivity has been increasingly studied. The results show that the species presents good performance in confined environments, good resistance to management and good acceptance of formulated diets. The feed management of *C. macropomum* is a fundamental attribute for its production, since it is related to a considerable portion of the production costs in fish farming. The period and time of feeding and feeding frequency are important factors that are directly linked to the biology and behavior of the species, therefore, studies aimed at establishing the best frequency and periods and times of feeding should be carried out to optimize the feeding of the species. The study aimed to evaluate the use of different frequencies and feeding times to evaluate the performance and blood parameters in *C. macropomum* juveniles. The experiment lasted 60 days and was carried out in 0.5x 0.5x0.7 m cages (width, length and height), at an initial density of 30 fish/tank. The experimental design was completely randomized, with six treatments and three replications: T1M: one meal a day, at 8h; T1B: one meal a day, at 14h; T2A: two meals a day, at 8 and 14h; T2B: two meals a day, at 8 and 16h; T3: three meals a day, at 8, 12 am and 16h; and, T4: four meals a day, at 8, 10, 14 and 16h. At the end of the experiment, survival was similar between treatments and the increase in feeding frequency led to an increase in consumption, performance and blood parameters glucose, triglycerides and cholesterol. Fish fed one meal in the afternoon performed better than those fed only once in the morning. The frequency and period of feeding change the performance and blood parameters analyzed in this study in *C. macropomum* juveniles reared in cages. Feeding frequency at two (8 and 16h) to three meals is recommended for better performance and, if the chosen management is one meal, this should be done in the afternoon (16h).

**Keywords:** aquaculture, pisciculture, feed management, neotropical species.

## CAPÍTULO I

# CONTEXTUALIZAÇÃO

---

*Padronizado de acordo com as normas da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)  
e da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)*

## 1 – INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a aquicultura tem se mostrado um ramo comercial com grande potencial financeiro, atraindo um maior aporte tecnológico e investimentos, sejam eles públicos ou privados. Em 2018 a produção de pescado foi de 179 milhões de toneladas, dos quais 63,7% são provindos da aquicultura e dentro dessa atividade a piscicultura tanto marinha quanto de água doce, gerou cerca de 82,1 milhões de toneladas (51,3 milhões de toneladas para água doce e 30,7 milhões de tonelada para marinhos) (FAO, 2020).

Dentro do setor aquícola, a piscicultura tem se tornado uma das atividades de maior destaque em todos os estados brasileiros (SCHULTER E VIEIRA FILHO, 2017). Essa atividade cresceu 4,9% em 2009, alcançando patamares de 758.006 toneladas (PEIXEBR, 2020). Os peixes podem ser cultivados desde sistemas extensivos até sistemas superintensivos, sendo que os sistemas de criação de peixes de água doce mais utilizados são em viveiros escavados e criações em tanque-rede (EMBRAPA, 2017; SCORVO FILHO, 2004). De acordo com Borghetti e Silva (2007), a maior parcela da aquicultura brasileira é baseada em regimes semi-intensivos de produção, e sustentada principalmente por pequenos produtores. Contudo, no Brasil, a piscicultura em tanque-rede vem merecendo destaque no cenário nacional.

O sistema de criação em tanques-rede ou também chamado de gaiolas é um dos mais utilizados na criação intensiva de peixes no país, esse tipo de sistema demonstra ser uma técnica adequada para uma produção mais sustentável, proporcionando uma alta produtividade através de altas densidades (LIRANÇO et al., 2011). Porém, para esse tipo de sistema se faz necessário ter um alto controle na alimentação, com rações de qualidade e em quantidade adequada para evitar desperdícios ou uma alimentação excessiva (NRC, 2011).

Segundo Schulter e Vieira Filho (2017), aprimorar a conversão alimentar é um dos melhoramentos tecnológicos ligados ao manejo de alimentação e da nutrição. Esse manejo depende da espécie da qual pretende criar, idade ou tamanho do animal, variações climatológicas e um manejo nutricional correto (SANTOS et al., 2015). A frequência alimentar adequada contribui com a redução da poluição ambiental, atenuação do custo de produção e principalmente reduzir os desperdícios alimentares (MELO et al., 2012). Os estudos de frequência alimentar vêm sendo abordado para várias espécies em diferentes sistemas de cultivo e fases de vida (CORRÊA et al., 2009; BRANDÃO et al., 2004; SOUZA et al., 2016).

Estudos com frequência alimentar foram realizados com espécies protagonistas no cenário da aquicultura nacional e internacional e com espécies que apresentam um grande potencial para comercialização, dentre elas a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), jundiá (*Rhamdia quelen*), carpa comum (*Cyprinus carpio*), trairão (*Hoplias lacerdae*), cascudo preto (*Rhinelepis aspera*), pacamã (*Lophiosilurus alexandri*) e também para o tambaqui (*C. macropomum*). Porém, para a última espécie citada ainda existem algumas lacunas e resultados divergentes que precisam ser melhor padronizados, devido as diferenças na exigência nutricional durante o desenvolvimento do animal, somado a outras variáveis presentes em sistemas de criação (LUZ E PORTELLA, 2005; LUZ E SANTOS, 2010; MARTINELLI et al., 2013; PORTO et al., 2020; REIDEL et al., 2018; SANTOS et al., 2015; SIGNOR et al., 2020; SILVA et al., 2017; SILVA et al., 2014; SOUZA et al., 2014).

A frequência alimentar pode influenciar no metabolismo, na fisiologia e nos aspectos hormonais de diferentes espécies de peixes nos sistemas de produção. Esses parâmetros fisiológicos podem ser utilizados no monitoramento de metabólitos plasmáticos para estruturar padrões mais adequados no manejo alimentar das espécies aquícolas, sendo uma opção não letal e de rápida resposta, refletindo o estado nutricional referente a dieta aplicada (CADORIN, 2020; LUNDSTEDT, MELO e MORAES, 2004).

O *C. macropomum* se destaca devido seu potencial econômico, através da notória aceitação no mercado consumidor, e com o aprimoramento do seu pacote tecnológico, apresenta um bom desempenho nos sistemas de criação, e aceita com facilidade dietas formuladas (DAIRIKI; SILVA, 2011; PORTO et al., 2020; SOUZA et al., 2014). Pertencente a região norte, o *C. macropomum* é considerado o segundo maior peixes de escamas de água doce, habitando nas bacias do rio Orinoco e rio Amazonas (SILVA et al. 2007). Conforme os dados do IBGE (2018), a produção do *C. macropomum* gira em torno de 102,3 mil toneladas, ficando atrás apenas da tilápia (*Oreochromis niloticus*), que alcançou 311,5 mil toneladas.

Contudo, o desenvolvimento de pacotes tecnológico para a criação da espécie vem avançando nos últimos anos em relação a taxa de arraçoamento, exigências nutricionais, frequência alimentar, entre outros (PALMA et al., 2019). No entanto, informações sobre estratégias alimentares, principalmente relacionadas a frequência alimentar e horário de alimentação, ainda merecem uma atenção especial para melhorar o aproveitamento dos nutrientes e o desempenho dos peixes em sistemas intensivos de produção.

## **2 – OBJETIVOS**

### **2.1 – Objetivo geral**

Avaliar a frequência alimentar e o horário de alimentação no desempenho produtivo de juvenis de *Colossoma macropomum*.

### **2.2 – Objetivos específicos**

- Avaliar o efeito da frequência alimentar no desempenho de juvenis de *C. macropomum*;
- Determinar o melhor horário de alimentação para os juvenis de *C. macropomum*;
- Avaliar os parâmetros sanguíneos de juvenis de *C. macropomum* submetidos a diferentes regimes de frequência alimentar e horários de alimentação.

### **3 – REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 – Característica e fisiologia da espécie**

##### **3.1.1 – Biologia do tambaqui *Colossoma macropomum***

O tambaqui percorre longas jornadas até a área de desova, segundo Barthem, Ferreira e Goulding (2016) em estudo desenvolvido com o modelo de migração na Amazônia Central. Os autores demonstraram que os adultos em idade reprodutiva se alimentam nas extensas áreas de florestas alagadas nos rios tributários ou em lagos no rio de água branca no período de enchentes, quando o rio começa a baixar, cardumes deixam as áreas alagadas e migram pelo canal principal do rio de água branca em direção à montante até alcançarem remansos do rio com troncos e raízes, onde os peixes se abrigam durante a seca e suas gônadas amadurecem, quando o rio começa a encher, os cardumes migram rio acima, com suas gônadas maduras, até o local de desova, que parece não depender dos trechos de confluência dos rios principal e tributário, ocorrendo em diferentes trechos dos rios de água branca.

##### **3.1.2 – Alimentação e Nutrição**

O *C. macropomum* apresenta naturalmente hábito alimentar em dieta composta prioritariamente de frutos e sementes no período de enchente, com a redução na disponibilidade de alimento, que ocorre na época de vazante, o *C. macropomum* apresenta uma dieta mista, frequentemente consomem pequenos invertebrados, passando também a se alimentar de zooplâncton, motivo pelo qual seu hábito alimentar é frequentemente denominado de onívoro-oportunista (DAIRIKI et al., 2011; RIBEIRO et al., 2016; ROTA, 2003). Demonstra como características o corpo de escamas, romboidal, com nadadeira adiposa relativamente curta, dentes molariformes e rastros branquiais longos e numerosos, coloração geralmente é parda na metade superior e preta na metade inferior do corpo. (FERNANDES, 2005).

De acordo com Mori (2016) o tubo digestivo do *C. macropomum* apresenta esôfago curto, estômago sinfonal em formato de U e intestino enovelado com cecos pilóricos. Ainda segundo o autor, o esôfago conecta a cavidade bucofaringea ao estômago, este é constituído por três regiões: cárdica, com luz ampla; fúndica, muito distensível; e pilórica, de parede espessa e com esfíncter pilórico característico. O intestino é dividido em anterior, médio, posterior e reto. O intestino do *C. macropomum* é um tubo longo, comparado a outras espécies de teleósteos, os tecidos das paredes são constituídos de uma camada mucosa,

submucosa, muscular e adventícia e, o fato do intestino ser longo permite que o alimento permaneça mais tempo em contato com as enzimas, de modo a aumentar a eficácia da digestão compensando o baixo valor nutritivo do alimento ingerido na natureza (ROTTA, 2003).

### 3.1.3 – Parâmetros sanguíneos

Tavares-Dias, Sandrim e Campos-Filho (1999) caracterizaram o padrão hematológico do sangue periférico do *C. macropomum*, sendo que os neutrófilos, linfócitos, células granulocíticas especiais (C.G.E) apresentaram formatos arredondados. Segundo os autores, os neutrófilos apresentam citoplasma acidófilo, nos linfócitos não foi evidenciado granulações visíveis, sendo fortemente basófilo, enquanto as C.G.E possuíam citoplasma abundante e rico em granulações claras, transparentes e esféricas. Os monócitos foram classificados como células grandes, de formato esférico, ocasionalmente arredondadas ou com certo grau de polimorfismo. Seu citoplasma era intensamente basofílico e na maioria das vezes com prolongamentos citoplasmáticos e vacuolização.

Em estudo sobre os parâmetros bioquímicos do *C. macropomum* e pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em sistema intensivo, Tavares-Dias e Moraes (2010) observaram que o *C. macropomum* apresentou maior concentração de sódio e cloreto em comparação com o pacu, enquanto que o nível de cálcio foi semelhante para os grupos de peixes, os níveis de glicose e proteína plasmática foram de 62,1 mg/dL e 3,5 mg/dL, respectivamente. Para Brandão et al. (2004), a alimentação, assim como as condições de criação, tem um alto grau de relação com os indicadores fisiológicos do *C. macropomum*. A glicose é utilizada para apontar possíveis distúrbios causados por estresse a espécie, pois trata-se da principal fonte energética para suportar condições desfavoráveis.

Os parâmetros de metabólitos plasmáticos para as espécies aquícolas estão estritamente relacionados as condições de manejo, importantes para o diagnóstico e prognóstico das condições sanitárias e fisiopatológicas dos animais nas fazendas de criação. Os fatores como o estresse, qualidade da água ou enfermidades podem ocasionar alteração nos índices de glicose sanguínea, sendo esta a principal fonte de energia metabólica em teleósteos (AFONSO et al., 2002; CADORIN, 2020; SOUZA et al., 2002). Os triglicerídeos, composto por moléculas de ácidos graxos e glicerol, são utilizados como fonte de energia prontamente disponível durante as fases iniciais de redução de oferta de alimento para o organismo, e o colesterol desempenha funções intracelulares e são indicadores fundamentais

da absorção e funcionalidade do organismo, sofre influência através da frequência alimentar, taxas alimentares e quantidades de proteína bruta presentes na ração, sendo alterado também pela quantidade de gordura presente na dieta (GERMINO, 2016; LOPES, 2015; TAVARES-DIAS; MATAQUEIRO, 2004).

### **3.2 – Características da produção em cativeiro de *C. macropomum*, em especial no estado do Pará**

A produção nacional do peixes nativos é liderada pelo *C. macropomum*, que em 2019 alcançou 207.930 toneladas (t), oriundos principalmente de cinco estados ícones na produção: Rondônia, se mantendo isolada na liderança com 68.800 t, seguida por Mato Grosso com 46.280 t, Maranhão com 31.511 t, Pará com 25.005 t e Amazonas com 20.596 t. Problemas sanitários e estruturais, incluindo processamento e comercialização, além de dificuldades para obtenção de licenciamento ambiental foram os precursores da estabilidade na produção no ano 2019 (PEIXEBR, 2020).

No cenário paraense, a piscicultura continental apresenta ascensão dentro das atividades econômicas desenvolvidas por pequenos e médios produtores rurais, distribuídos principalmente na região nordeste, oeste e sudeste do estado, praticada em açudes particulares, viveiros de barragens, viveiros escavados, tanques, tanques-rede e canais de igarapé (BRABO et al., 2016). De acordo com Correia, Mota e Meyer (2010) em trabalho desenvolvido com a tipologia das pisciculturas no nordeste paraense, os autores mostraram que o *C. macropomum* foi a espécie mais criada pelos agricultores locais no sistema semi-intensivo e as principais justificativas para a produção da espécie são a oferta regular de alevinos no mercado, resistência ao manejo e aceitar ingredientes como frutos, sementes, rasps de mandioca e outros, utilizados para complementar o uso da ração comercial.

O estado do Pará detém a segunda maior parcela territorial das unidades federativas do Brasil, com 1.248.042 km<sup>2</sup> distribuídos em 144 municípios e destaque para sua grandiosa rede hidrográfica, constituída por cursos d'água das bacias Amazônica, Araguaia-Tocantins e Atlântico Nordeste Ocidental (BRABO, 2014). Porém, ainda há inúmeros entraves que perpetuam no cenário da piscicultura paraense, desestruturando a cadeia produtiva e limitando a abertura de novos empreendimentos. Segundo Brabo (2014), a falta de planejamento e controle econômico mesclado com a falta de profissionalismo da maioria dos produtores em boas práticas para sustentar a atividade, colaboram para o alto grau de despesas nos

empreendimentos, principalmente aqueles ligados a insumos, em que a ração é a maior despesa para o produtor.

O sistema semi-intensivo é a principal forma de produção de peixes no estado, entretanto, ainda sem capacidade competitiva em relação aos estados vizinhos. Segundo De-Carvalho, Souza e Cintra (2013) em trabalho desenvolvido na microrregião do Guamá, estado do Pará, dos quais foram visitados 64 empreendimentos ligados a piscicultura, apenas 25% fazem uso da ração comercial, sendo que de maneira desordenada sem análises biométricas ou acompanhamento técnico para controle dos insumos. Segundo Silva et al. (2010), em estudo desenvolvido na região sudeste do estado do Pará, foi demonstrado que a piscicultura é desenvolvida principalmente pela mão de obra familiar; no entanto, produtores com maior poder aquisitivo fazem o incremento de tecnologias e aporte de ração comercial, a chamada produção semi-intensiva, desenvolvida principalmente com peixes redondos, a exemplo o *C. macropomum*.

Nas pisciculturas da mesorregião sudoeste paraense predomina a produção em sistema semi-intensivo (65,9%), seguido do extensivo (31,7%), sendo que no semi-intensivo há o uso de ração comercial para complementar a alimentação natural produzida no viveiro (OIVEIRA; SOUZA; MELO, 2014). De acordo com Chaveiro (2016) em trabalho desenvolvido no estado do Amazonas, a produtividade do *C. macropomum* em sistema semi-intensivo alcança em média de 6.000 a 8.000 kg/ha/ano.

### **3.3 – *C. macropomum* em sistema intensivo de tanques-rede**

O incremento de tecnologia no aprimoramento do sistema de criação de peixes é fundamental para o acréscimo do faturamento de empreendimentos aquícolas. A utilização de áreas com grande volume hídrico para a instalação de complexos parques de produção de peixes em tanques-rede vem ganhando destaque no cenário nacional, no que se refere a manejo operacional e maior produção por m<sup>3</sup> (TEIXEIRA et al., 2009).

Tanques-redes ou também chamado de gaiolas são estruturas construídas de diversos materiais, formatos e tamanhos, são feitos de telas que permitem a livre circulação de água no espaço interior, para também ocorrer a liberação de dejetos oriundos da digestão dos peixes, sua estrutura permite proteção dos animais em ambientes com potenciais predadores, do ponto de vista técnico apresenta maior vantagem em relação aos viveiros escavados, permitindo maior controle dos animais e melhor aproveitamento no manejo em referência a biometrias e despescas (CODEVASF, 2019; OLIVEIRA, 2003).

A criação de *C. macropomum* em tanques-rede ainda se mostra tímida em comparação ao sistema de viveiros escavados, entretanto os incentivos governamentais com a liberação de áreas da união para a atividade, tem tornado a modalidade atrativa para investidores. O *C. macropomum* apresenta boas condições para a criação nessa modalidade, pois aceita com facilidade a ração, possui boa resistência ao manejo e bons índices zootécnicos nesse sistema intensivo (BRANDÃO et al., 2004).

De acordo com Silva e Fujimoto (2015), a produção de *C. macropomum* em tanques-rede promove o aumento do faturamento devido a densidade de estocagem mais elevada em relação ao sistema de viveiros escavados, vantajoso pela não utilização de grandes áreas para a construção de viveiros escavados, com menor investimento inicial a modalidade se caracteriza por ser mais competitiva e sustentável. Segundo Gomes et al. (2004), a produção de *C. macropomum* na fase de recria com peso médio de 0,2g e 2,5 cm, em tanques-rede concluiu que pode utilizar a densidade de 300 peixes/m<sup>3</sup> durante 60 dias de criação, não havendo diferença entre volumes de 1 m<sup>3</sup> e 6 m<sup>3</sup>.

No estado do Pará o destaque na produção de peixes redondos em sistema intensivo em tanques-rede é o implementado no lago da usina hidrelétrica de Tucuruí, com produção de 200 toneladas ao ano, abastecendo os mercados locais de aproximadamente 10 cidades (IDERFLOR-BIO, 2018).

Como as estruturas de produção em tanques-rede são semelhantes, Brabo et al. (2017) estimaram que o custo de implantação e o custo operacional total de um empreendimento de piscicultura intensiva na região nordeste paraense seriam de R\$ 48.050,00 a R\$ 85.138,32, respectivamente. Importante mencionar que a cadeia produtiva da piscicultura no estado do Pará precisa passar por ajustes estruturais, com mais acesso a insumos com preços competitivos e aumento nas políticas de fomento para a modalidade de produção (Brabo et al., 2013)

### **3.4 – Frequência alimentar**

A frequência alimentar é definida como o número de pratos alimentares fornecidos ao peixe, estando diretamente relacionado às suas exigências nutricionais e podem variar com a idade, espécie, hábito alimentar, ambiente, sistema de produção e composição do alimento (BISWAS et al. 2006; CANTIZANI, 2013; RIBEIRO et al., 2012). O número de alimentações fornecidas por dia em sistemas de criação pode variar de acordo com a temperatura, idade ou

tamanho dos peixes, qualidade da água e nível da água no viveiro. Sabe-se que quando a temperatura cai, o consumo de ração também tende a reduzir para espécies tropicais, diminuindo assim a frequência de alimentação, e quanto mais jovem são os animais, maior deve ser o número de refeições fornecidas diariamente (Ribeiro et al., 2012).

Frequências alimentares insuficientes reduzem o desempenho e podem contribuir para o aparecimento de enfermidades na produção, por não atingir a exigência mínima nutricional das espécies (HARDY; GATLIN, 2002; XIE et al., 2011). O aporte de ração feito com maior número de frequência alimentar pode ocasionar a deterioração da qualidade da água do viveiro ou açude, somado a isso, rações comerciais de baixa qualidade não apresentam tempo suficiente de flutuação, necessário para avaliar o desperdício (BISWAS et al., 2006; WANG et al., 2007).

Além de tais fatores, a eficiência na produção de peixes em cativeiros vai muito além de utilizar rações de alto valor nutricional e condições de confinamento ideal, passa pelo pleno conhecimento fisiológico e demanda nutricional da espécie, as quais associado a melhor determinação da frequência alimentar, a produção pode melhorar significativamente em termos de redução de custos e desempenho dos animais até o alcance do peso de comercialização (CORRÊA et al., 2009).

De acordo com Ribeiro et al. (2012), existem inúmeros fatores que podem alterar a exigência proteica dos peixes, afetando a digestão da proteína, bem como sua absorção e utilização metabólica. Sabe-se que com o aumento da frequência de alimentação, distribuída ao longo do dia e o fornecimento satisfatório de ração para determinada espécie leva a um melhor aproveitamento da proteína, com conseqüente diminuição da exigência do nutriente.

Tabela 1: Estudos de uso de frequência alimentar em espécies de cultivo.

ESPÉCIE	FASE/PESO	RESULTADOS	AUTOR/ ANO
<i>Lophiosilurus alexandri</i> (Pacamã)	juvenis	A melhor eficiência alimentar ocorreu nos peixes alimentados três vezes ao dia até a uma taxa de 50%.	(SILVA et al., 2014)
<i>Mugil liza</i> (Tainha)	Juvenis (13,6g)	Alcançaram melhores resultados de eficiência alimentar quando alimentados três vezes ao dia. Neste estudo, foram avaliadas as frequências alimentares de uma, três, cinco e sete vezes ao dia e observou-se que a menor frequência alimentar (1 vezes ao dia) levou a um pior crescimento. Evidenciando a importância da adoção de um manejo alimentar adequado para um ótimo desempenho.	(SILVA et al., 2019)
<i>Rachycentron canadum</i> (Bijupirá)	100 a 200 g	As frequências de alimentação de uma, duas, três, quatro e seis vezes ao dia não apresentaram diferenças nas variáveis indicadoras de desempenho zootécnico em condições laboratoriais. Dessa forma, infere-se que a frequência alimentar ideal para esta espécie seja de apenas uma vez ao dia nesta fase de desenvolvimento.	(COSTA-BONFIM et al., 2014)
<i>Steindachneridion scriptum</i>	60 g	Os juvenis foram submetidos a três frequências alimentares na fase escura do fotoperíodo, uma refeição às 20:00 h, duas às 20:00 e 06:00 h e três às 20:00, 01:00 e 06:00 h, com ração comercial para peixes carnívoros. Não foram observadas diferenças significativas no desempenho dos peixes entre as frequências de alimentação testadas. Dessa forma, a espécie pode ser alimentada uma única vez ao dia.	(VIANA et al., 2020)
<i>Arapaima gigas</i> (pirarucu)	500 g	Não houve diferenças significativas no desempenho dos peixes entre as frequências de alimentação testadas, concluindo que a espécie pode ser alimentada uma única vez ao dia na fase de 500g.	(LIMA, 2014)
<i>Rhamdia quelen</i> Jundiá	Juvenis (8 a 45 g)	Avaliou-se o efeito de frequências alimentares de um, duas, três, quatro, vezes ao dia. O ganho em peso e a taxa de crescimento	(CANTON et al., 2007)

		específico diferiram entre os juvenis alimentados 1 e 4 vezes/dia. Dessa forma, recomendou-se a alimentação pelo menos 2 vezes/dia quando criados em temperatura média da água de 18° C.	
<i>Sardinella brasiliensis</i> (Sardinha)	Juvenis	Neste estudo, foram avaliadas as frequências alimentares de uma, duas, três, quatro, cinco e seis vezes ao dia e observou-se que, quando os peixes são submetidos a baixa frequência alimentar (1 vez ao dia) ocorreu um menor ganho em peso e taxa de crescimento específico, apresentando melhor desempenho quando alimentados pelo menos duas vezes ao dia.	(BALOI et al., 2016)
<i>Oreochromis niloticus</i> (Tilápia)	Juvenis	Foi avaliado o efeito de frequências alimentares de uma, duas, três e quatro vezes ao dia e três taxas de alimentação de 50, 75 e 100% em relação à saciedade aparente, em sistema de criação em bioflocos. Os autores encontraram uma melhor eficiência no uso da proteína na taxa de alimentação de 75%, somada a uma frequência alimentar de duas vezes ao dia.	(SILVA et al., 2019)
<i>Oreochromis niloticus</i> (Tilápia)	0,85 g	Avaliaram o efeito de frequências alimentares duas e três vezes ao dia e taxas de alimentação de 2, 4, 6, 8, e 10% para juvenis ao longo de 70 dias. Em conclusão, os resultados demonstraram que a uma taxa de 6% com duas frequências de alimentação é a mais adequada para um melhor desempenho.	(HUANG et al., 2015)

### 3.5 – Frequência alimentar para *C. macropomum*

O *C. macropomum* apresenta ao longo de suas fases de criação exigências em diferentes níveis de proteína bruta (PB). Em sistemas semi-intensivo, onde há o aporte de ração comercial, os níveis de proteína na ração e as frequências de alimentação difundidos entre os produtores ainda são divergentes para a espécie. Para Izel e Mello (2014), na fase de alevinagem o valor adequado de PB deve ser de 34%, distribuídos em quatro tratos diários. Para a Fase 1, que varia de 100 a 500g até o abate final, com mais de 1000g, a quantidade de PB nas dietas formuladas deve ser 28%, distribuídas entre duas a três refeições ao dia. A distribuição da frequência alimentar varia de acordo com a biomassa e a fase de desenvolvimento dos peixes, conforme recomendado pela Embrapa (CORREIA et al., 2011).

Ao fazer o comparativo entre a concentração de PB (28 e 32%) com adoção da frequência alimentar distribuída duas vezes ao dia para *C. macropomum* com peso médio inicial de 225 g criados em viveiros escavados até a fase de abate com 1000g, Sousa et al. (2016) concluíram que não houve diferença significativa nas variáveis de ganho em peso e comprimento total dos animais, demonstrando que o uso de ração com 28% de PB é adequado para a criação da espécie por apresentar melhor custo benefício. Entretanto, com o aumento na frequência alimentar diária, a concentração de proteína pode ser ajustada para uma melhor eficiência em absorção por parte dos animais.

Neto et al. (2017) avaliaram o desempenho zootécnico do *C. macropomum* com peso médio inicial de 1,0 kg até o peso médio de abate de 3,0 kg, em tanques escavados e utilizando rações com diferentes concentrações de proteína bruta (22 e 28% PB) com frequência alimentar de duas vezes ao dia. Os autores concluíram que a ração com teor proteico de 22% de PB foi a mais viável economicamente para a criação do *C. macropomum*, uma vez que este não apresentou diferença significativa quando confrontados os resultados obtidos com os do grupo de peixes alimentados com a dieta de 28% PB.

Na atividade da piscicultura, o controle nutricional demanda que além do balanceamento da quantidade de ração fornecida por trato, ocorra também horários definidos para a alimentação dos peixes e que este protocolo seja mantido. Isso porque esses animais possuem um mecanismo chamado de atividade antecipatória de alimentação, que promove um processo interno, englobando ritmos biológicos e rotina alimentar, conhecido como cronobiologia alimentar (CADORIN, 2020).

Em muitos polos produtores de *C. macropomum*, a frequência de alimentação é determinada pelo próprio produtor ou por experiências relacionadas a outros ciclos de produção concluídos. No entanto, deve-se determinar com exatidão a frequência alimentar com base da fase e nas conformidades do sistema de produção, aumentando a eficiência da absorção e o ganho em peso. Dessa forma, a frequência alimentar apropriada favorece um crescimento ótimo dos peixes, aumenta a eficiência alimentar, reduz as perdas por excesso, diminui o tempo gasto com alimentação desnecessária e conseqüente aumento do faturamento (OLIVEIRA, 2003).

Em ambiente de criação é comum observar crescimento desigual entre *C. macropomum* do mesmo lote, pois há competição entre eles por alimento e dominância de espaço (Corrêa et al., 2009). Os autores destacaram que os animais alimentados três vezes ao dia apresentaram crescimento mais homogêneo do que os alimentados em menor frequência, um maior número de frequências proporciona melhor distribuição e menor competitividade pelo alimento ofertado.

De acordo com Porto et al. (2020) em trabalho desenvolvido com frequência alimentar para *C. macropomum* com peso médio de 595 g, O fornecimento das refeições em um, dois ou três tratos diários não levou a uma diferença significativa no ganho em peso.

#### 4 – REFERÊNCIAS

- AFONSO, E. G.; POLEZ, V. L. P.; CORRÊA, C. F.; MAZON, A. F.; ARAUJO, M. R. R.; MORAES, G.; RANTIN, F. T. Blood parameters and metabolites in the teleost fish *Colossoma macropomum* exposed to sulfide or hypoxia. **Comparative Biochemistry and Physiology**, n. 133, p. 375–382, 2002.
- BALOI, M.; CARVALHO, C. V. A.; STERZELEEKI, F. C.; PASSINI, G.; CERQUEIRA, V. R. Effects of feeding frequency on growth, feed efficiency and body composition of juveniles Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis* (Steindacher 1879). *Aquaculture Research*, v. 47, n. 2, p. 554–560. 2016.
- BARTHEM, R. B.; FERREIRA, E. J. G.; GOULDING, F. As migrações do jaraqui e do tambaqui no rio Tapajós e suas relações com as usinas hidrelétricas. *In: ALARCON, DF*.
- BISWAS, G.; JENA, J. K.; SINGH, S. K.; PATMAJHI, P.; MUDULI, H. K. Effect of feeding frequency on growth, survival and feed utilization in mrigal, *Cirrhinus mrigala*, and rohu, *Labeo rohita*, during nursery rearing. **Aquaculture**, v. 254, p. 211–218. 2006.
- BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; ARAUJO, L. D. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.4, p.357-362, abr. 2004.
- BRABO, M. F. Piscicultura no estado do Pará: situação atual e perspectivas. **Actapesca**, v. 2, n. 1, 2014.
- BRABO, M. F.; PEREIRA, L. F. S.; FERREIRA, L. A.; COSTA, J. W. P.; CAMPELO, D. A. V. VERZ, G. C. A cadeia produtiva da aquicultura no nordeste paraense, Amazônia, Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 46, n. 4, jul./ago. 2016.
- BRABO, M. F.; PAIXÃO, D. J. M. R.; MESQUITA, R. L. COSTA, M. W. M.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. Viabilidade econômica da criação de tilápia em tanques-rede no Nordeste paraense, Amazônia, Brasil. **Custos e Agronegócio**, v. 13, Abri. 2017.
- BOTELHO, H. A.; COSTA, A. C.; FERNANDES, E. M.; CAFÉ, M. B.; FREITAS, R. T. F. Análise bromatológica de filé de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, v. 5, n. 2, p. 158-165, 2017.
- CODEVASF, Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba. **Manual de criação de peixes em tanques-rede**, v. 3, Brasília, Codevasf, 2019.
- CADORIN, D. I. **Efeito da frequência alimentar e taxa de arraçoamento no desempenho zootécnico, composição corporal e metabólitos plasmáticos em juvenis de tilápia-do-Nilo**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.
- CANTON, R.; WEINGARTNER, M.; FRACALOSSO, D. M.; FILHO, E. Z. Influência da frequência alimentar no desempenho de juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 749-753. 2007.

CANTIZANI, M. S. **Manejo alimentar de tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818) utilizando modelo matemático de crescimento.** Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

CHAVEIRO, J. M. C. **Modelo de gestão para criação de espécies amazônicas em sistema semi-intensivo: um estudo de caso tambaqui (*Colossoma macropomum* cuvier, 1818).** Tese (Doutorado em Ciência Pesqueiras nos Trópicos) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

CORRÊA, R. O.; TEIXEIRA, R. N. G.; FONSECA, V. S.; ALBUQUERQUE, F. E. A. **Frequência alimentar de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), cultivados em tanques-rede.** Circular técnica. Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0505, 2009.

CORREA, R.; MOTA, D.; MEYER, G. Tipologia da piscicultura familiar no nordeste paraense. **Agrotrópica**, v. 22, n. 2, 2010.

CORREA, R. O.; MEYER, G.; MOTA, D. M.; JUNIOR, H. M. Manejo alimentar para tambaquis na piscicultura familiar no nordeste paraense. **Embrapa Amazônia Ocidental**, Belém, jan. 2011.

COSTA-BOMFIM, C. N.; PESSOA, W. V. N.; OLIVEIRA, R. L. M.; FARIAS, J. L.; DOMINGUES, E. C.; HAMILTON, S.; CAVALLI, R. O. The effect of feeding frequency on growth performance of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766). **Applied Ichthyology**. v. 30, n. 1, p. 135-139. Fev. 2014.

DAIRIKI, J. K.; SILVA, T. B. A. Revisão de literatura: exigências nutricionais do tambaqui–compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. **Embrapa Amazônia Ocidental**, Manaus, n. 91. 2011.

DE-CARVALHO, H. R. L.; SOUZA, R. A. L.; CINTRA, I. H. A. A aquicultura na microrregião do Guamá, estado do Pará, Amazônia oriental, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. 1, p. 1-6, jan./mar. 2013.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). **Fishery and aquaculture statistics 2020**. Roma: FAO yearbook.

FERNANDES, R. F. R. Piscicultura: sustentabilidade e preservação das espécies tambaqui (*Colossoma macropomum*) e matrinhã (*Brycon cephalus*). In: Encontro de Geógrafos da América Latina, 10, 2005, São Paulo. **Anais**. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal10/Procesosambientales/Usderecursos/13.pdf>> Acesso em: dez. 2019.

FERNANDES, T. R. C.; DORIA C. R. C.; MENEZES, J. T. B. Características de carcaça e parâmetros de desempenho do tambaqui (*colossoma macropomum*, cuvier, 1818) em diferentes tempos de cultivo e alimentado com rações comerciais. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 45-52, 2010.

FERNANDES, R. F. R. Piscicultura: sustentabilidade e preservação das espécies tambaqui (*Colossoma macropomum*) e matrinhã (*Brycon cephalus*). In: Encontro de Geógrafos da América Latina, 10, 2005, São Paulo. **Anais**. São Paulo, 2005. Disponível

em:<<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egall10/Procesosambientales/Usderecursos/13.pdf>> Acesso em: dez. 2020.

FILHO, M. X. P.; RODRIGUES, A. P. O.; REZENDE, F. P. Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil. **Boletim Ativos da Aquicultura**, Brasília/DF, v. 7, n. 2, jan. 2016.

FILHO, M. X. P.; BARROSO, R. M.; FLORES, R. M. V. Diagnóstico da cadeia produtiva da piscicultura no estado de Tocantins. **Embrapa Pesca e Aquicultura**, Palmas, 2014.

GERMINO, G. F. S. **Desempenho, intermediários metabólicos e parâmetros hematológicos de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com diferentes proporções proteína bruta e fubá de milho e proteína bruta e banana *in natura***. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, 2016.

GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R.; CHAGAS, E. C.; FERREIRA, M. F. B.; LOURENÇO, J. N. P. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. **Acta Amazonica**, v. 34, n.1, p. 111 – 113. 2004.

HARDY, R. W. GATLIN, D. Nutritional strategies to reduce nutrient losses in intensive aquaculture. *In*: Simposium Internacional de Nutrición Acuicola, 6, 2002, Cancún, Quintana Roo. **Memorias**. México, 2002.

HUANG, Q.; HUANG, K.; MA, Y.; QIN, X.; WEN, Y.; SUN, L.; TANG, L. Feeding Frequency and Rate Effects on Growth and Physiology of Juvenile Genetically Improved Farmed Nile Tilapia. **North American Journal of Aquaculture**, v. 77, p. 503-512. 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2000. Censo agropecuário. 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria.html>> Acesso em: dez. 2020.

IDERFLOR-BIO, Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará. Unidade de Conservação. Produção em tanques-redes no lago de Tucuruí, 2018. Disponível em: <<https://ideflorbio.pa.gov.br/2015/10/producao-de-tanques-redes-no-lago-de-tucuru-e-uma-das-maiores-do-brasil/>> Acesso em: jan. 2021.

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas. **Embrapa Amazônia Ocidental**, Manaus, p. 20, 2004.

LIMA, L. K. F.; NOLETO, S. S.; SANTOS, V. LUIZ, D. B.; KIRSCHNIK, P. G. Rendimento e composição centesimal do tambaqui (*Colossoma macropomum*) por diferentes cortes e categorias de peso. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.12, n.2, p. 223 -222 abr.-jun. 2018.

LIRANÇO, A.D.S.; ROMAGOSA, E.; SCORVO-FILHO, J.D. Desempenho produtivo de *Pseudoplatystoma corruscans* estocados em sistemas de criação: semi-intensivo (viveiro escavado) e intensivo (tanque-rede). **Ciencia Rural**, v. 41, p. 524-530, 2011.

LUNDSIEDT, L. M.; MELO, J. F. B.; MORAES, G. Digestive enzymes and metabolic profile of *Pseudoplatystoma corruscans* (Teleostei: Siluriformes) in response to diet composition. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 2, n. 137, p. 331–339, 2004.

LUZ, R. K.; PORTELLA, M. C. Frequência alimentar na larvicultura do trairão (*Hoplias lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science**, Viçosa, v. 34, n.5, p. 1442-1448, 2005.

LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E. . Effect of salt addition and feeding frequency on cascudo preto *Rhinelepis aspera* (Pisces: Loricariidae) larviculture. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 26, p. 453-455, 2010.

MARTINELLI, S. G.; NETO, J. R.; SILVA, L. P.; BERGAMIN, G. T.; MASCHIO, D.; FLORA, M. A. L. D.; NUNES, L. M. C.; POSSANI, G. Densidade de estocagem e frequência alimentar no cultivo de jundiá em tanques-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n. 8, p.871-877, ago. 2013.

MEER, M. B. V.; HERWAARDEN, H. V.; VERDEGEM, M. C. J. Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v. 98, p. 419-432. 1997.

MELO, J. F. B.; LUNDSTEDT, L. M.; MORAES, G.; INOUE, L. A. K. A. Efeito de diferentes concentrações de proteína sobre o sistema digestivo de juvenis de jundiá. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.2, 2012.

MORI, R. H. **Análises morfológicas, histoquímicas e ultraestruturais do tubo digestivo de tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1816)**. Jaboticabal. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of fish and shrimp. **The National Academies**, Washington, DC, 2011.

NETO, E. B. B.; PRADO, G. F.; PRADO, G. A. F.; SOUZA, R. G. C. Engorda de tambaquis (1 a 3 kg) arraçoados com dietas contendo 22 e 28% de proteína bruta. **Scientia Amazonia**, v. 6, n. 1, p. 1-8, 2017.

OLIVEIRA, A. S. C. O.; SOUZA, R. A. L.; MELO, N. F. A. C. Estado da arte da piscicultura na mesorregião sudoeste paraense – Amazônia oriental. **Boletim Técnico Científico do Cepnor**, v. 14, n. 1, p. 33-38, 2014.

OLIVEIRA, N. G. F. **Efeito da frequência alimentar sobre o desempenho de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum*, em sistema de tanque-rede**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, 2003.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; SOTO, D. Estudo setorial para consolidação de uma aquicultura sustentável no Brasil. – Curitiba, 2007.

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**, vol. 40, n. 2, p.391-396, 2010.

PEDROSA, R. U.; MATTOS, B. O.; PEREIRA, D. S. P.; RODRIGUES, M. L.; BRAGA, L. G. T.; FORTES-SILVA, R. Effects of feeding strategies on growth, biochemical parameters

and waste excretion of juvenile arapaima (*Arapaima gigas*) raised in recirculating aquaculture systems (RAS). **Aquaculture**, v. 500, n. 1, p. 562-568. Fev. 2019.

PEIXEBR. Associação Brasileira da Piscicultura. Anuário PeixeBR. 2020. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/Anuario2020/AnuarioPeixeBR2020.pdf>> Acesso em: nov. 2020.

PORTO, M. O.; OLIVEIRA, J. D.; CAVALI, J.; FILHO, J. V. D.; SOARES, N. T. D.; GASPAROTTO, P. H. G. Frequência alimentar para tambaquis *colossoma macropomum* (cuvier, 1818) cultivados em um centro de pesquisa amazônico. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 12, n.1, jan/abr, 2020.

RIBEIRO, P. A. P.; MELO, D. C.; COSTA, L. S.; TEIXEIRA, E. A. Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce. Belo Horizonte, MG, 2012.

REIDEL A.; COLDEBELLA, A.; FONSECA, C.; FREITAS, J. M. A.; SIGNOR, A. A. Manejo alimentar de carpa comum (*cyprinus carpio*): frequência alimentar e porcentagem de arraçoamento. **Revista Agrarias Academia**, v. 1, n. 3, set./out. 2018.

RIBEIRO, F. M.; FREITAS, P. V. D. X.; SANTOS, E. O.; SOUZA, R. M.; CARVALHO, T. A.; ALMEIDA, E. M.; SANTOS, T. O.; COSTA, A. C. Alimentação e nutrição de Pirapitinga (*Piaractus brachypomums*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*): Revisão. **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 10, n. 12, p. 873-882, Dez. 2016.

ROTTA, M. A. **Aspectos Gerais da Fisiologia e Estrutura do Sistema Digestivo dos Peixes Relacionados à Piscicultura**. Circular técnica. Embrapa Pantanal, ISSN 1517-1973; 2003.

SANTOS, M. M.; CALUMBY, J. A.; COELHO-FILHO, P. A.; SOARES, E. C.; GENTELINI, L. Nível de arraçoamento e frequência alimentar no desempenho de alevinos de tilápia-do-Nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, v. 41, n. 2, p. 387 – 395, 2015.

SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J E. R. Evolução da piscicultura no brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, Brasília – DF BNDES, 2017.

SCORVO FIHO, J. D. O agronegócio da aquicultura: perspectiva e tendência. São Paulo, 2004. Disponível em <[https://www.pesca.sp.gov.br/agronegocio\\_aquicultura.pdf](https://www.pesca.sp.gov.br/agronegocio_aquicultura.pdf)> Acesso em 01 janeiro 2021.

SIGNOR, A. A.; NETO, C. C. B.; FIGUEIREDO, E. S.; SIGNOR, F. R. P.; WATANABE, A. L.; FERREIRA, H. K. A. Manejo alimentar de juvenis de jundia (*Rhamdia quelen*) cultivado em tanques-rede: tipos de rações, taxas de arraçoamento e estratégia alimentar. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 48531-48546, jul. 2020.

SILVA, A.M.D.; GOMES, L. C.; ROUBACH, R. Growth, yield, water and effluent quality in ponds with different management during tambaqui juvenile production. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p.733-740, mai. 2007.

SILVA, A. M. C. B.; SOUZA, R. A. L.; MELO, Y. P. C.; ZACARDI, D. M.; PAIVA, R. S.; NAKAYAMA, L. Diagnostico da piscicultura na mesorregião sudeste do estado do Pará. **Boletim Técnico Científico do Cepnor**, v.10, n. 1, p. 55-65, 2010.

- SILVA, C. A.; FUJIMOTO, R. Y. Crescimento de tambaqui em resposta a densidade de estocagem em tanques-rede. **Acta Amazônica**, v. 45, n.3, p. 323 – 332. 2015.
- SILVA, E. T. L.; PEDREIRA, M. M.; DIAS, M. L. F.; TESSITORE, A. J. A. FERREIRA, T. A. Larvas de linhagens de tilápia do Nilo submetidas a frequências alimentares sob baixa temperatura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.18, n.1, p.193-203 jan./mar. 2017.
- SILVA, W. S.; CORDEIRO, N. I. S.; COSTA, D. C.; TAKATA, R.; LUZ, R. K. .Frequência alimentar e taxa de arraçoamento durante o condicionamento alimentar de juvenis de pacamã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, p. 648-651, 2014.
- SILVA, M. A.; ALVARENGA, E. R.; COSTA, F. F. B.; TURRA, E. M.; ALVES, G. F. O.; MANDUCA, L. G.; SALES, S. C. M.; LEITE, N. E.; BEZERRA, V. M.; MORAES, S. G. S.; TEIXEIRA, E. A. Feeding management strategies to optimize the use of suspended feed for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivated in bioflocos. **Aquaculture Research**, v. 51, n. 2, p. 605-615. 2019.
- SILVA, E. C.; STERZELECK, F. C.; MUSIALAK, L. A.; SUGAI, J. K.; CASTRO, J. J. P.; PEDROTTI, F. S.; MAGNOTTI, C.; CIPRIANO, F. S.; CERQUEIRA, V. R. Effect of feeding frequency on growth performance, blood metabolites, proximate composition and digestive enzymes of Lebranche mullet (*Mugil liza*) Juveniles. **Aquaculture Research**, v. 51, p. 1162–1169. 2020.
- SONODA, D. Y.; CYRINO, J. E. P.; SHIROTA, R. Biomassa econômica da produção de tilápias em tanques-rede em propriedade rural no sudeste do Brasil. **Revista iPecege**. v. 2, n. 4, p. 60-72, 2016.
- SONODA, D. Y.; FRANÇA, E. D.; CYRINO, J. E. P. Modelo de preço de ração para peixe no período de 2001 a 2015. **Revista iPecege** v. 2, n.3, p. 57-71, 2016.
- SOUZA, R. C.; CAMPECHE, R. M. L.; FIGUEIREDO, R. A. C. R.; MELO, J. F. B. Frequência de alimentação para juvenis de tambaqui. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.3, p.927-932, 2014.
- SOUZA, R. G. C.; PRADO, G. F.; PYNEIRO, J. I. G.; NETO, E. B. B. Avaliação do ganho de peso do tambaqui cultivado com diferentes taxas de proteínas na alimentação. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 1, p. 40-45, 2016.
- TAVARES DIAS, M.; SANDRIM, E. F. S.; CAMPOS-FILHO, E. Características hematológicas do tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier (Osteichthyes, Characidae) em sistema de monocultivo intensivo. II. Leucócitos. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, n. 1, p. 175-184, 1999.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. Biochemical parameters for *Piaractus mesopotamicus*, *Colossoma macropomum* (Characidae) and hybrid tambacu (*P. mesopotamicus* X *C. macropomum*). **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.11, n. 2 p. 363-368, abr./jun. 2010.
- TAVARES-DIAS, M.; MATAQUEIRO, M. I. Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) oriundos de cultivo intensivo. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 26, no. 2, p. 157-162. 2004.

TEIXEIRA, R. N. G.; CORRÊA, R. O.; FARIA, M. T.; MEYER, G. Piscicultura em tanques-rede. **Embrapa Amazônia Oriental** – Brasília, 2009.

VALENTI, W. C.; BARROS, H. P.; MORAESVALENTI, P.; BUENO, G. W.; CAVALLI, R. O. Aquaculture in Brazil: past, present and future. **Aquaculture**, v. 19, mar. 2021.

VIANA, J. S.; STERZELECKI, F. C.; SUGAI, J. K.; NUNES, A. P. O. Feeding frequency in rearing juveniles of suruvi *Steindachneridion scriptum*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 46, n. 3, 2020.

WANG, Y.; KONG, L.; LI, K.; BUREAU, D. P. Effects of feeding frequency and ration level on growth, feed utilization and nitrogen waste output of cuneate drum (*Nibea miichthioides*) reared in net pens. **Aquaculture**, v. 271, p. 350–356. 2007.

XIE, F.; AI, Q.; MAI, K.; XU, W.; MA, H. The optimal feeding frequency of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*, Richardson) larvae. **Aquaculture**, v. 311, p. 162–167. Fev. 2011.

## CAPÍTULO II

# ARTIGO CIENTÍFICO

---

*Padronizado de acordo com as normas da **Aquaculture**: ISSN: 0044-8486*

**Efeito da frequência alimentar e horário de alimentação no desempenho e parâmetros sanguíneos de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) criados em tanques-rede**

Aldry Lorrán da Silva e Souza<sup>a</sup>; Fábio Carneiro Sterzelecki<sup>a</sup>; Rafael José Furtado Souza<sup>a</sup>; Rayane Quaresma Guimarães<sup>a</sup>; Glauber David Almeida Palheta<sup>a</sup>; Nuno Filipe Alves Correia de Melo<sup>a</sup>; Ronald Kennedy Luz<sup>b</sup>; Rodrigo Takata<sup>c</sup>.

<sup>a</sup>Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos, Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, Avenida Presidente Tancredo Neves, Nº 2501 Bairro: Terra Firme Cep: 66.077-830 Belém, PA, Brasil.

<sup>b</sup>Laboratório de Aquicultura, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Avenida Antônio Carlos, 6627, CEP 31.270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>c</sup>Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro -FIPERJ, Avenida Presidente Vargas, 197, CEP 28540000, Cordeiro, RJ, Brasil.

## Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da frequência alimentar e períodos de alimentação no desempenho e parâmetros sanguíneos de juvenis de *C. macropomum*. O estudo foi conduzido durante 60 dias com peixes de peso médio inicial de  $25 \pm 6,4$  g. Os juvenis foram alocados em 18 tanques-rede, sendo esses divididos em seis tratamentos com três réplicas cada. Os tratamentos foram: T1M: uma refeição por dia, às 8h da manhã; T1B: uma refeição por dia, às 16h; T2A: duas refeições por dia, às 8 e 14h; T2B: duas refeições por dia, às 8 e 16h; T3: três refeições por dia, às 8, 12 e 16h; e, T4: quatro refeições por dia, às 8, 10, 14 e 16h. A sobrevivência foi semelhante entre os tratamentos e o aumento na frequência de alimentação levou a um aumento no consumo de ração, nos índices de desempenho e nos parâmetros sanguíneos glicose, triglicerídeos e colesterol. Os peixes alimentados com uma refeição pela tarde apresentaram melhor desempenho do que os alimentados uma única vez pela manhã. Dessa forma, conclui-se que a frequência alimentar e o horário de alimentação alteram o desempenho e os parâmetros sanguíneos de juvenis de *C. macropomum* criados em tanques-rede. Recomenda-se a frequência alimentar de duas (8 e 16h) a três refeições para um melhor desempenho e, se o manejo escolhido for de uma refeição, essa deve ser realizada no período da tarde.

**Palavras-chaves:** manejo alimentar, fisiologia, consumo, espécie nativa.

## **Feed management and time for feeding on the performance and blood parameters of tambaqui (*Colossoma macropomum*) juvenile raised in cages**

### **Abstract**

The present study aimed to evaluate the effect of feeding frequency and feeding periods on the performance and blood parameters of *Colossoma macropomum* juveniles. The study was conducted for 60 days with fish weighting at  $25 \pm 6.4$  g. The juveniles were placed in 18 cages, which were divided into six treatments with three replicates. The treatments were: T1M: one meal a day, at 8h; T1B: one meal a day, at 16h; T2A: two meals a day, at 8 and 14h; T2B: two meals a day, at 8 and 16h; T3: three meals a day, at 8, 12 and 16h; and, T4: four meals a day, at 8, 10, 14 and 16h. Survival was similar between treatments and the increase in feeding frequency led to an increase in feed intake, performance and blood parameters glucose, triglycerides and cholesterol. Fish fed one meal in the afternoon performed better than those fed only once in the morning. Thus, it is concluded that feeding frequency and feeding schedule alter the performance and blood parameters of juveniles of *C. macropomum* reared in cages. Feeding frequency of two (8 and 16h) to three meals is recommended for better performance and, if the chosen feed management is one meal, this should be done in the afternoon (16h).

**Keywords:** food management, physiology, consumption, native species.

## INTRODUÇÃO

O tambaqui *Colossoma macropomum* está presente em todas as regiões do território nacional, apresenta grande importância econômica devido sua rusticidade e desempenho zootécnico em ambientes de criação e destaque na culinária nacional (Filho; Rodrigues & Rezende, 2016; Filho et al., 2016; Izel & Melo, 2004;). A produção nacional de nativos alcançou patamares de 278.671 mil toneladas, liderada principalmente pelo tambaqui, na região norte, principal produtora, a produção somasse mais de 145 mil toneladas (PEIXEBR, 2021).

As pesquisas sobre alimentação e nutrição na produção do *C. macropomum* estão ganhando destaque na literatura (Barçante & Souza, 2015), Nesse cenário, a alimentação ganha relevância por representar aproximadamente 70% dos custos totais da produção de uma piscicultura comercial (Dairiki & Silva, 2011; Silva et al., 2019). Os peixes em ambiente natural e em sistemas de produção apresentam exigências alimentares e nutricionais distintas para a manutenção de suas atividades fisiológicas, somado a isso a influência do ciclo circadiano, tem alta importância nas tomadas de decisões relativas ao manejo alimentar, principalmente referente a disponibilidade de alimento no viveiro, como melhores horários do dia para a disponibilização de alimentos, visando o melhor aproveitamento dos nutrientes fornecidos (Nouals, 2020). O ciclo circadiano pode seja influenciado por diversos fatores como genética, temperatura, fotoperíodo, interação social, predação, disponibilidade do alimento, plasticidade dos padrões comportamentais, entre outros (Carneiro; Miguel & Araujo, 2019; Nouals, 2020; Veraz et al., 2013). Dessa forma, unir a frequência alimentar com horários adequados de alimentação são técnicas fundamentais para otimizar a máxima absorção dos nutrientes e energia proporcionando melhor desempenho de crescimento dos

peixes, indo além de apenas escolhas dos ingredientes (Meer; Herwaarden & Verdegem, 1997; Ribeiro et al., 2016; Silva et al., 2019).

Nas pisciculturas e na literatura, há carência de estudos sobre o manejo alimentar do *C. macropomum*, pois há diferentes sistemas de criação, somado aos custos com ração, diferentes fases de criação da espécie, ocasionando com que alguns utilizem suas próprias técnicas de manejo alimentar, afim de minimizar custos, com desempenho zootécnico variável, sem um padrão de produção (Oliveira, 2003).

Dessa forma, o estudo teve como objetivo avaliar o uso de diferentes frequências e horários de alimentação no desempenho produtivo e parâmetros sanguíneos de juvenis de *C. macropomum* em tanques-rede.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local, infraestrutura e desenho experimental**

O experimento foi realizado em uma propriedade rural localizada na cidade de Acará, Pará, Brasil. Todos os métodos e manejos utilizados nesse estudo foram aprovados pela CEUA-Fiperj (protocolo 002/2020). O experimento foi realizado em um viveiro de 16 x 35 x 2,0 m (largura x comprimento x altura) em que foram alocados os 18 tanques-rede medindo 0,5 x 0,5 x 0,7 m (largura x comprimento x altura), no entanto, a altura da água nos tanques era de 0,5 m.

Foram utilizados 540 juvenis de *C. macropomum* com peso médio de  $25,0 \pm 6,4$  g e comprimento total de  $10,7 \pm 1,2$  cm, distribuídos em 18 tanques-rede, na densidade de 30 peixes/tanque. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos e três repetições: T1M: uma refeição por dia, às 8h da manhã; T1B: uma refeição por dia, às 16h; T2A: duas refeições por dia, às 8 e 14h; T2B: duas refeições por dia, às 8 e

16h; T3: três refeições por dia, às 8, 12 e 16h; e, T4: quatro refeições por dia, às 8, 10, 14 e 16h. A dieta foi ofertada até a saciedade aparente por 15 min. As quantidades consumidas foram anotadas para avaliação do consumo e conversão alimentar. A dieta comercial utilizada no experimento apresentava diâmetro de 1,2 a 1,8 mm, 36% de proteína bruta, 10% de umidade, 8% de extrato etéreo, 5 % de fibra bruta, 14% de matéria mineral, cálcio 10-25 g/Kg (mín-máx), fósforo 6 g/Kg e vitamina C 350 mg/Kg, dados disponibilizados pelo fabricante.

### **Qualidade de água**

A temperatura da água do viveiro foi medida diariamente, pela manhã, com média de  $29,0 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ , e pela tarde, com média de  $31,0 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ . Os demais parâmetros, amônia total, nitrito, pH, condutividade elétrica, dureza, oxigênio dissolvido e transparência foram aferidos apenas uma vez na semana, apresentando médias de  $0,03 \pm 0,09$  mg/L, 0 mg/L,  $6,5 \pm 0,4$ ,  $12,6 \pm 0,9$   $\mu\text{S/cm}$ ,  $2,1 \pm 0,6$  mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ ,  $9,9 \pm 1,5$  mg/L e  $45,9 \pm 6,3$  cm, respectivamente. A temperatura, condutividade elétrica e pH foram aferidos com medidor portátil TDS-3<sup>®</sup>, a amônia, nitrito, dureza e oxigênio dissolvido foram aferidos com kits Labcon<sup>®</sup> e a transparência da água com disco de Secchi.

### **Parâmetros de desempenho e sobrevivência**

Ao final de 60 dias de experimento os peixes foram medidos e pesados individualmente em balança digital e ictiômetro, respectivamente, após a anestesia com 65 mg de eugenol Biodinâmica<sup>®</sup>/L (Roubach et al., 2005). Com os dados de biometria foram calculados: ganho em peso (GP = peso final – peso inicial), ganho em comprimento total (GCt = comprimento total final – comprimento total inicial) (Gonçalves-Junior et al., 2014), taxa de crescimento específico em peso (TCEp), sendo  $\text{TCEp} = [(\ln \text{Peso final} - \ln \text{Peso inicial}) / \text{número de dias}] * 100$ , fator de condição relativo Kr ( $\text{kr} = \text{Peso observado} / \text{peso esperado}$ ), onde peso esperado é obtido a partir da regressão entre o peso e o comprimento (Le cren, 1951),

biomassa, (B) =  $\sum$  do peso de cada unidade experimental, ganho em biomassa (GB) = biomassa final (g) - biomassa inicial (g) e sobrevivência =  $(N^\circ \text{ de animais no final} / N^\circ \text{ de animais no início}) * 100$ .

### **Análises sanguíneas**

Ao final do experimento foram realizadas coletas de sangue (n= 12 peixes/tratamento). O sangue foi coletado por venopunção na artéria vertebral caudal com acesso ventral, cerca de 1 mL de sangue recolhido com anticoagulante 15 g/dL de EDTA (Ishikawa et al., 2010; Ramzani-Paiva et al., 2013). Os peixes utilizados na coleta foram mantidos em jejum por 24h e anestesiados até a fase de anestesia cirúrgica com 65 mg de eugenol Biodinâmica<sup>®</sup>/L para a colheita do sangue.

A análise de glicose foi realizada em glicosímetro portátil One Touch Ultra<sup>®</sup>. Em seguida, o sangue foi centrifugado para a separação do plasma (2000 g, 10 min a 4 °C) e congelado a -20°C até as análises. A proteína plasmática, triglicerídeos e colesterol foram analisados em espectrofotômetro, utilizando kits comerciais da Labtest Diagnostica S.A.<sup>®</sup>

### **Análises estatísticas**

Os dados 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.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Desempenho e sobrevivência**

Os resultados de peso, comprimento total, biomassa, ganho em biomassa, ganho em peso e comprimento total e TCE apresentaram maiores médias ( $P < 0,05$ ) para os tratamentos

T3 e T4 em comparação com os tratamentos T1M, T1B e T2B. Os tratamentos T1B a T2A apresentaram médias intermediárias e semelhantes estatisticamente entre si. A conversão alimentar, sobrevivência e Kr foram semelhantes entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ).

A escolha do manejo alimentar correto, em especial da frequência alimentar, leva a um melhor uso dos nutrientes e energia da dieta, o que pode levar a uma melhora no desempenho dos animais, otimizando a conversão alimentar e diversos outros indicadores de produtividade (Amirkolaie, 2011; Ng & Romano, 2013; Zhou et al., 2018). Resultados semelhantes ao do presente estudo foram encontrados por Corrêa et al. (2009), em que juvenis de *C. macropomum* (104 a 538g) criados em tanques-rede apresentaram maior média de ganho em peso e peso final com a frequência de alimentação de três vezes ao dia, utilizando ração comercial contendo 28% de proteína bruta.

No presente estudo, a frequência alimentar de duas (8 e 16h) e três vezes ao dia demonstraram ser eficientes e estão de acordo com o manejo utilizado por produtores do estado do Pará, que são de duas vezes ao dia (Dairiki & Silva 2011). O manejo utilizando duas refeições ao dia foi recomendado por Souza et al. (2014), com juvenis de *C. macropomum* em laboratório (15-41g). Porto et al. (2020) demonstraram que o melhor ganho em peso de juvenis de *C. macropomum* com 595 g ocorreu com a oferta de duas refeições diárias, concluindo ser o mais eficaz para o desempenho dos animais. Vale ponderar que idade e o peso dos animais influenciam no gasto energético e na necessidade proteica, alterando a exigência dos peixes durante o ciclo de produção. Normalmente, a quantidade de refeições diárias tende a diminuir no final do ciclo de produção (Ribeiro et al., 2012).

Para juvenis de *C. macropomum* com peso médio inicial de 15 g, a frequência alimentar de duas vezes ao dia foi suficiente para proporcionar um melhor desempenho dos peixes em comparação com 4, 6 e 8 vezes ao dia (Souza et al., 2014). Thongprajukaew et al. (2017) constataram que juvenis de tilápia do Nilo com peso inicial de 11 g apresentaram

resultados de desempenho semelhantes quando alimentados com 2 e 3 refeições diárias durante 3 meses. Nesse caso, os autores sugeriram duas refeições para minimizar os custos de produção com a mão de obra.

Tabela 1. Média ( $\pm$  desvio padrão) do peso (g), comprimento total (Com. total, cm), consumo total de ração (Consumo, g), conversão alimentar (CA), biomassa (g) ganho em biomassa (GB, g) sobrevivência (Sob., %), ganho em peso (GP, g) comprimento total (GCt, cm) taxa de crescimento específico (%/dia) e fator de condição relativo (Kr) de juvenis de *Colossoma macropomum* alimentados com diferentes frequências alimentares em tanques-rede.

	<b>T1M</b>	<b>T1B</b>	<b>T2A</b>	<b>T2B</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>Peso</b>	81,3 $\pm$ 1,8 c	123,6 $\pm$ 11,9 b	123,7 $\pm$ 13,4 b	148,1 $\pm$ 9,8 ab	167,1 $\pm$ 6,6 a	164,2 $\pm$ 20,8 a
<b>Com. Total(cm)</b>	15,7 $\pm$ 0,2 c	18,2 $\pm$ 0,7 b	18,1 $\pm$ 0,6 b	19,2 $\pm$ 0,4 ab	19,8 $\pm$ 0,4 a	19,8 $\pm$ 0,9 a
<b>Consumo (g)</b>	2149,3 $\pm$ 182,1 c	3791,0 $\pm$ 698,8 bc	3472,7 $\pm$ 174,4 bc	4646,3 $\pm$ 488,3 ab	6047,7 $\pm$ 616,3 a	5976,3 $\pm$ 1504,4 a
<b>CA</b>	1,6 $\pm$ 0,1	1,5 $\pm$ 0,1	1,4 $\pm$ 0,1	1,5 $\pm$ 0,3	1,7 $\pm$ 0,2	1,7 $\pm$ 0,2
<b>Biomassa (g)</b>	2114,0 $\pm$ 47,3 c	3214,7 $\pm$ 309,6 b	3217,0 $\pm$ 347,8 b	3804,7 $\pm$ 309,8 ab	4345,0 $\pm$ 170,7 a	4268,3 $\pm$ 541,2 a
<b>GB (g)</b>	1364,0 $\pm$ 47,3 c	2464,7 $\pm$ 309,6 b	2467,0 $\pm$ 347,8 b	3054,7 $\pm$ 309,8 ab	3595,0 $\pm$ 170,7 a	3518,3 $\pm$ 541,2 a
<b>Sob. (%)</b>	100 $\pm$ 0	100 $\pm$ 0	100 $\pm$ 0	98,9 $\pm$ 1,9	100 $\pm$ 0	100 $\pm$ 0
<b>GP (g)</b>	56,3 $\pm$ 1,8 c	98,6 $\pm$ 11,9 b	98,7 $\pm$ 13,4 b	123,1 $\pm$ 9,8 ab	142,1 $\pm$ 6,6 a	139,2 $\pm$ 20,8 a
<b>GCt (cm)</b>	5,1 $\pm$ 0,2 c	7,6 $\pm$ 0,7 b	7,4 $\pm$ 0,6 b	8,6 $\pm$ 0,4 ab	9,2 $\pm$ 0,4 a	9,2 $\pm$ 0,9 a
<b>TCE (%)</b>	1,97 $\pm$ 0,04 c	2,66 $\pm$ 0,16 b	2,66 $\pm$ 0,19 b	2,96 $\pm$ 0,11 ab	3,17 $\pm$ 0,07 a	3,13 $\pm$ 0,21 a
<b>Kr</b>	1,1 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,2	1,2 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,2

Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ). Tratamentos, T1M: uma refeição por dia, às 8h da manhã; T1B: uma refeição por dia, às 16h; T2A: duas refeições por dia, às 8 e 14h; T2B: duas refeições por dia, às 8 e 16h; T3: três refeições por dia, às 8, 12 e 16h; e, T4: quatro refeições por dia, às 8, 10, 14 e 16h.

Em um outro estudo com juvenis de *C. macropomum* (0,87g), Meer, Herwaarden e Verdegem (1997) concluíram que a frequência alimentar de três vezes ao dia, com último horário de alimentação as 19:00 horas, resultou no melhor rendimento e absorção dos nutrientes pelo trato digestivo do *C. macropomum*. Esse foi um dos primeiros estudos em que o horário da alimentação foi levado em consideração junto com a frequência alimentar, alcançando um maior espaçamento entre as refeições. Em outro estudo desenvolvido com a mesma espécie (2 g), criados em tanques-rede com frequência alimentar de 2 e 3 vezes ao dia, observou-se que a frequência de três vezes ao dia proporcionou melhores resultados de desempenho para os animais (Silva et al., 2007). Os resultados de Silva et al. (2007) são similares aos obtidos no presente estudo, em que três alimentações diárias em sistema de tanque-rede, com os horários de alimentação de 8, 12 e 16h, para juvenis de *C. macropomum* com peso médio inicial de 25 g são suficientes para um melhor desempenho produtivo.

Os resultados de Tian et al. (2015) corroboraram com esta pesquisa, ao avaliarem a frequência alimentar ideal para a espécie herbívora *Megalobrama amblycephala*, com peso inicial de 8 g, testando seis frequências de alimentação: 1, 2, 3, 4, 5 e 6 vezes ao dia. O melhor desempenho foi observado no tratamento com frequência de três vezes ao dia. Resultados semelhantes também foram encontrados para a espécie *Mugil liza* com peso médio inicial de 13 g. Uma maior frequência alimentar ocasionou o aumento de consumo de ração, com alteração direta na eficiência alimentar, mostrando que a melhor opção foi quando o alimento foi ofertado três vezes ao dia (Silva et al., 2019).

O manejo de frequência alimentar relacionado ao horário ou períodos de alimentação tomou uma maior dimensão na alimentação de peixes carnívoros, principalmente os bagres, que apresentam em sua biologia uma maior atividade alimentar durante o período noturno (Santos et al., 2013; Seabra et al., 2020). No entanto, atualmente sabe-se que essa informação também é importante para as espécies de peixes que apresentam hábito alimentar diurno e que

não são carnívoras, como o caso do *C. macropomum* (Reis et al. 2019). No presente estudo observou-se que os juvenis de *C. macropomum* apresentaram melhor desempenho quando alimentados pela tarde em uma única refeição. Reis et al. (2019) observaram que a espécie apresentou preferência alimentar e melhor desempenho quando alimentado no período noturno; o que corrobora, em partes, com o presente estudo, em que os peixes alimentados em uma única refeição as 16h, próximo ao período noturno, apresentou melhor desempenho quando comparado aos animais alimentados pela manhã. Essas informações são importantes para melhorar o manejo alimentar da espécie, e novos estudos devem ser direcionados para avaliar o efeito do período e horário de alimentação com a exigência nutricional do *C. macropomum*, afim de obter melhores resultados no desempenho.

### **Analises sanguíneas**

Os tratamentos T2A, T3 e T4 apresentaram as maiores médias para a glicose em comparação com o tratamento T1A ( $P < 0,05$ ). (Tabela 2). Os tratamentos T1M, T1B e T2B foram semelhantes entre si ( $P < 0,05$ ). Em relação aos triglicérides, o tratamento T3 e T4 apresentaram maiores médias em comparação a T2A ( $P < 0,05$ ). Os tratamentos T1M a T2B foram semelhantes ( $P > 0,05$ ). O colesterol foi superior nos tratamentos T3 e T4 em comparação aos tratamentos T1M e T1B ( $P < 0,05$ ). Os tratamentos T2A e T2B apresentaram médias intermediárias e não apresentaram diferenças estatísticas em comparação com os demais tratamentos. A proteína plasmática não apresentou diferença estatística entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ).

Similar aos resultados obtidos com *C. macropomum* no presente estudo, Silva et al. (2019) obtiveram um aumento dos níveis plasmáticos de glicose, triglicérides e colesterol em juvenis de tainha *Mugil liza* com o aumento da frequência alimentar de três a sete vezes ao dia. Os juvenis de *C. macropomum* apresentaram maiores valores desses parâmetros quando alimentados quatro vezes ao dia. Nesse contexto, a exceção foi a proteína plasmática, em que

no presente estudo foi similar entre os tratamentos, e com a tainha (Silva et al., 2019) esse parâmetro aumentou com o aumento da frequência alimentar.

Os menores valores de glicose, triglicérides e colesterol foram encontrados em juvenis de *C.macropomum* alimentados uma única vez ao dia, independentemente do horário. Isso foi corroborado por Al-khafaji et al., (2017), ao avaliarem o efeito da frequência alimentar para o peixe onívoro *Scortum barcoo* de uma, duas, três e quatro vezes ao dia. Os autores verificaram que os níveis plasmáticos de glicose, triglicérides e colesterol apresentaram menores valores nos peixes alimentados uma única vez ao dia, quando comparados com aqueles alimentados três vezes ao dia.

Tabela 2. Média ( $\pm$  desvio padrão) dos parâmetros sanguíneos de juvenis de *C. macropomum Colossoma macropomum* alimentados com diferentes frequências alimentares e períodos de alimentação em tanques-rede.

Parâmetros Sanguíneos	Tratamentos					
	T1M	T1B	T2A	T2B	T3	T4
Glicose (mmol/L)	5,62 $\pm$ 0,25ab	4,24 $\pm$ 0,36b	6,12 $\pm$ 0,38a	5,66 $\pm$ 0,45ab	6,69 $\pm$ 0,48a	6,88 $\pm$ 0,62a
Proteína plasmática (g/ml)	30,46 $\pm$ 3,0	28,9 $\pm$ 3,1	36,2 $\pm$ 2,8	32,8 $\pm$ 2,7	31,0 $\pm$ 4,1	35,5 $\pm$ 1,8
Triglicérides (mmol/L)	2,57 $\pm$ 0,38bc	1,89 $\pm$ 0,35c	3,17 $\pm$ 0,42bc	3,86 $\pm$ 0,47abc	4,42 $\pm$ 0,57ab	5,56 $\pm$ 0,84a
Colesterol (mmol/L)	30,5 $\pm$ 0,97b	29,4 $\pm$ 1,59b	35,5 $\pm$ 1,69ab	34,3 $\pm$ 1,44ab	40,1 $\pm$ 3,15a	43,2 $\pm$ 4,61a

Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ). Tratamentos, T1M: uma refeição por dia, às 8h da manhã; T1B: uma refeição por dia, às 16h; T2A: duas refeições por dia, às 8 e 14h; T2B: duas refeições por dia, às 8 e 16h; T3: três refeições por dia, às 8, 12 e 16h; e, T4: quatro refeições por dia, às 8, 10, 14 e 16h.

Os indicadores que mais refletem o metabolismo lipídico em peixes são triglicérides e glicose, esta última, também é muito empregada na análise de indicador de estresse. Os resultados de Mastinelli et al. (2013) com a espécie *Rhamdia quelen* utilizando duas frequências alimentares (uma e duas vezes ao dia), somado a diferentes densidades de estocagem, divergem dos resultados obtidos com o *C. macropomum* no presente estudo, e ambos os fatores não influenciaram nos parâmetros metabólitos mencionados. Os resultados obtidos por Souza et al. (2014) com juvenis de *C. macropomum* com peso médio inicial de 15g foram diferentes do presente estudo, em que as frequências alimentares testadas não alteraram o nível de glicose plasmática.

Ao analisar o efeito da frequência alimentar sobre os níveis de colesterol e triglicérides sanguíneos para juvenis de tilápia do Nilo alimentados com frequência de duas e três vezes ao dia, Huang et al. (2015) obtiveram que os níveis desses metabólitos foram menores nos peixes alimentados três vezes ao dia, quando comparado aos peixes alimentados duas vezes ao dia. Entretanto, os peixes alimentados duas vezes ao dia apresentaram melhores resultados de desempenho.

O nível de proteína plasmática não foi influenciada pelas frequências alimentares testadas neste estudo com juvenis de tambaqui. Cadorin (2020) observou que essa variável também não foi alterada quando juvenis de tilápia do Nilo foram submetidos a duas e três frequências alimentares. Para a espécie carnívora piararucu, os níveis de proteína plasmática também permaneceram semelhantes quando os peixes foram alimentados duas e três vezes ao dia (Pedrosa et al., 2019). E, diferentemente do presente estudo, os juvenis de piararucu também não apresentaram diferenças significativas para os níveis de glicose e colesterol plasmáticos quando submetidos a frequências alimentares mencionadas.

## CONCLUSÃO

A frequência alimentar e o horário de alimentação alteram o desempenho e os parâmetros sanguíneos de glicose, triglicérides e colesterol em juvenis de *C. macropomum* criados em tanques-rede. Dessa forma, recomenda-se uma frequência alimentar diária de duas (8 e 16h) ou três refeições com animais com peso médio de 25-168g. Ainda, se o manejo adotado for de uma refeição diária, essa deve ser feita no período da tarde (16h).

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia (Procad Amazônia) pela oportunidade do desenvolvimento da pesquisa (processo nº 88887.200588/2018-00) e a Bolsa Produtividade CNPq de RT (Processo: 307400/2020-4).

## REFERÊNCIAS

- Al- Khafaju, F. M., Romano, N., Amin, S. M., Fadel, A. H. I., Ebrahimi, M., Karami, A., Arshad, A. 2017. Effects of Feeding Frequencies on the Growth, Plasma Biochemistry, and Liver Glycogen of Jade Perch *Scortum barcoo* in a Recirculating System. *North American Journal of Aquaculture*, v. 79, n. 6, p. 216-223.
- Amirkolaie, A. K. 2011. Reduction in the environmental impact of waste discharged by fish farms through feed and feeding. *Reviews in Aquaculture*, v. 3, n. 1.
- Baloi, M.; Carvalho, C. V. A.; Sterzeleeki, F. C.; Passini, G.; Cerqueira, V. R. 2016. Effects of feeding frequency on growth, feed efficiency and body composition of juveniles Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis* (Steindacher 1879). *Aquaculture Research*, v. 47, n. 2, p. 554–560.
- Barçante, B., Souza A. B. 2015. Características zootécnicas e potenciais do tambaqui (*Colossoma macropomum*) para a piscicultura brasileira. *Pubvet*, v. 9, n. 7, p. 287-290.
- Carneiro, B. T. C., Leocardio-Miguel, M. A., Araujo, J. F. 2019. Relógio Alimentar: Mecanismos da sincronização circadiana por alimento. *Revista da Biologia*, v. 19, n. 1, p. 07-08.
- Cadorin, D. I. 2020. Efeito da frequência alimentar e taxa de arraçoamento no desempenho zootécnico, composição corporal e metabólitos plasmáticos em juvenis de tilápia-do-Nilo. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

- Corrêa, R. O., Teixeira, R. N. G., Fonseca, V. S.; Albuquerque, F. E. A. 2009. Frequência alimentar de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), cultivados em tanques-rede. Circular técnica. Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0505.
- Costa-Bomfim, C. N.; Pessoa, W. V. N.; Oliveira, R. L. M.; Farias, J. L.; Domingues, E. C.; Hamilton, S.; Cavalli, R. O. 2014. The effect of feeding frequency on growth performance of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766). *Applied Ichthyology*. v. 30, n. 1, p. 135-139.
- Dairiki, J. K., & Silva, T. B. A. 2011. Revisão de literatura: exigências nutricionais do tambaqui—compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, n. 91.
- Filho, M. X. P., Rodrigues, A. P. O., Rezende, F. P. 2016. Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil. *Boletim Ativos da Aquicultura*, Brasília/DF, v. 7, n. 2.
- Gonçalves, J. P.L., Mendonça, P.P., Pereira, S.L., Matielo, M.D., & Amorim, I.R.S. 2014. Densidade de estocagem durante a larvicultura do kinguio. *Boletim do Instituto da Pesca*, v. 40, nº. 4, p. 597– 604.
- Huang, Q.; Huang, K.; Ma, Y.; Qin, X.; Wen, Y.; Sun, L.; Tang, L. 2015. Feeding Frequency and Rate Effects on Growth and Physiology of Juvenile Genetically Improved Farmed Nile Tilapia. *North American Journal of Aquaculture*, v. 77, p. 503-512.
- Ishikawa, M.M., Pádua, S.B., Satake, F.; Hisano, H., Jerônimo, G.T., & Martins, M.L. 2010. Heparina Na2EDTA como anticoagulantes para surubim híbrido (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscan*): eficácia e alterações hematológicas. *Ciência Rural*. v.40, n.7, p.1557-1561.
- Izel, A. C. U., & Melo, L. A. S. 2004 Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, p. 20.
- Martinelli, S. G.; Neto, J. R.; Silva, L. P.; Bergamin, G. T.; Maschio, D; Flora, M. A. L. D.; Nunes, L. M. C.; Possani, G. 2013. Densidade de estocagem e frequência alimentar no cultivo de jundiá em tanques-rede. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.48, n. 8, p.871-877.
- Meer, M. B. V., Herwaarden, H. V., Verdegem, M. C. J. 1997. Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma macropomum* (Cuvier). *Aquaculture Research*, v. 98, p. 419-432.
- Ng, W.-K., & Romano, N. 2013. A review of the nutrition and feeding management of farmed tilapia throughout the culture cycle. *Reviews in Aquaculture*, v. 5, n. 4, p. 220–254.
- Nouals, M. C. 2020. Ciclo circadiano no desempenho de juvenis de tilápia-do-nilo, submetidos a diferentes manejos alimentares. Dissertação (Mestrado em Produção e sanidade animal) – Instituto Federal Catarinense, Araquari, SC.
- Oliveira, N. G. F. 2003. Efeito da frequência alimentar sobre o desempenho de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum*, em sistema de tanque-rede. Dissertação (Mestrado

em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM.

- PEIXEBR. 2020. Associação Brasileira da Piscicultura. Anuário PeixeBR. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/Anuario2020/AnuarioPeixeBR2020.pdf>>.
- Porto, M. O., Oliveira, J. D., Cavali, J., Filho, J. V. D., Soares, N. T. D., Gasparotto, P. H. G. 2020 Frequência alimentar para tambaquis *colossoma macropomum* (cuvier, 1818) cultivados em um centro de pesquisa amazônico. Revista de Administração e Negócios da Amazônia, v. 12, n.1.
- Ranzani-Paiva, M.J.T., Pádua, S.B., Tavares-Dias, M., & Egami, M. 2013. Métodos para análise hematológica em peixes. 1ª Ed., Maringá: Edum.
- Reis, Y S. ., Leite, J. L. R., Almeida, C. A. L., Pereira, D. S. P., Vidal, L. V. O., Araujo, F. G., Fortes-Silva, R. 2019. New insights into tambaqui (*Colossoma macropomum*) feeding behavior and digestive physiology by the self-feeding approach: effects on growth, dial patterns of food digestibility, amylase activity and gastrointestinal transit time Aquaculture v. 498, n. 1, p. 116-122.
- Ribeiro, P. A. P. Melo, D. C. Costa, L. S. Teixeira, E. A. 2012. Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce. Belo Horizonte, MG.
- Ribeiro, F. M., Freitas, P. V. D. X., Santos, E. O., Souza, R. M., Carvalho, T. A., Almeida, E. M., Santos, T. O., & Costa, A. C. 2016. Alimentação e nutrição de Pirapitinga (*Piaractus brachypomums*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*): Revisão. Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 10, n. 12, p. 873-882.
- Rodrigues, A. P. O. 2014. Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 134-145.
- Roubach, R., Gomes, L.C., Fonseca, F.A.L., & Val, A.L. 2005. Eugenol as an efficacious anaesthetic for tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier). Aquaculture Research. 36, 1056-1061. <https://doi:10.1111/j.1365-2109.2005.01319.x>
- Santos, E. L., Cavalcanti, M. C. A., Fregadolli, F. L., Meneses, R., Temoteo, M. C., Lira, J. E., Fortes, C. R. 2013. Considerações sobre o manejo nutricional e alimentar de peixes carnívoros. Nutritime, v. 10, n. 1, p. 2216-225.
- Seabra, A. G. L., Colpini, L. M. S., Pereira, L. G. R., Balen, R. E., Dias, P. S., Meurer, F. 2020. Influência da frequência alimentar durante a alevinagem do pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 2, p. 6789-6801.
- Silva, M. A., Alvarenga, E. R., Costa, F. F. B.; Turra, E. M., Alves, G. F. O., Manduca, L. G., Sales, S. C. M., Leite, N. E., Bezerra, V. M., & Moraes, S. G. S.; Teixeira, E. A. 2019. Feeding management strategies to optimize the use of suspended feed for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivated in bioflocos. Aquaculture Research, v. 51, n. 2, p. 605-615.
- Souza, R. C.; Campeche, R. M. L.; Figueiredo, R. A. C. R.; & Melo, J. F. B. 2014. Frequência de alimentação para juvenis de tambaqui. 2014. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.66, n.3, p.927-932.

- Tian, H., Zhang, D., Li, X., Zhang, C., Q. Y., Liu, W. 2015. Optimum feeding frequency of juvenile blunt snout bream *Megalobrama amblycephala*. *Aquaculture*, v. 437, p. 60-66.
- Thongprajukaew, K., Kovitvadhi, S., Kovitvadhi, U., Preprame, P. 2017. Effects of feeding frequency on growth performance and digestive enzyme activity of 5 sex-reversed Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). v. 5, n.4, p. 292-298.
- Veras, G. C., Murgas, L. D. S., Zangeronimo, M. G. Oliveira, M. M., Rosa, P. V., Felizardo, V. O. 2013. Ritmos biológicos e fotoperíodo em peixes. *Archivos de Zootecnia*, v. 62, p. 25-43.
- Viana, J. S., Sterzelecki, F. C., Sugai, J. K., Nunes, A. P. O. 2020 Feeding frequency in rearing juveniles of suruvi *Steindachneridion scriptum*. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 46, n. 3, 2020.
- Zhou, C., Xu, D., Lin, K., Sun, C., & Yang, X. 2018. Intelligent feeding control methods in aquaculture with an emphasis on fish: a review. *Reviews in Aquaculture*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa contribuiu para um dos gargalos existentes no ramo da aquicultura mundial, o manejo alimentar. A frequência de alimentação é fundamental para o bom desempenho zootécnico e operacional de fazendas de criação, atualmente a alimentação de espécies aquícolas são orientados a partir das análises e tomadas de decisão feitas pelos próprios produtores, adotando medidas em alguns momentos errôneas para seu negócio. O trabalho mostrou que a melhor frequência alimentar para juvenis de *C. macropomum* entre 25-168g criados em tanque rede é de ao menos duas (8 e 16h) e três refeições diárias. Estas frequências levaram a um aumento nos parâmetros sanguíneos glicose, triglicerídeos e colesterol. De acordo com a realidade de cada produção, nem sempre pode ser estabelecido duas ou três refeições diárias para os peixes e, neste caso, se a opção for manter uma única refeição diária, essa deve ser feita preferencialmente às 16h. Novos estudos nessa linha de manejo alimentar aliado a exigência nutricional do *C. macropomum* devem ser realizados para otimizar a alimentação e o uso dos nutrientes e energia da ração. Espera-se que, a pesquisa seja difundida entre as entidades e que contribua para o melhoramento da cadeia produtiva da espécie.