

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

EVELYN VILA MAIOR

**AVALIAÇÃO DA DEPOSIÇÃO DE NUTRIENTES EM CORPO INTEIRO
DE JUVENIS DE TAMBACUI (*COLOSSOMA MACROPOMUM*)
ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DA
FIBRA SOLÚVEL DO RESÍDUO DA POLPA DO MARACUJÁ**

DRACENA

2025

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

EVELYN VILA MAIOR

**AVALIAÇÃO DA DEPOSIÇÃO DE NUTRIENTES EM CORPO INTEIRO
DE JUVENIS DE TAMBAQUI (COLOSSOMA MACROPOMUM)
ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DA
FIBRA SOLÚVEL DO RESÍDUO DA POLPA DO MARACUJÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Campus
de Dracena como parte das exigências
para graduação em Zootecnia.

Orientador:

Prof. Dr. Leonardo Susumu Takahashi

Coorientadora:

Dra. Gabriela Castellani Carli

DRACENA

2025



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título:

AVALIAÇÃO DA DEPOSIÇÃO DE NUTRIENTES EM CORPO INTEIRO DE JUVENIS DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DA FIBRA SOLÚVEL DO RESÍDUO DA POLPA DO MARACUJÁ

Modalidade: Trabalho de atividade de pesquisa

Autor: Evelyn Vila Maior

Orientador (a): Prof. Dr. Leonardo Susumu Takahashi

Co-orientador(es): Dra. Gabriela Castellani Carli

Número de Créditos: 15

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 07/11/2025

Documento assinado digitalmente
LEONARDO SUSUMU TAKAHASHI
Data: 08/11/2025 17:06:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Leonardo Susumu Takahashi
Nome membro da Banca

Documento assinado digitalmente
THAISE MOTA SATIRO
Data: 10/11/2025 17:53:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Thaise Mota Sátiro
Nome membro da Banca

Documento assinado digitalmente
DOUGLAS DE SOUZA GRACIANO
Data: 10/11/2025 20:47:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Douglas de Souza Graciano
Nome membro da Banca

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, a minha mãe que sempre me apoiou em todos os momentos e a todas as pessoas importantes na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por ter me dado o dom da vida e guiar meus caminhos para que eu nunca desista dos meus objetivos.

Agradeço imensamente a minha mãe Denise que nunca desistiu de mim e sempre esteve presente comigo nessa caminhada.

À Universidade Estadual Paulista (UNESP), especialmente à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Campus de Dracena, agradeço pelo suporte acadêmico e pelas oportunidades que me ofereceu durante esse período de graduação.

Agradeço ao meu orientador Leonardo Susumu Takahashi, por me dar a oportunidade de participar do grupo e por suas orientações.

Ao grupo GAUD, Grupo de Aquicultura UNESP Dracena-Jaboticabal, em que fiz amizades e adquiri conhecimentos que levarei para minha vida pessoal e profissional, meu enorme agradecimento. Em especial a minha co-orientadora Gabriela Castellani Carli e a mestranda Ana Franchini, cujo apoio e auxílio foram essenciais na realização deste trabalho.

Aos meus colegas de curso e profissão, obrigada pelas noites de estudos, risadas e suporte durante este período, sem vocês essa jornada seria mais difícil.

Por fim, agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a concretização deste trabalho. Sem vocês, nada disso seria possível

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão da fibra solúvel proveniente do resíduo da polpa do maracujá em dietas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*), buscando analisar seus impactos sobre o desempenho produtivo e a composição centesimal de corpo inteiro. O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura da UNESP - Campus de Dracena, utilizando sistema de recirculação de água e delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições por tratamento. Os peixes foram alimentados por 60 dias com dietas isoenergéticas contendo 0; 0,5; 0,75; 1,0 e 1,5% de fibra solúvel do maracujá. Foram realizadas biometrias no início e no final do experimento. Na biometria final, os peixes foram eutanasiados em superdosagem de anestésicos e congelados para análise da composição centesimal, foram efetivadas análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE). Os resultados demonstraram ausência de mortalidade e boa aceitação das dietas. Houve uma diferença significativa ($p < 0,05$) no peso final, indicando melhora no desempenho produtivo dos peixes à medida que se elevou o nível de fibra. A dieta com 1,5% de inclusão proporcionou o melhor resultado, com aumento no desempenho sem alterações na composição química do corpo inteiro. As análises centesimais revelaram que a fibra não influenciou os teores de proteína bruta, extrato etéreo, matéria seca e mineral, mantendo a qualidade centesimal do corpo inteiro do pescado. Conclui-se que a fibra solúvel do resíduo de maracujá é uma adição viável para a piscicultura, capaz de promover o crescimento e a eficiência alimentar, além de representar uma alternativa sustentável ao reaproveitamento de resíduos agroindustriais, contribuindo para a sustentabilidade ambiental da produção aquícola.

Palavras-chave: resíduo agroindustrial; desempenho produtivo; qualidade de corpo inteiro; sustentabilidade; fibras na alimentação.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effect of including soluble fiber derived from passion fruit pulp residue in diets for tambaqui (*Colossoma macropomum*) juveniles, seeking to analyze its impacts on productive performance and whole-body proximate composition. The experiment was conducted at the Aquaculture Laboratory of UNESP - Dracena Campus, using a recirculating aquaculture system and a completely randomized design, with five treatments and four replicates per treatment. The fish were fed for 60 days with isoenergetic diets containing 0, 0.5, 0.75, 1.0, and 1.5% soluble passion fruit fiber. Biometric measurements were taken at the beginning and end of the experiment. At the final biometrics, the fish were euthanized with an anesthetic overdose and frozen for proximate composition analysis, including dry matter (DM), ash, crude protein (CP), and ether extract (EE). The results showed no mortality and good diet acceptance. There was a significant difference ($p < 0.05$) in final weight, indicating improved productive performance as fiber levels increased. The diet with 1.5% inclusion provided the best outcome, showing enhanced performance without changes in whole-body chemical composition. The proximate analyses revealed that the fiber did not affect the levels of crude protein, ether extract, dry matter, or ash, maintaining the fish's whole-body proximate quality. It is concluded that soluble fiber from passion fruit residue is a viable addition to aquaculture diets, capable of promoting growth and feed efficiency, as well as representing a sustainable alternative for recycling agro-industrial residues, contributing to the environmental sustainability of aquaculture production.

Keywords: agro-industrial residue; productive performance; whole-body quality; sustainability; dietary fiber.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caixas de 300 L onde os peixes foram tratados	17
Figura 2 - Dietas experimentais.....	18
Figura 3 - Carcaças processadas em placa de petri dentro da estufa a 50°C.....	21
Figura 4 - Determinação de Material Mineral em mufla.....	21
Figura 5 - Digestão das amostras em capela.	23
Figura 6 - Processo de destilação das amostras digeridas.	24
Figura 7 - Bureta eletrônica com a solução ainda na coloração esverdeada.	24
Figura 8 - Lavagem das amostras em éter de petróleo no extrator Soxhlet.	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulação de dietas experimentais para juvenis de tambaqui com diferentes níveis de inclusão da fibra solúvel do resíduo da polpa de maracujá.....	19
Tabela 2 - Valores médios e valores de P dos parâmetros de desempenho produtivo dos juvenis de tambaqui (<i>C. macropomum</i>) após 60 dias de alimentação com níveis da fibra solúvel do maracujá.....	27
Tabela 3 - Valores médios e valores de P da composição centesimal dos juvenis de tambaqui (<i>C. macropomum</i>) após 60 dias de alimentação com níveis da fibra solúvel do maracujá.....	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo Geral	13
2.2. Objetivos específicos	13
3. REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1. Tambaqui	13
3.2. Resíduos de frutas na alimentação animal	14
3.3. Fibra na alimentação de peixes	15
4. MATERIAIS MÉTODOS	16
4.1. Local e Instalação	16
4.2. Dietas Experimentais	17
4.3. Qualidade de Água	19
4.4. Desempenho Produtivo	20
4.5. Composição Química da Carcaça	20
4.5.1. Matéria seca e matéria mineral	21
4.5.2. Proteína bruta	23
4.5.3. Extrato etéreo	25
4.6. Delineamento e Análises Estatísticas	26
5. RESULTADOS	26
6. DISCUSSÃO	28
7. CONCLUSÃO	31
8. REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

A piscicultura brasileira consolidou-se nas últimas décadas como um dos setores agroindustriais de maior crescimento e potencial de expansão, destacando-se não apenas pela sua importância econômica, mas também pelo papel que desempenha na segurança alimentar e na sustentabilidade ambiental. De acordo com a Associação Brasileira da Piscicultura (Peixe BR, 2025), a produção nacional de pescado alcançou 968,7 mil toneladas em 2024, representando um aumento de 9,2% em relação ao ano anterior. Esses números evidenciam a capacidade do Brasil de ampliar a oferta de proteína animal de alta qualidade, aproveitando seu vasto potencial hídrico e climático.

Entre as espécies cultivadas, o tambaqui (*Colossoma macropomum*) ocupa posição de destaque, sendo considerado o peixe nativo mais produzido no país e uma das espécies com maior relevância socioeconômica para a aquicultura continental. Nativo das bacias Amazônica e Orinoco, o tambaqui possui características biológicas que o tornam altamente adaptável a diferentes sistemas de cultivo, como viveiros escavados e tanques-rede, além de apresentar crescimento rápido e rusticidade, o que facilita sua produção em larga escala (Embrapa, 2016). Essa adaptabilidade faz do tambaqui uma alternativa estratégica para o fortalecimento da piscicultura sustentável nas regiões Norte e Centro-Oeste, consolidando o Brasil como referência em produção de espécies nativas.

Entretanto, um dos grandes desafios enfrentados pela piscicultura moderna é o alto custo da alimentação, que representa em média 60% dos custos totais de produção (Ferreira *et al.*, 2013). Esse fator limita a rentabilidade dos produtores e a competitividade do setor, especialmente em um cenário de oscilação de preços dos ingredientes convencionais, como o farelo de soja e a farinha de peixe. Dessa forma, torna-se essencial a busca por alternativas alimentares que reduzam os custos de formulação das rações, sem comprometer o desempenho produtivo nem a qualidade do pescado.

Nesse contexto, o uso de subprodutos e resíduos agroindustriais tem se mostrado uma estratégia promissora. A indústria de processamento de frutas, por exemplo, gera toneladas de resíduos orgânicos todos os anos - cascas, sementes e bagaços - que, se não reaproveitados, se tornam passivos ambientais significativos (Malenica; Kass; Bhat, 2023). O aproveitamento desses

materiais como ingredientes de rações contribui para a redução do desperdício, valorização de resíduos vegetais e mitigação dos impactos ambientais, integrando os princípios da economia circular e da produção sustentável.

Entre os resíduos de maior potencial para uso na nutrição animal, destaca-se o resíduo da polpa do maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), rico em fibra solúvel, pectina e compostos bioativos. Essas substâncias apresentam propriedades funcionais que podem melhorar a digestibilidade, o trânsito intestinal e a microbiota do trato digestivo dos peixes, além de atuarem como agentes prebióticos (Mombach *et al.*, 2021). A fibra solúvel, quando adequadamente incluída na dieta, pode auxiliar no aproveitamento de nutrientes e na manutenção da saúde intestinal, especialmente em espécies onívoras, como o tambaqui, que apresentam boa capacidade de utilizar ingredientes vegetais em suas rações (Abimorad *et al.*, 2011).

Estudos recentes têm demonstrado que a inclusão moderada de fibra dietética em dietas de peixes pode melhorar a eficiência alimentar e a conversão de nutrientes em massa corporal, sem causar efeitos adversos sobre o crescimento (Amirkolaie *et al.*, 2005). Além disso, a fibra tem papel importante na qualidade física da ração, aumentando a estabilidade dos peletes na água e reduzindo perdas por desintegração. Contudo, o desafio na formulação de dietas com fibras é encontrar o nível ótimo de inclusão, de modo que a quantidade adicionada traga benefícios fisiológicos sem prejudicar a digestibilidade de outros nutrientes essenciais, como proteínas e lipídios.

Além dos benefícios produtivos e econômicos, o uso da fibra solúvel do maracujá tem relevância ecológica e social. Ao reaproveitar um resíduo amplamente disponível no setor de processamento de frutas, o estudo propõe uma alternativa que reduz o descarte inadequado de materiais orgânicos, promove o desenvolvimento regional e incentiva práticas de produção mais limpas e sustentáveis. Essa abordagem vai ao encontro dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, especialmente os que tratam da produção responsável (ODS 12) e da vida terrestre (ODS 15).

Sob o ponto de vista científico, compreender os efeitos da fibra solúvel do maracujá sobre o crescimento, a composição centesimal e a eficiência alimentar do tambaqui é fundamental para aprimorar as formulações nutricionais voltadas à aquicultura tropical. Além disso, os resultados obtidos podem contribuir para o

avanço das pesquisas sobre alimentos funcionais na nutrição de peixes, área que vem ganhando destaque por sua capacidade de aprimorar o desempenho zootécnico.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão da fibra solúvel do maracujá em dietas para juvenis de tambaqui como uma forma de reaproveitamento de um resíduo que seria descartado, verificando se afeta o desempenho e a deposição dos nutrientes no corpo inteiro do animal.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliação do desempenho juvenis de tambaquis, submetidos a dietas com diferentes níveis de fibra solúvel de maracujá (0; 0,5; 0,75; 1 e 1,5% FS).
- Avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de fibra solúvel de maracujá na dieta na retenção da proteína bruta, matéria seca, material mineral e extrato etéreo em juvenis de tambaqui.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Tambaqui

O tambaqui (*Colossoma macropomum*, descrito por George Cuvier em 1816) foi a quarta espécie mais exportada no ano de 2024, sendo também a segunda espécie nativa com maior exportação no Brasil (Peixe Br, 2025). É um peixe tropical nativo das bacias dos rios Amazonas e Orinoco, pertence à classe *Osteichthyes*, ordem Characiformes e família Serrasalminidae. O crescimento expressivo da produção brasileira e exportação de tambaqui se deve às suas características zootécnicas e adaptabilidade da espécie a diferentes bacias hidrográficas (Embrapa, 2016).

O tambaqui é um peixe de escamas, caracterizado por um corpo romboidal, alto, lateralmente achatado e com o peito serrilhado. Possui uma dentição robusta, adaptada para triturar castanhas duras que compõem sua dieta. Em suas brânquias, observam-se espinhos longos e finos. Apresenta nadadeira adiposa curta com raios distais, dentes molariformes e rastros branquiais longos e numerosos. Sua coloração é tipicamente parda na metade

superior e preta na metade inferior do corpo, embora possa variar conforme a coloração da água (Centro De Produções Técnicas, 2000).

Em habitat natural, a alimentação do tambaqui é composta por frutos e sementes, em época de cheia, e também de zooplânctons em épocas de secas, fazendo ele ser classificado como onívoro-frugívoro. Sua adaptabilidade a diferentes fontes alimentares, facilita sua criação intensiva, especialmente em sistemas como tanques-rede (Honda, 1974; Garcez *et al.*, 2021). Demonstra excelente desempenho produtivo, mesmo quando submetido a dietas alternativas que utilizam subprodutos agrícolas e florestais como suplemento, um fator que pode otimizar significativamente os custos de produção em sistemas de aquicultura (Guimarães; Filho, 2004; Ferreira *et al.*, 2021). Essa versatilidade alimentar contribui para a sustentabilidade econômica da criação, minimizando a dependência de rações comerciais e promovendo o aproveitamento de recursos locais (Belchior; Dalchiavon, 2017). Este aspecto é crucial para a viabilidade econômica e ecológica da aquicultura do tambaqui, especialmente em regiões onde a disponibilidade de insumos convencionais é limitada (Costa; Sabbag; Martins, 2020).

3.2. Resíduos de frutas na alimentação animal

A indústria de processamento de alimentos, em particular, é uma das principais geradoras de subprodutos ricos em compostos bioativos, que, se não reaproveitados, contribuem para o desperdício de recursos valiosos (Pereira Et Al., 2022; Malenica *et al.*, 2022). Estima-se que, globalmente, aproximadamente 1,3 bilhão de toneladas de alimentos são perdidos ou desperdiçados anualmente, com uma parcela significativa, entre 20% e 40%, correspondendo a frutas e vegetais (Vastolo *et al.*, 2025). A utilização de resíduos de frutas na alimentação animal é uma estratégia promissora para otimizar os custos de produção, reduzir o impacto ambiental do descarte de resíduos, promove a segurança alimentar ao fornecer alternativas nutritivas para a formulação de rações animais e promover a sustentabilidade na agricultura e na aquicultura (Yang *et al.*, 2021; Malenica *et al.*, 2022).

Essa estratégia otimiza o uso de recursos, transformando resíduos que seriam descartados em insumos de alto valor nutricional para a produção animal. Esses subprodutos, muitas vezes ricos em carboidratos e compostos bioativos

como polifenóis e antioxidantes, oferecem uma oportunidade para enriquecer dietas animais, promovendo a saúde e o desempenho zootécnico (Ajila *et al.*, 2015). Por exemplo, resíduos de manga foram avaliados como fonte de carboidratos para peixes pacamã (*Lophiosilurus alexandri*), impactando seu desempenho e composição corporal (Souza *et al.*, 2015). A inclusão de subprodutos de uva na dieta da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), demonstrou aumento de lipídios e proteínas na sua composição (Chotolli *et al.*, 2023).

Estudos têm demonstrado que a incorporação de resíduos de frutas, como subprodutos da agroindústria, pode ser uma alternativa viável para substituir parcialmente ingredientes mais caros em dietas de tambaqui, sem comprometer seu crescimento e desenvolvimento (Aride *et al.*, 2020).

3.3. Fibra na alimentação de peixes

A fibra dietética, formada principalmente por polissacarídeos não amiláceos (PNA), como a celulose e a hemicelulose, é geralmente considerada de baixo valor nutricional para peixes, especialmente para espécies carnívoras, devido à sua limitada capacidade de digestão desses compostos. Peixes, de forma geral, não possuem as enzimas endógenas necessárias para degradar significativamente esses carboidratos estruturais, contudo, a fibra é um componente inevitável em dietas de aquicultura, especialmente com o aumento da substituição de ingredientes de origem animal (como a farinha de peixe) por fontes vegetais (como o farelo de soja), que naturalmente possuem maior teor fibroso (Abimorad *et al.*, 2011).

Apesar de ser classificada como uma fonte de baixa energia digestível, a fibra dietética desempenha funções cruciais no trato gastrointestinal, que vão além do fornecimento energético. Sua importância reside primariamente em seus efeitos mecânicos e regulatórios. Na regulação do Trânsito Intestinal, a fibra atua como um agente de volume, promovendo a saciedade e regulando a velocidade do trânsito do alimento. Níveis adequados de fibra evitam o trânsito excessivamente lento ou rápido, contribuindo para a eficiência da digestão dos demais nutrientes (Amirkolaie *et al.*, 2005).

Na saúde e Morfologia Intestinal, a presença de fibra é fundamental para a manutenção da saúde intestinal e da estrutura da mucosa. A fibra insolúvel

auxilia na peristalse e na formação de fezes (Fabregat *et al.* 2011). Na qualidade física da ração, a fibra é um componente importante no processo de fabricação de rações. Ela contribui para a aglutinação dos ingredientes e melhora a estabilidade dos peletes na água.

Essa característica física é essencial para minimizar perdas por desintegração e garantir a ingestão completa do alimento. Em rações com alta densidade energética, a fibra atua como um "enchedor" ou diluidor, auxiliando o peixe a regular o consumo de ração com base na sua exigência energética, promovendo o consumo de ração de forma controlada (Embrapa, 2013). Portanto, em um cenário de aquicultura cada vez mais dependente de ingredientes vegetais, que são naturalmente ricos em fibra, o entendimento e o correto balanceamento da fibra dietética são essenciais para formular dietas que não apenas maximizem o desempenho produtivo, mas também preservem a saúde intestinal e a qualidade ambiental do sistema de cultivo (Abimorad *et al.*, 2011).

4. MATERIAIS MÉTODOS

4.1. Local e Instalação.

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura da UNESP, Campus de Dracena - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - FCAT - UNESP, em sistema fechado de recirculação de água que conta com decantador, filtro biológico e aerador elétrico acoplado à mangueiras de silicone e pedras porosas, para promover adequada concentração de oxigênio dissolvido. Os peixes foram adquiridos no Centro de Aquicultura da UNESP de Jaboticabal. Foram distribuídos em 20 caixas de polietileno de 300 L (Figura 1), e submetidos a um período de aclimação durante 15 dias, sendo alimentados com dietas comerciais para peixes onívoros (28% PB)

Figura 1 - Caixas de 300 L onde os peixes foram tratados



Fonte: Autoria própria (2024).

4.2. Dietas Experimentais

As cinco dietas experimentais foram formuladas para serem isoenergéticas ($4.061 \text{ kcal EB kg}^{-1}$), contendo 0; 0,5; 0,75; 1,0 e 1,5% da fibra solúvel extraída do resíduo de maracujá incorporado as dietas na forma líquida (Tabela 1). O resíduo de maracujá, cedido pela empresa Bela Terra (Dracena - SP), foi seco em estufa a 40°C até peso constante e moído em moinho de facas. A fibra solúvel foi extraída conforme Mombach et al. (2021), com modificações. Após análise preliminar da concentração de fibra, o sobrenadante centrifugado recebeu etanol 96% (1:1) para precipitação, sendo o material decantado por 24 h a 5°C e seco a 55°C . Obteve-se 1,57 g de fibra solúvel por 100 g de sobrenadante, valor usado para determinar o volume de líquido adicionado às rações na peletização.

Os ingredientes das dietas foram moídos em moinho de facas nas dimensões de 0,8 mm, foram pesados e separados de acordo com a formulação de cada dieta. Os ingredientes foram misturados e peletizados com 40% de umidade, correspondente ao volume do sobrenadante da extração do resíduo de maracujá, ajustado com água para atingir os níveis de fibra solúvel (FS) de cada tratamento. Os grânulos foram secos em estufa por 24 h e armazenados a -20°C . A composição centesimal dos ingredientes e das rações foi determinada conforme a AOAC (2000).

Figura 2 - Dietas experimentais.



Fonte: Autoria própria (2024).

Tabela 1 - Formulação de dietas experimentais para juvenis de tambaqui com diferentes níveis de inclusão da fibra solúvel do resíduo da polpa de maracujá.

<i>Ingredientes</i>	Fibra solúvel na dieta (%)				
	0,00%	0,50%	0,75%	1,00%	1,50%
Farelo de soja	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Farinha de peixe	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50
Milho	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Fibra solúvel (resid. maracujá)	0,00	0,50	0,75	1,00	1,50
Concentrado proteico de soja	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Amido	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Óleo de soja	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Fosfato Bicálcico	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Suplem. vitamínico e mineral ²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
L-lisina	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Vit. C ³	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Caolin ⁴	5,81	5,31	5,06	4,81	4,31
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Composição Centesimal</i>					
Matéria Seca %	93,91	93,85	94,60	94,60	94,86
Proteína Bruta %	29,75	30,20	29,60	29,33	29,31
Extrato Etéreo %	4,98	5,39	5,25	5,08	5,08
Fibra Alimentar %	4,49	4,41	4,98	4,32	4,43
Matéria Mineral %	13,45	13,76	13,45	12,83	12,86
Extrato Não Nitrogenado* %	38,07	38,07	38,07	38,07	38,07
Energia Bruta kcal/kg	3.982	3.996	4.004	4.011	4.026

¹ Todos os ingredientes foram obtidos através de uma fonte comercial local.

² Suplemento vitamínico e mineral. Acquamel VM Peixes Oniv. Enriquecimento por kg de dieta: Colina (min): 100 g/kg, Vitamina A (min): 400.000U I/kg, Vitamina D3 (min): 400.000 UI/kg, Vitamina E (min): 15.000UI/kg, Vitamina K3 (min): 500 g/kg, Vitamina B1 (min): 2.5 00mg/kg, Vitamina B2 (min): 2.500 mg/kg, Vitamina B6 (min): 2.500 mg/kg, Vitamina B12: 3.000 mcg/kg, Vitamina C (min): 40 g/kg, Niacina (min): 10 g/kg, Ácido Pantotênico (min): 5.000 mg/kg, Ácido Fólico (min): 500 mg/kg, Biotina (min): 80 mg/kg, Ferro (min): 7.000 mg/kg, Cobre (min): 1.400 mg/kg, Manganês (min): 2.600 mg/kg, Zinco (min): 14g/kg, Cobalto (min): 20mg/kg, Iodo (min): 60 mg/kg e Selênio (min) 60 mg/kg.

³ Vitamina C Rovimix Stay-35, DSM Nutritional Product, Switzerland.

⁴ Caolin foi utilizado como reagente inerte, composto principalmente por silicatos.

4.3. Qualidade de Água

As variáveis físico-químicas da água foram monitoradas semanalmente: temperatura ($28,5 \pm 2,0$ °C) e oxigênio dissolvido ($7,4 \pm 1,2$ mg/L) utilizando oxímetro YSI Pro ODO (Yellow Springs Instrument, Ohio, EUA); amônia ($0,35 \pm 0,8$ mg/L), nitrito (0,0 mg/L) e nitrato ($2,0 \pm 0,03$ mg/L) pelo método colorimétrico

(HANNA Instruments Ltda, Tamboré, Barueri-SP). Os parâmetros de qualidade da água permaneceram dentro das faixas adequadas para a criação de tambaqui (Boyd, 1998).

4.4. Desempenho Produtivo

Após a aclimação dos peixes, os mesmos foram submetidos a biometria inicial. Depois de serem mantidos em jejum por 24 h, foram anestesiados numa solução de benzocaína (60 mg L^{-1}), pesados e medidos individualmente e separados em 20 caixas (12 peixes/caixa). Os peixes então foram alimentados durante 60 dias com as dietas experimentais, sendo a alimentação duas vezes ao dia (9h00m e 15h00m), até a visível saciedade dos mesmos. Após esse período foi realizada a biometria final, sendo novamente anestesiados, pesados e medidos para obtenção das variáveis:

- Peso inicial (PI);
- Peso final (PF);
- Comprimento total inicial (CI);
- Comprimento total final (CF);

4.5. Composição Química da Carcaça

Após a biometria final, foram utilizados três peixes de cada caixa, submetidos a um jejum de 24 horas, sacrificados foram eutanasiados por secção medular e congelados em freezer a -20°C . Os peixes foram então moídos em moedor de carne e secos em estufa a 50°C até peso constante, observados na (Figura 3).

Figura 3 - Carcaças processadas em placa de petri dentro da estufa a 50°C.



Fonte: Autoria própria (2025).

Todas as análises centesimais foram dirigidas no Laboratório de Bromatologia da UNESP- FCAT. Foram efetivadas análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), seguindo a metodologia de AOAC (2000).

4.5.1. Matéria seca e matéria mineral

As análises de matéria seca (MS) e material mineral (MM) foram realizadas pelo método gravimétrico descrito pela AOAC (2000). Amostras de 0,5 g foram secas em estufa a 105 °C por 24 horas, resfriadas em dessecador por cerca de 30 minutos ou até atingirem temperatura ambiente e, então, os cadinhos com as amostras foram pesados em balança analítica. Em seguida, os cadinhos foram colocados em forno mufla, com a temperatura sendo elevada gradualmente até 550 °C, permanecendo por 4 horas para determinação do teor de matéria mineral.

Figura 4 - Determinação de Material Mineral em mufla.



Fonte: Autoria Própria (2025).

Ao passar as 4 horas e resfriamento da mufla, os cadinhos com as amostras são levados novamente para o dessecador onde ficaram por mais 30 minutos ou que atingisse temperatura ambiente e assim pudessem ser pesados na balança analítica.

Para realização da Matéria Seca (MS) e Material Mineral, foram seguidos os seguintes cálculos:

Cálculos para a determinação da matéria seca:

$$MS(\%) = \frac{100X(PE - PC)}{AM}$$

Em que:

MS = Matéria seca;

PC = peso do cadinho após estufa (105° C);

PE = peso do cadinho + amostra após estufa (105° C);

AM = peso da amostra.

Cálculos usados para a determinação das cinzas:

$$MM(\%) = \frac{100X(PM - PC)}{AM}$$

Em que:

MM = Matéria mineral;

PC = peso do cadinho após estufa (105° C);

PM = peso do cadinho + amostra após mufla (600° C).

AM = peso da amostra.

4.5.2. Proteína bruta

Foi realizada a pesagem de 0,1 g de amostra em tubo de digestão e adicionando 1 g de mistura digestora (composta por sulfato de sódio, sulfato de cobre e selenito de sódio) e 4 ml de ácido sulfúrico concentrado. A digestão no bloco digestor foi iniciada com 150°C por uma hora, após 400°C por aproximadamente 4 horas de digestão, até a solução atingir a coloração verde (Figura 5).

Figura 5 - Digestão das amostras em capela.



Fonte: Autoria própria (2025).

Após ser feita a digestão adicionou-se 20 ml de água destilada no tubo, as amostras foram levadas para o destilador de nitrogênio para o começo do processo de destilação, adicionou-se 25 mL de solução de hidróxido de sódio 15M (Figura 6).

Figura 6 - Processo de destilação das amostras digeridas.



Fonte: Autoria própria (2025).

Após a solução destilada completar o volume de 50 mL, a solução foi titulada com solução de ácido clorídrico 0,1 M com uma bureta eletrônica (Figura 7). A titulação é finalizada quando a mistura do béquer que até então se encontrava na coloração esverdeada passa a ser rosada, demonstrando a neutralização da solução e quantificando a quantidade de nitrogênio na solução.

Figura 7 - Bureta eletrônica com a solução ainda na coloração esverdeada.



Fonte: Autoria própria (2021).

A quantidade gasta na titulação foi utilizada para o cálculo de porcentagem de proteína bruta contida na amostra de carcaça através da Equação:

$$PB(\%) = \frac{N_{ac} \times Vol_{ac} \times 14 \times fc}{\text{peso da amostra em (mg)}} \times 100$$

Em que:

N_{ac} = normalidade do HCl padronizado com carbonato de cálcio;

Vol_{ac} = volume do HCl gasto na titulação;

14 = equivalente grama no nitrogênio;

fc = fator de conversão do nitrogênio em proteína bruta (6,25).

4.5.3. Extrato etéreo

Para a determinação do extrato etéreo (EE) na carcaça, cerca de 1 g de amostra foi colocada em papel filtro e inserida no extrator Soxhlet. Os copos coletores foram previamente limpos e secos em estufa a 105 °C por 12 horas, resfriados em dessecador por aproximadamente 30 minutos ou até atingirem temperatura ambiente, identificados e pesados para registro do peso inicial. Em seguida, as amostras foram acopladas ao sistema de extração Soxhlet. (Figura 8).

Figura 8 - Lavagem das amostras em éter de petróleo no extrator Soxhlet.



Fonte: Autoria própria (2025).

Os copos foram completados com éter de petróleo sendo observado a cada hora se havia a necessidade de reposição. Os filtros de papel com as amostras foram colocados dentro de cestos pendurados no condensador, que se acoplavam nos copos coletores, fazendo com que a amostra ficasse mergulhada no éter de petróleo. Em seguida o aparelho foi ligado com a temperatura para 90° C por 6 horas garantindo a volatilização do éter. Após, aumentou-se a temperatura para 105° C para a recuperação do éter.

Os copos coletores foram levados para a estufa para secagem a 50° C por 12 horas, foi colocado dessecador e resfriado e posteriormente pesados em balança analítica. A determinação do extrato etéreo das amostras foi determinada pela equação:

$$\text{Peso EE} = (\text{copo} + \text{EE}) - (\text{Peso copo})$$

$$\% \text{ EE} = (\text{Peso EE} / \text{Peso amostra}) * 100$$

Em que:

EE = Extrato etéreo;

Copo + EE = Peso do copo coletor com extrato etéreo;

Peso do copo = Peso do copo coletor sem extrato etéreo.

4.6. Delineamento e Análises Estatísticas

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições por tratamento. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (Bartlett), seguidos de análise de variância (ANOVA) e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o software SAS v.9.0.

5. RESULTADOS

Durante o experimento, não houve mortalidade dos juvenis de tambaqui, indicando que todos os níveis de inclusão da fibra solúvel do maracujá foram bem aceitos e não apresentaram efeitos adversos sobre a sobrevivência ou o comportamento alimentar dos peixes. Os resultados de desempenho produtivo estão apresentados na Tabela 2. Foi identificada diferença significativa ($p < 0,05$) no peso final dos peixes.

Tabela 2 - Valores médios e valores de P dos parâmetros de desempenho produtivo dos juvenis de tambaqui (*C. macropomum*) após 60 dias de alimentação com níveis da fibra solúvel do maracujá.

	0%	0,5%	0,75%	1,0%	1,5%	P
CI	12,41±0,04	12,49±0,07	12,52±0,04	12,26±0,18	12,30±0,21	0,1089
CF	19,49±0,36	18,86±0,46	20,18±0,37	20,41±0,46	19,44±0,17	0,2378
PI	29,22±0,69	29,05±0,41	28,80±0,27	28,98±0,08	29,05±0,35	0,5546
PF	138,19±0,72 ^c	143,07±3,71 ^{bc}	143,58±1,86 ^{bc}	150,26±2,31 ^b	163,34±4,55 ^a	<0,0001

Médias e desvio padrão (n=4). Letras distintas nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,05). CI = Comprimento total inicial; CF = Comprimento total final; PI = Peso inicial; PF = Peso final.

Fonte: Elaborada pelo autor

Os juvenis alimentados com as dietas contendo níveis crescentes de fibra solúvel apresentaram melhora gradual no desempenho produtivo, sendo o melhor resultado obtido no tratamento com 1,5% de inclusão, o qual proporcionou o maior peso final médio (163,34±4,55 g). Esse resultado sugere que a fibra solúvel do maracujá exerceu efeito benéfico sobre o crescimento. Abimorad *et al* (2011) e Amirkolaie *et al.* (2005) relataram que, possivelmente por contribuir para a regulação do trânsito intestinal e favorecer o aproveitamento dos nutrientes, a fibra alimentar pode atuar como promotor de crescimento em peixes.

A avaliação dos parâmetros de desempenho produtivo revelou um efeito positivo do aumento da fibra sobre o crescimento dos peixes, sendo o melhor resultado obtido com a inclusão de 1,5% de fibra solúvel. Essa resposta sugere que a fibra solúvel atuou de forma funcional no trato gastrointestinal (EMBRAPA, 2013), regulando o trânsito intestinal, favorecendo a absorção e promovendo um ambiente microbiano mais equilibrado, o que reflete em ganhos de desempenho.

Os resultados obtidos para a composição centesimal dos tambaquis alimentados com diferentes níveis de inclusão da fibra solúvel do maracujá nas dietas estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores médios e valores de P da composição centesimal dos juvenis de tambaqui (*C. macropomum*) após 60 dias de alimentação com níveis da fibra solúvel do maracujá

	T1	T2	T3	T4	T5	P
MM%	3,74±0,76	4,41±0,86	4,44±0,84	3,89±0,55	4,12±0,16	0,8432
PB%	22,57±0,94	23,55±0,94	24,16±0,16	24,25±1,04	23,41±0,94	0,1846
EE%	3,38±0,45	3,94±0,39	3,97±0,42	3,99±0,48	4,09±0,39	0,0696
MS%	14,56±0,92	13,96±0,65	14,06±0,22	13,49±0,73	13,29±0,26	0,1168

Médias e desvio padrão (n=4).

Fonte: Elaborada pelo autor

Apesar da melhora no crescimento, não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) na composição corporal dos peixes, indicando que a inclusão da fibra não alterou os teores de proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral da carcaça. Isso demonstra que a fibra não interferiu na deposição de nutrientes, mantendo a qualidade da carne semelhante à dos peixes alimentados com dietas sem fibra, conforme observado no estudo de Chotolli *et al.*, 2023, tilápias alimentadas com resíduos de acerola obtiveram aumento de peso sem alteração em seus parâmetros de qualidade da carcaça.

As médias e os desvios-padrão obtidos (n=4) indicam que, embora tenha sido observada melhora no crescimento dos peixes, não foram verificadas diferenças significativas ($p > 0,05$) na composição corporal entre os tratamentos. Os níveis de proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral da carcaça permaneceram estáveis, independentemente da inclusão da fibra solúvel. Esses resultados demonstram que a adição da fibra não influenciou a deposição de nutrientes, mantendo a qualidade da carne similar à dos peixes alimentados com dietas sem adição de fibra.

6. DISCUSSÃO

Embora não existam registros na literatura de estudos utilizando o resíduo de maracujá em dietas para tambaquis, pesquisas com outras espécies indicam seu potencial como ingrediente funcional. Os autores Santos *et al.* (2022) demonstraram que a inclusão de até 12% do resíduo de maracujá em rações para tilápia do Nilo não comprometeu o desempenho zootécnico nem os parâmetros fisiológicos dos peixes, mantendo a qualidade nutricional da dieta. Esses achados reforçam a viabilidade do uso desse subproduto na aquicultura.

Resultados semelhantes também foram observados em estudos com

outras fontes de fibra vegetal. Ao avaliar a inclusão de resíduos de manga na alimentação de pacamã, foi constatada melhora no desempenho sem alteração da composição corporal. De modo semelhante, o uso de farelo de soja e de girassol como fontes fibrosas na dieta de juvenis de pacu também resultou em crescimento satisfatório sem prejuízo à qualidade da carcaça. Assim, no presente estudo, a inclusão da fibra solúvel do maracujá atuou como um aditivo funcional eficaz, promovendo ganhos zootécnicos sem comprometer o valor nutricional do pescado.

De forma geral, a resposta positiva observada neste estudo confirma que o uso da fibra solúvel do maracujá é uma alternativa viável para promover o aproveitamento de resíduos agroindustriais e reduzir o custo ambiental do descarte, mantendo a eficiência zootécnica e a qualidade do produto final. Portanto, a fibra pode ser incorporada em dietas para juvenis de tambaqui até o nível de 1,5% sem causar prejuízos nutricionais ou fisiológicos.

Os autores Aride *et al.* (2020), ao investigarem o uso de resíduos vegetais na alimentação de peixes nativos da Amazônia, como o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o jaraqui (*Semaprochilodus* spp.), observaram que tais subprodutos podem ser incluídos na dieta sem comprometer a composição corporal dos animais. Resultados semelhantes foram relatados pelos autores Ferreira *et al.* (2021), que demonstraram que o aproveitamento de subprodutos agroindustriais em dietas para espécies nativas como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) favorece o desempenho produtivo sem alterar os parâmetros nutricionais da carcaça.

Já os autores Chotolli *et al.* (2023), ao avaliarem a inclusão de subprodutos de uva em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), também constataram a manutenção da qualidade do filé, mesmo com ganhos significativos de peso. Os resultados obtidos no presente estudo confirmam essa tendência, evidenciando que a inclusão da fibra solúvel do maracujá promoveu ganhos zootécnicos sem comprometer a composição química da carcaça dos tambaquis.

O extrato etéreo (EE), indicador do teor de gordura corporal, também não apresentou variações significativas, situando-se entre 3,38% e 4,09%. Isso sugere que a fibra solúvel do maracujá não promoveu acúmulo lipídico. Resultados semelhantes foram observados por Chotolli *et al.* (2023) em tilápias

alimentadas com subprodutos de uva, reforçando que a adição de resíduos vegetais ricos em compostos bioativos tende a melhorar o desempenho produtivo sem comprometer a qualidade nutricional do peixe.

Os valores de matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) também se mantiveram estáveis, indicando que a hidratação e o equilíbrio mineral da carcaça não foram afetados pela inclusão da fibra. Esses resultados sugerem que a fibra solúvel do maracujá, mesmo quando incorporada em níveis de até 1,5%, não interfere no metabolismo de retenção de nutrientes nos juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). Embora o presente estudo tenha utilizado fibra proveniente do resíduo da polpa do maracujá, efeitos semelhantes sobre a estabilidade fisiológica já haviam sido descritos pelos autores Amirkolaie *et al.* (2005) em trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), ao avaliarem o impacto de diferentes fontes de carboidratos e características físicas das rações na digestibilidade e na composição fecal.

A avaliação dos parâmetros de desempenho produtivo revelou um efeito positivo da inclusão da fibra solúvel sobre o crescimento dos peixes, sendo o melhor resultado obtido com o nível de 1,5%. Essa resposta indica que a fibra solúvel do resíduo de maracujá atuou de forma funcional no trato gastrointestinal, contribuindo para a regulação do trânsito intestinal e promovendo um ambiente favorável à absorção dos nutrientes, o que se refletiu em ganhos significativos de desempenho. Por se tratar de uma espécie onívora, o tambaqui apresenta boa capacidade de digestão de ingredientes vegetais e subprodutos agroindustriais, o que favorece sua adaptação a dietas com inclusão de fibras, mantendo índices zootécnicos satisfatórios (Embrapa, 2024)

Do ponto de vista nutricional, a fibra solúvel também pode exercer efeito prebiótico, favorecendo o crescimento de microrganismos benéficos e a melhora da saúde intestinal. Estudos com outras espécies, como o jundiá (*Rhamdia quelen*), demonstraram que fibras funcionais, como a da linhaça, podem melhorar o aproveitamento dos nutrientes sem interferir negativamente no metabolismo proteico ou lipídico (Goulart, 2015).

Embora o presente estudo não tenha analisado diretamente a microbiota intestinal, os resultados obtidos reforçam a hipótese de que a fibra solúvel do maracujá pode atuar de forma semelhante, conforme descrito pelos autores Amirkolaie *et al.* (2005) ao relacionar características digestivas com

componentes fibrosos na alimentação de peixes. Além disso, a utilização do resíduo da polpa do maracujá representa uma alternativa sustentável e de baixo custo, com potencial para reduzir significativamente as despesas com alimentação, que correspondem a grande parte dos custos operacionais na piscicultura.

O reaproveitamento desse subproduto contribui para a diminuição dos impactos ambientais do descarte de resíduos orgânicos e fortalece a integração entre agricultura e aquicultura, promovendo um ciclo produtivo mais equilibrado. Essa estratégia está alinhada aos princípios de economia circular e sustentabilidade, conforme discutido por Malenica, Kass e Bhat (2023) e Ferreira *et al.* (2021).

7. CONCLUSÃO

Portanto a inclusão de até 1,5% de fibra solúvel do resíduo da polpa do maracujá em dietas para juvenis de tambaqui melhora o desempenho produtivo, configurando-se como uma alternativa sustentável, eficiente e economicamente viável para a piscicultura nacional.

8. REFERÊNCIAS

- Abimorad, E. G. *et al.* Fontes de fibra na alimentação do pacu: desempenho, composição corporal e morfometria intestinal. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/9SP7LFhdGNmL3SR8KKXMKHF/?format=html>. Acesso em: 20 out. 2025.
- Ajila, C. M. *et al.* Valorization of agro-industrial residues and by-products for functional food ingredients and nutraceuticals. **Food Reviews International**, v. 31, n. 1, p. 1–15, 2015.
- Amirkolaie, A. K. *et al.* Dietary starch source and feed pellet quality affect the nutrient digestibility and faecal characteristics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 11, n. 3, p. 195–202, 2005.
- Aride, P. H. R. *et al.* Resíduos vegetais como alternativa alimentar para peixes nativos da Amazônia. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 50, n. 3, p. 258–266, 2020.
- Belchior, C. A.; Dalchiavon, F. C. Produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em diferentes sistemas de cultivo na região amazônica. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, p. 52–63, 2017.

Boyd, C. E. Water quality management for pond fish culture. 2. ed. **Auburn: Auburn University Press**, 1998.

Buzollo, H. *et al.* Exigência de proteína digestível para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, e20170118, 2018.

Centro De Produções Técnicas (CPT). **Criação de tambaqui e pirapitinga: piscicultura prática**. Viçosa: CPT, 2000.

Chotolli, F. M. *et al.* Inclusion of grape by-products in Nile tilapia diet: effects on physiological status and fillet quality. **Aquaculture Reports**, v. 31, p. 102–118, 2023.

Costa, A. R. S.; Sabbag, O. J.; Martins, M. I. E. G. Análise econômica de sistemas de produção de tambaqui em tanque-rede e viveiro escavado. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 58, n. 3, p. 1–18, 2020.

Embrapa. **Nutrição e alimentação de peixes**. Brasília: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2024.

Ferreira, C. P. *et al.* Custos de produção na piscicultura: análise e estratégias de redução. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 2, p. 153–160, 2013.

Ferreira, L. A. A. *et al.* Aproveitamento de subprodutos agroindustriais em dietas para peixes nativos. **Revista Científica de Aquicultura**, v. 4, n. 2, p. 45–57, 2021.

Garcez, R. C. *et al.* Alimentação e desempenho produtivo do tambaqui em diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 14, n. 1, p. 68–79, 2021.

Guimarães, I. G.; Filho, M. P. Desempenho de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentado com subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1201–1208, 2004.

Honda, E. M. **Comportamento alimentar do tambaqui (*Colossoma macropomum*) em ambiente natural**. Boletim Técnico do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1974.

Lima, E. C. R. *et al.* **Exigência proteica para juvenis de tambaqui cultivados em tanques-rede**. Boletim do Instituto de Pesca, v. 39, n. 1, p. 25–32, 2013.

Malenica, D.; Kass, M.; Bhat, R. **Sustainable management and valorization of agri-food industrial wastes and by-products as animal feed: for ruminants, non-ruminants and poultry**. Sustainability, v. 15, n. 1, p. 117, 2023. DOI: 10.3390/su15010117.

Mombach, M. A. *et al.* Extração e caracterização de fibra solúvel da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, p. e2020072, 2021.

National Research Council (NRC). Nutrient requirements of fish and shrimp. Washington, D.C.: National Academies Press, 2011.

Peixe BR. **Anuário 2025**: Associação Brasileira da Piscicultura. São Paulo: Peixe BR, 2025.

Pedroza Filho, M. X.; Rodrigues, A. P. O.; Rezende, F. **Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil**. Boletim Ativos da Aquicultura – CNABRASIL/EMBRAPA, Brasília, ano 2, n. 7, p. 1–5, 2016.

Pereira, D. P. *et al.* Aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação animal: uma revisão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 51, n. 3, p. 1–14, 2022.

Pezzato, L. E. *et al.* Digestibilidade aparente de ingredientes para peixes tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1855–1862, 2004.

Ramirez, J. R. *et al.* Protein-sparing effect of carbohydrate and lipid in diets for fish. **Aquaculture Research**, v. 36, p. 112–118, 2005.

Rodrigues, A. P. O. **Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. Boletim do Instituto de Pesca, v. 40, n. 1, p. 135–145, 2014.

Santos, F. W. B. **Nutrição de peixes de água doce: definições, perspectivas e avanços científicos**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, [s.d.]. Disponível em: http://www.nutricaoanimal.ufc.br/anais/anaisb/aa24_2.pdf. Acesso em: 18 out. 2025.

Souza, M. C. *et al.* Incorporação de resíduos de manga na alimentação de peixes pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 2, p. 230–238, 2015.

Vastolo, A. *et al.* Food waste and sustainability: global analysis of losses and potential reuses. **Journal of Cleaner Production**, v. 400, p. 136870, 2025.

Yang, S. *et al.* Use of fruit residues in aquafeed: opportunities and challenges. **Aquaculture Nutrition**, v. 27, n. 2, p. 642–654, 2021.