

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

Raphael Farias Mathias

Graduando em Zootecnia

**Efeito de níveis de fibra alimentar proveniente do resíduo
de maracujá em dietas para o tambaqui (*Colossoma
macropomum*) no desempenho produtivo e custo de
alimentação**

Dracena

2023

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

Raphael Farias Mathias

Graduando em Zootecnia

**Efeito de níveis de fibra alimentar proveniente do resíduo
de maracujá em dietas para o tambaqui (*Colossoma
macropomum*) no desempenho produtivo e custo de
alimentação**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – UNESP, Campus de Dracena, como parte das exigências para obtenção do título de Zootecnista.

Orientador: Prof. Assoc. Leonardo Susumu Takahashi
Co orientador: Msc. Affonso Gama Souza Pinheiro

Dracena

2023

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: "Efeito de níveis de fibra alimentar proveniente do resíduo de maracujá em dietas para o tambaqui (*Colossoma macropomum*) no desempenho produtivo e custo de alimentação"

Modalidade: Trabalho de Atividades de pesquisa;

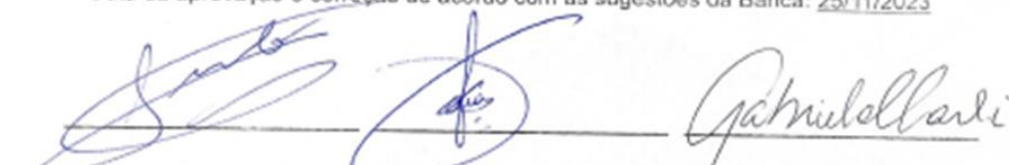
Autor: Raphael Farias Mathias

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

Co-orientador(es): Afonso Gama Souza Pinheiro

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 25/11/2023



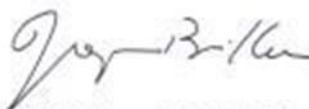
Leonardo S. Takahashi Valquiria C. Cruz Polycarpo Gabriela C. Carli

Comissão de Ética no Uso de Animais

Certificado

Certificamos que a proposta intitulada "Avaliação de níveis de fibra dietética e inclusão de probiótico no desempenho produtivo e saúde intestinal de tambaquis (*Colossoma macropomum*)." **(Evaluation of dietary fiber levels and probiotic inclusion in the productive performance and intestinal health of tambaqui (*Colossoma macropomum*),** registrada com o nº **03/2023.r1 – CEUA**, sob a responsabilidade do(a) Prof(a). Dr(a). **Leonardo Susumu Takahashi** – que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de **pesquisa científica** – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP - Câmpus de Dracena, em **11/04/2023**.

Dracena, 11 de abril de 2023.



Prof.ª Dra Jaqueline Dalbello Biller

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

DEDICATÓRIA

Dedico à minha mãe, Silvia Celeste de Jesus Farias, ao meu pai, Celso Mathias (*in memoriam*), aos meus avós, Fernando Antonio de Farias (*in memoriam*), Maria de Fátima de Jesus Farias, Nadyr Mathias (*in memoriam*) e Isabel Dias Mathias (*in memoriam*), à minha tia, Rosangela Mathias, à Adenisia Marinheiro de Lima e ao Leandro Luz.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por guiar e iluminar meus passos e me fortalecer durante esses anos, por sonhar os meus sonhos e nunca me abandonar quando eu mais precisava.

Aos meus amigos Renê, Sophia e Renata, de São Paulo, que, mesmo longe, sempre me apoiaram e me mostraram o valor da amizade.

À minha família, por todo o apoio, carinho e confiança nesses cinco anos, principalmente à minha mãe, meu pai, meus avós, minha madrasta e meu padrasto – gratidão eterna.

Aos amigos Gabrielle, Lucas, Camila, Pietra, Laura, Isabelle e João Paulo, de Dracena, pelo carinho, apoio, risadas e por todos os momentos em que precisei de um ombro amigo. A trajetória se tornou mais leve com vocês ao meu lado.

Aos amigos da república 4 de paus, minha segunda família, com os quais dividi momentos bons, que me ensinaram o valor da amizade, companheirismo e, principalmente, respeito.

Ao PETZOO (Programa Educacional Tutorial), pelos ensinamentos dentro e fora da instituição e pelo crescimento pessoal e profissional, cruciais ao longo de minha graduação.

E ao grupo de estudos GAUD que estava de portas abertas para mim e aos companheiros de laboratório que sempre me ajudaram e acolheram e ao meu orientador Leonardo Susumu Takahashi, pela paciência, companheirismo e pelos ensinamentos.

“Não espere o futuro mudar tua vida, porque o futuro será a consequência do presente” (Racionais Mc's).

RESUMO

Sabe-se que um dos entraves dentro da piscicultura é o valor da ração. Pensando nisso a utilização de ingredientes mais baratos poderiam vir a resolver esse problema. Outra problemática seria o descarte de resíduos agroindústrias, neste sentido, uma solução viável seria a utilização desses resíduos na alimentação animal, mitigando assim o problema do descarte incorreto e do valor elevado das rações. O objetivo deste estudo foi de avaliar a inclusão de diferentes níveis de fibra alimentar do resíduo de maracujá em dietas para tambaqui nos parâmetros de desempenho produtivo e de custos envolvidos na ração. Foram formuladas cinco dietas experimentais contendo 10,2%, 13,7%, 15,9%, 20,9%, e 23,5% de FDT. Foram utilizados 360 juvenis de tambaqui, distribuídos em 20 caixas de 300L (18 peixes por caixa), foram aclimatados por um período de 15 dias e alimentados por 60 dias com as dietas experimentais. Foram realizadas biometrias no início e final do experimento para a determinação dos parâmetros: ganho de peso diário (GPD), fator de condição (FC), ganho de biomassa (GB) e também monitorados o consumo diário (CD) dos peixes e estimados os custos com alimentação e custo por Kg produzido. Esse experimento foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 4 repetições cada, correspondendo aos cinco níveis de fibra dietética total (FDT). Os resultados foram analisados usando ANOVA de uma via (one-way) e teste de comparação de médias pelo teste de Tukey (5%). Após analisar os dados foi constatado que não houve diferença entre tratamentos para essas análises, sendo encontrado a viabilidade de incorporar até 23,5% fibra dietética total a partir do resíduo do maracujá na dieta do tambaqui.

Palavras-chave: Resíduos; Desempenho; Ingredientes; Piscicultura.

ABSTRACT

It is well known that one of the difficulties in fish farming is the cost of the feed. Considering this, the use of cheaper ingredients could solve this problem. Another concern would be the disposal of agro-industrial waste. In this sense, a viable solution would be to use such waste in animal feed, thus mitigating the problem of incorrect disposal and the high value of fish feed. The aim of this study was to evaluate the inclusion of different levels of dietary fibre from passion fruit waste in tambaqui diets, as regards the parameters of production performance and the costs involved in the feed. Five experimental diets containing 10.2%, 13.7%, 15.9%, 20.9% and 23.5% FDT were formulated. 360 juvenile tambaqui were used, allocated to twenty 300 litre boxes (18 fish per box), acclimatised for 15 days and fed the experimental diets for 60 days. Biometrics were carried out at the beginning and at the end of the experiment to determine the parameters: daily weight gain (DWG), condition factor (CF), biomass gain (BG) and also to monitor the daily consumption (DC) of the fish, and estimate the feed costs and cost per Kg produced. This experiment was carried out in a completely randomised design with 5 treatments and 4 replicates each, corresponding to five levels of total dietary fibre (TDF). The results were analysed using one-way ANOVA and Tukey's mean comparison test (5%). After analysing the data, it was concluded that there was no difference between treatments for these analyses, and the feasibility of incorporating up to 23.5% total dietary fibre from passion fruit waste into the diet of tambaqui was confirmed.

Keywords: Waste; Performance; Ingredients; Fish farming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Resíduos originários da extração de polpas de vegetais	21
Figura 2 - Ração experimental.	22
Figura 3 - Biometrias realizadas.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Indicadores de qualidade da água durante o período experimental.....	20
Tabela2 - Composição bromatológica dos resíduos agroindustriais.....	21
Tabela 3 - Dietas formuladas e seus níveis de inclusão de fibra dietética.....	23
Tabela 4 - Composição bromatológica.....	24
Tabela 5 - Desempenho dos diferentes níveis de inclusão de fibra dietética.....	27
Tabela 6 - Custo por quilo nos diferentes níveis de inclusão de fibra dietética.....	28

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	9
1 INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral.....	14
2.2 Objetivos Específicos.....	14
3 REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1. A espécie.....	15
3.2. Alimentos alternativos para dieta de peixes.....	16
3.3.2. Fibra dietética	17
4.1. Comissão de ética	19
4.2. Instalações e condições experimentais	19
4.3. Protocolo experimental	20
4.4. Caracterizações dos ingredientes.....	20
4.5. Dietas experimentais	22
4.6. Desempenho produtivo.....	25
4.7. Desempenho econômico por quilo de ração.....	25
4.7. Análise estatística.....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 Desempenho produtivo.....	27
5.2. Desempenho econômico por quilo de ração.....	28
6. CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura ou criação de organismos aquáticos vem desenvolvendo-se ao decorrer dos anos. A produção chegou a 87,5 milhões de toneladas para alimentação humana. A piscicultura é a atividade mais proeminente da aquicultura, representando 66% da produção mundial, alcançando o valor de 146,1 bilhões de dólares (FAO, 2022).

A produção aquícola brasileira se encontra na 13ª colocação mundial, sendo a piscicultura responsável por atender a maior parte do mercado nacional. A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie mais produzida no Brasil, com 62,3%, seguida do tambaqui (*Colossoma macropomum*), com 18,2%, liderando como a espécie nativa mais produzida em nosso território nacional (CNA, 2021; FAO, 2022).

A criação intensiva da tilápia demonstra um pacote tecnológico mais desenvolvido, mostrando avanço na nutrição, saúde e reprodução. No entanto, a produção de peixes nativos apresenta uma baixa evolução tecnológica, com vários obstáculos em seu ciclo de produção, como por exemplo o baixo investimento no melhoramento genético desses animais (VALLADÃO et al., 2018). A implementação de práticas sustentáveis na piscicultura é essencial para minimizar os impactos ambientais, envolvendo uma gestão responsável dos recursos naturais, a promoção da biodiversidade local e a prevenção da introdução de espécies invasoras, a longo prazo desempenhando um papel crucial na preservação dos ecossistemas aquáticos (NAYLOR et al., 2000).

Além dos sólidos índices zootécnicos na produção de pescados, destaca-se a eficiência no uso da área de produção. Essa característica não apenas impulsiona o crescimento da indústria como também promove investimentos que tendem a gerar retornos econômicos substanciais, devido ao curto tempo do ciclo de produção. A otimização de recursos primários desempenha papel crucial na redução de resíduos na criação, beneficia a sustentabilidade econômica da produção, favorece a economia circular, aproveitando recursos de maneira mais eficaz e reduzindo o impacto ambiental associado ao descarte inadequado de materiais (PETERSEN et al., 2015, STEVENS et al., 2018, GASCO et al., 2020).

Ingredientes alternativos na nutrição dos peixes é um dos elementos-chave para aprimorar a lucratividade da piscicultura (SANTOS, 2009). Esses estudos são

essenciais para atender às metas biológicas e econômicas na criação de peixes (FURUYA, 2010). O desenvolvimento de dietas sustentáveis com a inclusão de resíduos agroindústrias, tem sido uma alternativa para redução de custos na alimentação sendo um excelente caminho para uma produção sustentável de peixes.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O propósito deste estudo foi analisar o desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*), investigando seus efeitos, além de avaliar a viabilidade econômica nos distintos níveis de fibras dietéticas totais derivadas do resíduo agroindustrial do maracujá.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Verificar os impactos associados aos níveis de fibras dietéticas totais no custo da ração;
- ✓ Determinar a quantidade apropriada de inclusão de fibras na dieta do tambaqui;
- ✓ Avaliar a interferência dos altos teores de fibras dietéticas totais no consumo diário, fator de condição, ganho de peso diário e ganho de biomassa.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A ESPÉCIE

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é originário da América do Sul, precisamente das bacias dos rios Amazonas e Orinoco, com o corpo coberto por escamas, podendo atingir mais de um metro de comprimento e 30 kg de peso em ambiente natural (ARAÚJO LIMA & GOULDING, 1998; GOMES & ARAÚJO LIMA, 2005). É um peixe onívoro, que utiliza diferentes fontes proteicas e energéticas com eficiência (OLIVEIRA et al., 2006). Seus dentes são adaptados a quebrar e esmagar frutos e sementes duras (GOULDING & CARVALHO, 1982, ARAÚJO LIMA & GOULDING, 1997).

O tambaqui é uma boa escolha para produção, pois suas características são favoráveis à sua criação. Adapta-se a certas variações de temperatura, entre 26 °C e 35 °C (SAINT-PAUL, 1986), e tolera as baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água. É importante destacar, a facilidade de manejo dessa espécie na reprodução induzida, com consequente disponibilidade de juvenis praticamente o ano inteiro (CASTAGNOLLI, 1992).

A região norte do país destaca-se, representando 31,04% do mercado nacional de peixes nativos. Rondônia, em particular, emerge como o maior produtor, contribuindo com 57.200 toneladas em 2022, sendo o tambaqui uma parte significativa desse volume, ilustrando assim o nível de importância dessa espécie, tanto para a parte econômica quanto para a parte cultural, pois é um peixe amplamente consumido e apreciado na região norte do Brasil (PEIXEBR, 2023).

O tambaqui é um peixe classificado como onívoro com uma inclinação para o herbívoro, sendo notável seu comportamento filtrador e frugívoro. A região onde esse animal se encontra possui épocas do ano onde há secas e cheias, sua alimentação poderá variar. Sua capacidade de digestão abrange tanto proteínas de origem animal quanto vegetal, concedendo uma adaptabilidade notável (NUNES et al., 2006). Essa diversidade na dieta do tambaqui pode ser um fator-chave para seu sucesso como espécie aquática de cultivo.

Considerando que a frutose é um nutriente comum nas dietas naturais desses peixes, é possível pensar que a inclusão de alimentos com frutose podem ser uma escolha viável para a substituição de ingredientes convencionais. O uso de subprodutos na alimentação de peixes tem se mostrado promissor para um manejo

sustentável. Recentemente, pesquisas têm explorado o potencial de incluir subprodutos agroindustriais nas dietas de peixes (TAKAHASHI et al., 2018).

3.2. ALIMENTOS ALTERNATIVOS PARA DIETA DE PEIXES

O maracujá fruta típica do Brasil, é muito utilizada na fabricação de suco concentrado e de produtos utilizando sua polpa como ingrediente primário (SABBAG et al., 2002).

Entre as indústrias alimentícias tem seu lugar de destaque, pelo volume de produção, a indústria de beneficiamento de frutas, gerando um elevado volume de resíduo. Que é constituído de cascas, sementes e bagaços, eles por sua vez apresentam elevado teor de açúcares, podendo causar processos fermentativos (SOUZA & SANDI, 2001).

Além disso, o resíduo do maracujá contém proteínas, fibras alimentares e minerais; o que pode ser interessante para a indústria, pois pode-se encontrar formas de aproveitamento desses resíduos para a transformação em produtos que pode ser utilizado novamente na indústria, dando valor a esses co-produtos e encontrando um destino muito melhor para os resíduos do que só o descarte (CÓRDOVA et al., 2005).

Novas pesquisas com ingredientes alternativos vêm sendo conduzidas dentro da piscicultura, adentrando na questão sustentável, ecológica e de variabilidade econômica, tendo em vista que a ração chega a ser responsável por até 70% dos custos de produção um de seus nutrientes mais caros advém de ingredientes proteicos (KUBITZA, 2009). Diante do exposto a necessidade de ingredientes alternativos com intuito de substituir ingredientes de origem animal promovem o barateamento do ciclo produtivo, pois chega a reduzir os custos dos ingredientes das rações (REZENDE et al., 2010).

Para baratear a ração com subprodutos, alguns ingredientes já foram testados, como o farelo de girassol, o farelo de canola, o farelo de babaçu, entre outros. Entretanto, ainda não há uma grande demanda desses subprodutos para a elaboração das rações comerciais (FABREGAT et al., 2011, LOPES et al., 2011, SILVA et al., 2003, VIEGAS et al., 2008).

De acordo com Teixeira et al. (2014), muitos co-produtos são tão nutritivos quanto os próprios frutos dos quais derivam. Eles têm o potencial de substituir alimentos mais dispendiosos com valores nutricionais equivalentes. Além disso, essa substituição pode ser benéfica para empresas que buscam um destino sustentável

para esses materiais, visando evitar impactos ambientais. Na região da Mata Pernambucana, diversos frutos, como manga, graviola, abacaxi, acerola e maracujá, são cultivados e processados, resultando em subprodutos durante o beneficiamento. A caracterização nutricional desses subprodutos tem sido objeto de estudo por alguns pesquisadores, os quais propõem sua aplicação na produção de rações destinadas à alimentação de animais, incluindo ovinos, ruminantes e peixes (BARRETO et al., 2014; SILVA et al., 2014a; SILVA et al., 2017b)

Na busca por produtos que tenham alta produção e uma boa distribuição pelo território nacional, além de bom perfil de aminoácidos e boa quantidade de fibras, o resíduo do maracujá tem se mostrado uma boa escolha de produto a ser utilizado (IBGE).

3.3.2. FIBRA DIETÉTICA

A fibra é utilizada para caracterizar e identificar os alimentos, ela é definida como o componente estrutural das plantas, que é a fração com menor digestibilidade dos alimentos, e é dividida em solúvel e insolúvel (WEISS et al., 1993, VAN SOEST et al., 1994, CHEN et al., 2020). A insolúvel é composta de celulose, hemicelulose insolúvel, amido resistente e lignina. A solúvel pode ser representada por pectina, goma, mucilagem e demais formas, como frações de hemicelulose (xiloglucanas, galactomananas, glucanas de ligação) e demais polissacarídeos oriundos de plantas (GALZERANO et al., 2009). Em geral, as plantas têm as duas variações de fibras, e os níveis variam de acordo com a fase de maturação e espécie vegetal que está sendo utilizada (MONTAGNE et al., 2003).

A importância dos carboidratos fibrosos na alimentação de monogástricos está bem estabelecida, derrubando a crença de que seriam componentes indesejáveis nas dietas. A fibra alimentar, uma fração composta de polissacarídeos que não são digeridos pelas enzimas digestivas desses animais, pode proporcionar benefícios aos processos digestivos e à saúde animal (KNUDSEN, 2001; MONTAGNE et al., 2003). A utilização correta das frações fibrosas pode modificar positivamente o funcionamento do sistema digestório e o desempenho do animal, além de seu bem-estar.

A fibra alimentar pode produzir efeitos fisiológicos e metabólicos diferenciados, dependendo de suas características e estrutura física, como tamanho da partícula, peso molecular e grau de esterificação (BIJLANI, 1985; WENK, 2001).

Analisando a fibra alimentar, é comum classificá-la de acordo com a solubilidade em água.

Para monogástricos, a fração solúvel atua na regulação da digestão e absorção intestinal, e a fração insolúvel aumenta o bolo alimentar, diluindo os nutrientes e diminuindo o tempo de trânsito gastrintestinal (SCHNEEMAN, 1998; KNUDSEN, 2001; MONTAGNE et al., 2003; CUMMINGS et al., 2004).

O perfil de carboidratos do ingrediente também pode modificar o processo fermentativo na parte posterior do trato gastrintestinal, alterando o pH. Essa ocorrência afeta diretamente a proliferação bacteriana e a integridade das células epiteliais do intestino, podendo, em combinação adequada, melhorar a saúde intestinal e, conseqüentemente, o aproveitamento dos nutrientes (MONTAGNE et al., 2003). As mudanças no funcionamento do sistema digestório provocadas pela ingestão de diferentes fontes de fibras alimentares podem modificar a fisiologia, o metabolismo e as características do epitélio intestinal, com conseqüências sobre o desempenho a composição corporal (SCHNEEMAN, 1998; KNUDSEN, 2001; MONTAGNE et al., 2003; CUMMING et al., 2004).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. COMISSÃO DE ÉTICA

Os procedimentos realizados com os animais foram submetidos à Comissão de Ética em Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Unesp – campus de Dracena -, de acordo as normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) (Certificado nº 03/2023.r1 – CEUA).

4.2. INSTALAÇÕES E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

O experimento foi conduzido no laboratório de aquicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Unesp (FCAT-UNESP), campus de Dracena, composto de um sistema fechado de recirculação de água, com decantador, filtro biológico e aerador elétrico acoplado a mangueiras de silicone e pedras porosas, para promover adequada concentração de oxigênio dissolvido. Abrangeu um período de 60 dias, durante os quais os parâmetros ambientais foram monitorados regularmente.

Semanalmente, a temperatura e o oxigênio dissolvido foram registrados com um oxímetro YSI ProODO (Yellow Springs, Ohio, EUA), enquanto a condutividade elétrica e os sólidos dissolvidos totais foram medidos usando um medidor portátil HI98192 da Hanna Instruments. A cada duas semanas, amostras de água foram coletadas para análise dos níveis de amônia, nitrito e nitrato. Para determinar a amônia total, adotou-se a metodologia de Koroleff (1976), com leitura em um espectrofotômetro a 630 nm. A mensuração do nitrito seguiu o método colorimétrico descrito por Golterman (1978), com leitura em espectrofotômetro a 543 nm. O teor de nitrato foi avaliado pela redução do nitrito, com a adição de cádmio amalgamado e leitura em espectrofotômetro a 543 nm, conforme a metodologia adaptada de Golterman (1978). Todos os resultados de indicadores de qualidade da água (tabela 1) foram expressos em microgramas por litro ($\mu\text{g/l}$).

Tabela 1. Indicadores de qualidade da água durante o período experimental.

Parâmetros	Valores médios
Temperatura (°C)	27,51
OD (mg L ⁻¹)	7,37
pH	7,86
Sólidos Totais (mg L ⁻¹)	166,10
Condutividade elétrica (mg L ⁻¹)	325,06
Amônia (µg L ⁻¹)	0,13
Nitrato (µg L ⁻¹)	0,27
Nitrito (µg L ⁻¹)	0,0001

4.3. PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Foram utilizados 360 peixes adquiridos de produtores comerciais, sendo distribuídos em 20 caixas de polietileno de 300 L (18 peixes/caixa), com o peso médio de $13,19 \pm 0,19$ g, sujeitos a um período de aclimação durante 15 dias e alimentados com dieta comercial. Após esse período, as dietas experimentais foram fornecidas três vezes ao dia, até a saciedade aparente. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, sendo cinco níveis crescentes de fibra dietética total na dieta, com quatro repetições por tratamento.

4.4. CARACTERIZAÇÕES DOS INGREDIENTES

Os resíduos provenientes das atividades agroindustriais de empresas especializadas na extração de polpas de vegetais, como maracujá, foi submetido a uma caracterização detalhada conforme as diretrizes de Glencross (2020). Esses resíduos, representativos do impacto econômico significativo dos cultivos agrícolas no país, compreendem cascas, bagaços, sementes e partes restantes das polpas.

O teor de fibra dietética total (FDT) foi quantificado utilizando o método 991.43 da AOAC (Association of Official Agricultural Chemists, 1995), empregando o analisador automático de fibra alimentar TDF da Ankom Technology Corporation (tabela 2). A composição bromatológica, que abrange matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra bruta (FB) e extrato não nitrogenado (ENN), foi determinada de acordo com os procedimentos da AOAC (2019). A energia bruta foi avaliada por meio da combustão das amostras em bomba calorimétrica, realizada em laboratório terceirizado. Essa abordagem detalhada visa fornecer uma compreensão abrangente da composição e valor nutricional do resíduo

de maracujá, destacando seu potencial aproveitamento e impacto econômico.

Tabela 2. Composição bromatológica do resíduo do maracujá.

Composição analisada (%MS)	
Matéria seca, %	5,4
Proteína bruta, %	6,3
Extrato etéreo, %	1,7
Matéria mineral, %	6,1
Fibra bruta, %	37,5
Umidade, %	60,2
Fibra dietética total, %	60,2
Energia bruta, kcal/kg	3.643,5
Extrato não nitrogenado, %	48,4

Figura1. Resíduos originários da extração das polpas de frutas



4.5. DIETAS EXPERIMENTAIS

Foram desenvolvidas cinco dietas experimentais com características iseenergéticas (4.186,6 kcal), isoproteicas (31,5%), e isolipídicas (7,02%), cada uma apresentando níveis crescentes de fibra dietética total: 10,2; 13,7; 15,9; 20,9 e 23,5% (conforme Tabela 3). A inclusão progressiva de fibra dietética nas dietas experimentais foi alcançada por meio da adição de resíduo de maracujá, escolhido entre outros resíduos devido à sua porcentagem de fibra solúvel, variando de 18% a 23%. A formulação das dietas ocorreu após a caracterização e determinação das composições bromatológicas de cada resíduo.

Os ingredientes das dietas foram triturados em moinho de martelo (0,8 mm), pesados e separados de acordo com a proporção desejada para cada dieta. Em seguida, os ingredientes foram misturados em um misturador tipo y e peletizados, com adição de 40% de água. Os grânulos resultantes foram secos em uma estufade circulação forçada de ar por 24 horas e posteriormente armazenados em potes plásticos etiquetados, (Figura 2) sendo conservados em câmara fria a -15 °C.

A alimentação foi realizada até a saciedade aparente, distribuída em três refeições diárias (8h, 12h e 16h). A quantidade de ração fornecida foi monitorada diariamente através da pesagem dos recipientes de armazenamento das dietas experimentais.

Figura 2. Ração experimental.



Fonte: autor

Tabela 3. Dietas formuladas e seus níveis de inclusão de fibra dietética.

Dietas experimentais formuladas					
Ingredientes (%)	10,2%	13,7%	15,9%	20,9%	23,5%
Farinha de peixe (60%)	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Farelo de soja	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Glúten de milho (60%)	20,2	19,8	19,4	18,8	18,3
Milho	11,0	11,8	12,5	13,3	13,5
Amido de milho	25,0	20,0	14,3	9,0	4,0
Resíduo de maracujá	1,0	5,8	10,8	15,8	20,6
Óleo	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Fosfato bicálcico	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Premix min/vit ²	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
L-lisina	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Vitamina C ³	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Caulim	5.1	5,0	5.4	5.5	5.9
Total (%)	100%	100%	100%	100%	100%

Tabela 4. Composição Bromatológica.

% Inclusão	10,20%	13,70%	15,90%	20,90%	23,50%
Matéria seca, %	98,4	98,3	99	98,4	98,7
Proteína bruta, %	31,1	30,1	32,5	31,5	32,3
Extrato etéreo, %	7	6,7	7,01	7,12	7,27
Matéria mineral, %	11,3	11,3	12,5	12,7	13,7
Fibra dietética Total, %	10,2	13,7	15,9	20,9	23,5
Fibra bruta, %	8,8	11,9	14,7	18,7	21,3
Energia bruta, kcal/kg	4135	4173	4205,5	4210	4211
Extrato não nitrogenado, %	40,2	38,3	32,3	28,4	24,1

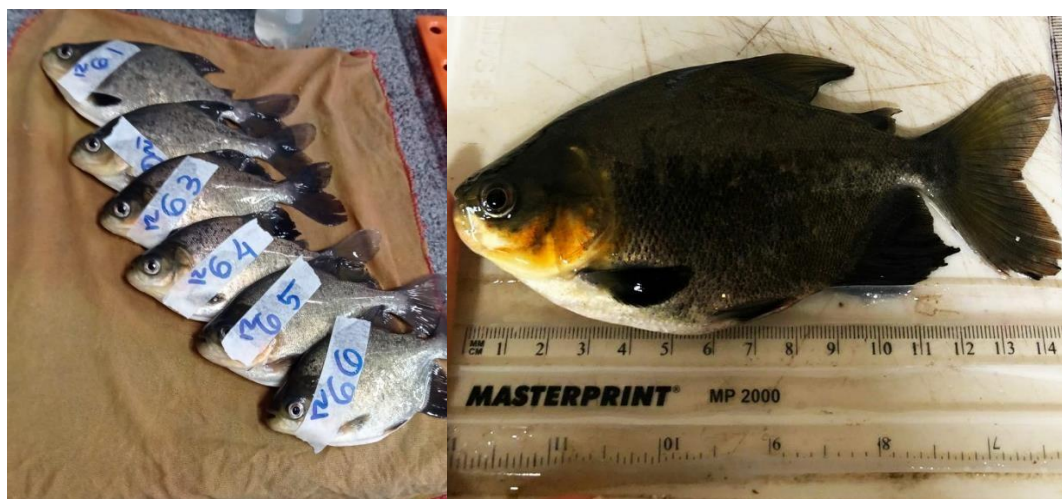
-

4.6. DESEMPENHO PRODUTIVO

Após a aclimação, os peixes foram anestesiados em solução de benzocaína (10 g/L), pesados, medidos e distribuídos (biometria inicial) em caixas de polietileno de 300 L. Cada caixa recebeu um tratamento ao acaso, sendo os peixes alimentados três vezes ao dia, até a saciedade aparente. Aos 60 dias de experimento foi realizada a biometria final (Figura 3) que contabilizou as variáveis de desempenho.

- Consumo diário
- Fator de condição
- Ganho de peso diário
- Ganho de biomassa

Figura 3. Biometrias realizadas.



Fonte: próprio autor.

4.7. DESEMPENHO ECONÔMICO POR QUILO DE RAÇÃO

Os animais foram pesados e medidos individualmente, para mensurar o peso e comprimento total médio e, assim, definir o fator de condição [$FC = P/Ct^b$], em que P é o peso do animal (g), Ct é o comprimento total (cm) e b é estimado pela equação da relação peso/comprimento ($y = ax^b$), após transformação logarítmica e ajuste pelo método dos mínimos quadrados dos dados (RICKER, 1975).

Avaliou-se economicamente o experimento, considerando apenas o custo da alimentação e o custo por quilograma produzido. Os outros fatores geradores de custos não foram objeto de análise. Portanto, no custo da alimentação, considerou-se

o gasto com ração, calculado da seguinte forma: custo da ração $[CR = Qr \times Pr]$, em que Pr é o preço (R\$) do quilograma da ração (SOUZA et al., 2003).

- Custo da ração;
- Custo por kg produzido.

4.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados usando ANOVA de uma via (One-way), e teste de Tukey (5%). Para comparação de médias os dados foram submetidos ao teste de normalidade (teste de shapiro wilk) e homocedasticidade (teste de barlett) das variâncias.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DESEMPENHO PRODUTIVO

Os resultados de desempenho produtivo obtidos no presente estudo estão dispostos na Tabela 4. Não foram encontradas diferenças entre os tratamentos nos parâmetros avaliados.

Tabela 5. Desempenho dos diferentes níveis de inclusão de fibra dietética.

Variáveis	Tratamentos					DP	P-VALUE
	10,2%	13,7%	15,9%	20,9%	23,5%		
CD	1,04±0,06	1,04±0,03	1,00±0,04	0,96±0,13	1,03±0,05	0,003	0,439
FC	0,018±0,00	0,017±0,00	0,017±0,00	0,018±0,00	0,017±0,00	<0,001	0,738
GPD	0,040±0,01	0,040±0,00	0,039±0,00	0,039±0,01	0,040±0,00	<0,001	0,915
GB	769,74±98,12	803,94±44,2 7	766,80±16,6 6	752,64±118, 74	775,14±19,7 9	65,92	0,742

CD = Consumo diário (g); FC = Fator de Condição; GPD = Ganho de Peso Diário (g/dia); GB = Ganho de Biomassa (Kg);

Embora não tenha sido observada melhorias nos resultados de desempenho produtivo a partir da inclusão da fibra alimentar em dietas para tambaqui, seu crescimento não foi prejudicado nem mesmo quando alimentados com alto nível de inclusão do resíduo, demonstrando a possibilidade de fabricação de dietas

sustentáveis para a espécie a partir da reciclagem destes subprodutos que causam uma problemática ambiental durante o descarte. Em contrapartida podemos observar alguns estudos relacionados a inclusão de fibra bruta na dieta, onde podemos observar diferentes resultados.

A busca por fontes alternativas de alimentos para peixes tem revelado resultados promissores no desempenho, podendo ser comparável ou até superior às fontes tradicionais. Estudo envolvendo a substituição do milho pela farinha de manga na alimentação de tilápia do Nilo, mostrou que o desempenho animal não foi prejudicado com a inclusão de 50% de farinha de manga e 23% de proteína bruta na ração (Melo et al., 2012). No entanto, é interessante notar que, ao utilizar-se 100% da farinha de manga com casca na dieta dessa espécie, o desempenho não foi satisfatório (SOUZA et al., 2013).

Outras fontes ricas em carboidratos também têm sido exploradas, como a substituição total do milho pela farinha de crueira de mandioca na alimentação de juvenis de tambaqui (PEREIRA-JÚNIOR et al., 2013). Essa alternativa, que contém aproximadamente 93,7% de carboidratos e 1,7% de proteína bruta (GUIMARÃES et al., 2011), demonstra a diversidade de opções disponíveis. O hábito alimentar das espécies de peixes onívoras e herbívoras pode desempenhar um papel crucial, pois essas espécies podem ter um melhor aproveitamento de carboidratos na dieta em comparação com peixes carnívoros como por exemplo a traíra ou dourado (MCGOOGAN & REIGH, 1996).

Sendo assim, notou-se que diferentes fontes de fibra e seus diversos níveis de inclusão dentro da dieta podem trazer resultados diversos para a produção. Portanto novos estudos devem ser realizados para que assim possa ser solidificado o nível de inclusão de fibra para a dieta dos tambaquis, para que tenha a possibilidade de melhora no desempenho produtivo.

5.2. DESEMPENHO ECONÔMICO POR QUILO DE RAÇÃO

Os resultados de custos com alimentação estão dispostos na Tabela 5. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos para os parâmetros avaliados.

Tabela 6. Custo por quilo nos diferentes níveis de inclusão de fibra dietética.

Variáveis	Tratamentos
-----------	-------------

	10,2%	13,7%	15,9%	20,9%	23,5%	DP	P VALUE
Custo alimentação R\$	2,59±0,14	2,50±0,11	2,47±0,09	2,36±0,34	2,52±0,01	0,368	0,374
Custo/KG produzido R\$	3,38±0,26	3,20±0,09	3,32±0,11	4,04±1,61	3,27±0,05	0,652	0,652

Mesmo não tendo diferença estatística pode-se analisar que as dietas com maior nível de inclusão de fibras dietética total há uma possibilidade de redução de custos mesmo que os valores na dieta experimental seja pouca se ser fabricada para produção em larga escala essa pequena diferença pode se transformar em uma redução de custo bem significativo, levando em conta isso, a inclusão de fibra na dieta pode baratear os custos.

Porém em dietas com 7,5% de inclusão de babaçu houve uma redução de custos, mostrando assim que a inclusão de alimentos alternativos para a alimentação de peixes pode ser um fator para a diminuição de custos da ração produzida (MENDES et al., 2018).

Silva et al. (2017) destacam que a redução de custos na produção de ração é uma consequência do emprego de rações alternativas. sugere, portanto, que esses subprodutos sejam empregados para mitigar os altos custos associados às rações comerciais utilizadas na piscicultura. essa abordagem não apenas busca eficiência econômica, mas também visa minimizar os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado desses coprodutos. o objetivo é atender às exigências nutricionais específicas da espécie em cultivo.

6. CONCLUSÃO

Nas condições do presente, estudo, conclui-se que é viável incorporar até 23,5% de fibra dietética total do resíduo agroindustrial do maracujá, podendo ser uma alternativa sustentável e viável na alimentação de tambaquis (*Colossoma macropomum*).

REFERÊNCIAS

- ARAUJO-LIMA, C.; GOULDING, M. Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. **Embrapa Amazônia Ocidental**, p. 188, 1998.
- ARAÚJO-LIMA, CARM, & Gomes, LC (2005). Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: Baldisserotto, B., & Gomes, LC Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil (pp. 67–104). UFSM, Santa Maria
- CHOCT, M. (1997). Feed non-starch polysaccharides: chemical structures and nutritional significance. **Feed milling international**, 191(1), 13-26.
- DAIRIKI, J. K.; DA SILVA, T. B. A. Revisão de literatura: exigências nutricionais do tambaqui-compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. 2011.
- DE SOUZA CORNÉLIO, JOANA PAULA. O uso de ingredientes alternativos na ração para tambaqui (*Colossoma macropomum*): uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. e291111234587-e291111234587, 2022.
- FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture, 2022**. Towards Blue Transformation. Rome, FAO, 2022.
- FERREIRA, C., SILVA, E., GASPAR, F., & VENEZA, I. (2021). Torta de buriti (*Mauritia flexuosa*) como ingrediente alternativo em rações para jovens de Tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 10(8), 1-8.
- FURUAYA, M., et al. Tabelas brasileiras para nutrição de tilápias. Editor Wilson M. Furuya, Toledo, PR: GFM, 100 p. 2010
- GASCO, L.; ACUTI, G.; BANI, P.; DALLE ZOTTE, A.; DANIELI, P. P.; DE ANGELIS, A.; RONCARATI, A. Insect and fish by-products as sustainable alternatives to conventional animal proteins in animal nutrition. **Italian Journal of Animal Science**, v. 19, n. 1, pp. 360-372, 2020.
- GOMES, L. C., CHIPPARI-GOMES, A. R., LOPES, N. P., ROUBACH, R. & ARAUJO-LIMA, C. A. R. (2001). Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Journal of the World Aquaculture Society**, 32, 426-31.
- GOULART, F. R.; LOVATTO N. M.; KLINGER A. C.; ADORIAN T. J.; MOMBACH P. I.; PIANESSO D.; SILVA L. P. Effect of dietary fiber concentrates on growth performance, intestinal morphology and hepatic metabolic intermediates in catfish (*Rhamdia quelen*). **Brazilian Archive of Veterinary Medicine and Animal Science**, v. 70, pp. 1633-1640, 2018.
- GOULDING, M.; CARVALHO, M. L. Life history and management of the Tambaqui, (*Colossoma macropomum*, *Characidae*): An important Amazonian food fish. **Revista Brasileira Zoologia**, v. 1: pp. 107-133. 1982.

GRESSLER, L. T.; SUTILI, F. J.; LOEBENS, L.; SACCOL, E. M. H.; PÊS, T.S; PARODY, T.V.; COSTA, S.T. Pavanato, M. A., Baldisserotto, B. Histological and antioxidant responses in *Rhamdia quelen* sedated with propofol. **Aquacult. Res.**,47, 2297-2306. 2006.

GUIMARÃES, I.G.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; TACHIBANA, L. E

FERNANDES, R.N. 2011. Digestibilidade do amido e disponibilidade de Ca e P em alimentos energéticos extrusados para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Ciênc Anim Bras*: 415-419.

KNUDSEN, K. B. (2001). The nutritional significance of "dietary fibre" analysis. *Animal feed science and technology*, 90(1-2), 3-20.

KRITCHEVSK, D. Dietary Fiber. *Annual Reviews of nutrition*, 8, 303-328, 1988.

MCGOOGAN, B.B. and REIGH, R.C. 1996. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. *Aquaculture*: 233- 244.

MELO, J.F.B.; SEABRA, A.G.L.; SOUZA, S.A.; SOUZA, R.C. E FIGUEIREDO,

R.A.C.R. 2012. Substituição do farelo de milho pela farinha de manga no desempenho da tilápia-do-nilo. *Arq Bras Med Vet Zootec*, 64: 177-182.

MENDES, Francisco de Assis. "Aproveitamento de resíduos agroindustriais na produção de rações para peixes onívoros." (2018).

MONTAGNE, L; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v. 108, n. 1-4, pp. 95–117, ago 2003.

NAYLOR, R. L.; GOLDBURG, R. J.; PRIMAVERA, J. H.; KAUTSKY, N.;

BEVERIDGE, M. C. M.; CLAY, J.; TROELL, M. Effect of aquaculture on world fish supplies. **Nature**, 2000.

PEREIRA-JÚNIOR, G.P.; PEREIRA, E.M. DE O.; PEREIRA FILHO, M.P.; BARBOSA, P. DE S.; SHIMODA, E. E BRANDÃO, L.V. 2013. Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) alimentados com rações contendo farinha de cruzeira de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) em substituição ao milho (*Zea mays*). *Acta Amazônica*, 43:217-226.

PETERSEN, B.; SNAPP, S. What is sustainable intensification? Views from experts. **Land use policy**, v. 46, pp. 1-10, 2015.

RODRIGUES, Laurindo André. Digestibilidade, desempenho produtivo e parâmetros metabólicos de juvenis de Pacu *Piaractus mesopotamicus* submetidos a níveis crescentes de fibra bruta. 2008. iv, 66 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura, 2008.

SANTOS, E. L.; LUDKE, M. C. M.; BARBOSA, J. M.; RABELLO, C. B. V.; LUDKE, J.V. Digestibilidade aparente do farelo de coco e resíduo de goiaba pela tilápia-do-nilo

(*Oreochromis niloticus*). **Revista Caatinga**, 22 (2): 175-180, 2009.

SANTOS, M.; OISHI, C.; PEREIRA-FILHO, M.; AMARAL, MCL; ONO, E.; AFFONSO, E. (2010). Resposta fisiológica e desempenho de tambaqui alimentado com dietas suplementadas com castanha da Amazônia. *Ciência Rural*, 40 (10), 2181-2185

SCHNEEMAN, B. O. Soluble vs. insoluble fiber: different physiological responses. **Food Technology**, 1987.

SILVA, F. N. L.; MEDEIROS, L. R.; LIMA, A. A. N.; XAVIER, D. T. O.; MACEDO, A. R. G.; REIS, A. A. R.; BRANDÃO, L. V.; SOUZA, R. A. S. Alimentos alternativos da agricultura familiar como proposta em rações para Tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). *PUBVE*. v. 11, n. 2, p. 103-112, 2017b.

SILVA, J. A. M. D.; PEREIRA FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. D. Frutos e sementes consumidos pelo tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), incorporados em rações: digestibilidade e velocidade de trânsito pelo trato gastrointestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, pp. 1815- 1824, 2003.

SOUZA, R.C.; MELO, J.F.B.; NOGUEIRA FILHO, R.M.; CAMPECHE, D.F.B. E FIGUEIREDO, R.A.C.R. 2013. Influência da farinha de manga no crescimento e composição corporal da tilápia do Nilo. *Arch Zootec*, 62: 217-225

SOUZA, Valéria Leão et al. Avaliação do crescimento e do custo da alimentação do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Holmberg, 1887, submetido a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, pp. 19-28, 2003.

STEVENS, J. R.; NEWTON, R. W.; TLUSTY, M.; LITTLE, D. C. The rise of aquaculture by-products: Increasing food production, value, and sustainability through strategic utilisation. **Marine Policy**, v. 90, pp. 115-124, 2018.

TAKAHASHI, L. S., HA, N., PEREIRA, M. M, BILLER-TAKAHASHI, J. D., URBINATI, E. C. Tolerância a carboidratos no peixe frugívoro *Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887. **Aquac Res.**, 2018; 49: 1182-1188.

VALLADÃO, G. M. R.; GALLANI, S. U.; PILARSKI, F. SOUTH American fish for continental aquaculture. **Reviews in Aquaculture**, v. 10, n. 2, pp. 351-369, 2018.

VIDAL JR, Manuel Vazquez et al. Determinação da digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta do fubá de milho e do farelo de soja para tambaqui (*Colossoma macropomum*), utilizando-se técnicas com uso de indicadores internos e externos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 2193-2200, 2004.