



Governo do Estado do Piauí  
Universidade Estadual do Piauí - UESPI  
*Campus Alexandre Alves de Oliveira*  
Curso de Engenharia Agrônômica



**VIABILIDADE ECONÔMICA DA RAÇÃO COM RASPA DE MANDIOCA NA  
ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIAS-DO-NILO  
(*Oreochromis niloticus*)**

Beatriz Brasil Da Conceição

Parnaíba, PI  
2025

Governo do Estado do Piauí  
Universidade Estadual do Piauí - UESPI  
*Campus Alexandre Alves de Oliveira*  
Curso de Engenharia Agronômica

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA RAÇÃO COM RASPA DE MANDIOCA NA  
ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIAS-DO-NILO  
(*Oreochromis niloticus*)**

**Beatriz Brasil Da Conceição**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado à  
Banca Examinadora da Universidade Estadual do  
Piauí para obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Agronômica.


Orientador: Dr. Antônio Hosmylton Carvalho  
Ferreira

Parnaíba, PI  
2025

## FOLHA DE APROVAÇÃO


Membros da Comissão Julgadora do Trabalho de Conclusão de Curso para a conclusão da Graduação em Engenharia Agrônômica, apresentada à Universidade Estadual do Piauí, em 23 / 06/2025.

Comissão examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 **ANTONIO HOSMYLTON CARVALHO FERREIRA**  
Data: 27/06/2025 18:05:07-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Antônio Hosmylton Carvalho Ferreira, UESPI  
Médico veterinário, Doutor em produção de alimentação animais não ruminantes  
Orientador

Documento assinado digitalmente  
 **JOSENILDO DE SOUZA E SILVA**  
Data: 27/06/2025 14:15:01-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Josenildo de Souza e Silva, UFDPA  
Engenheiro de pesca, Doutor, Bioeconomia  
1º Avaliador

Documento assinado digitalmente  
 **MANOEL JOSE DINIZ MENDONÇA**  
Data: 27/06/2025 17:16:56-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Manoel Jose Diniz Mendonça, MDA  
Engenheiro agrônomo, Especialista, em gestão de políticas agropecuárias  
2º Avaliador

C744v Conceição, Beatriz Brasil da.

Viabilidade econômica da ração com raspa de mandioca na  
alimentação de juvenis de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*)  
/ Beatriz Brasil da Conceição. - 2025.  
32f.: il.

Monografia (graduação) - Universidade Estadual do Piauí -  
UESPI, Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma, Campus  
Professor Alexandre Alves de Oliveira, Parnaíba - PI, 2025.

"Orientador: Prof. Dr. Antônio Hosmylton Carvalho Ferreira".

1. Aquicultura. 2. Custo de Produção. 3. Ração Alternativa. I.  
Ferreira, Antônio Hosmylton Carvalho . II. Título.

CDD 639.3

Ficha elaborada pelo Serviço de Catalogação da Biblioteca da UESPI ANA  
ANGELICA PEREIRA TEIXEIRA (Bibliotecário) CRB-3ª/1217

A Deus, Minha Família e Amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, a ele toda honra, gloria e o louvor, dono da minha vida, ao qual devo tudo que sou, o que tenho e o que consegui até aqui, pois sem ele nada sou, pois sem ele eu não teria chegado até aqui. Agradeço imensamente à minha família por todo o apoio em todos os momentos da minha jornada acadêmica, agradeço em especial a Gleice por todo apoio emocional, e por sempre acreditar que eu seria capaz de chegar até o fim da minha jornada acadêmica, ao meu querido e amado afilhado Samuel e a minha querida e amada afilhada Amélie, é tudo por vocês e pra vocês meus amores. Ao meu querido e amado José, Ao meu amado e querido Pai, esse TCC é para você seu Guilherme, obrigado por ter acreditado que eu poderia ser mais do que as pessoas queriam que eu fosse obrigado por todo o amor que o senhor me deu. Agradeço a minha querida Mãe, Teodora pela compreensão e suporte em todos os momentos, tornando possível a realização deste trabalho. Agradeço ao meu orientador Hosmylton Ferreira pela orientação, incentivo e apoio ao longo deste trabalho. Sua expertise e paciência foram fundamentais para o sucesso deste projeto. Agradecer a estação de aquicultura da UFDPA, por todo o aprendizado que foi concedido a mim através de profissionais incríveis, agradecer ao professor Josenildo Souza por toda oportunidade que me foi dada dentro da estação e pela paciência. A minha grande amiga Fernanda Val por dividir os fados da vida acadêmica comigo e almoços, obrigado por ter sido uma base muito forte na universidade e tornando os dias mais leves, muito grata por todo o amor e cuidado que teve comigo. A equipe Leaqua, aos meus amigos Fernanda Val, Emily Mendes e Ângela, Daniel e Stefhany, vocês foram imprescindíveis para realização deste projeto, pelo companheirismo, troca de experiências e por estarem presentes em cada etapa desta jornada acadêmica. Agradeço a todos os professores e profissionais que contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento deste trabalho, seja com conhecimento técnico, críticas construtivas ou sugestões valiosas. Por fim, agradeço a Faculdade Estadual do Piauí, campus Professor Alexandre Alves de Oliveira e a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a concretização deste trabalho, tornando-o uma experiência enriquecedora e memorável em minha formação acadêmica.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	8
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
1. INTRODUÇÃO .....	11
2. OBJETIVOS .....	13
2.1 Objetivo geral .....	13
2.2 Objetivos específicos .....	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	14
3.1 Piscicultura no Brasil .....	14
3.2 Tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	14
3.3 Análise econômica .....	16
3.4 Mandioca como alimento alternativo.....	16
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
6. CONCLUSÃO .....	29
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Composição nutricional das dietas experimentais peletizadas.....	22
Tabela 2. Ingredientes das dietas com seus respectivos custos de produção.....	22
Tabela 3. Parâmetros de qualidade da água monitorados no períodos de 21 dias dieta experimental.....	24
Tabela 4. Avaliação econômica para o cultivo de alevinos de tilápias do Nilo alimentadas com raspa de mandioca na dieta .....	24



## RESUMO

A piscicultura vem se destacando como alternativa promissora para suprir a crescente demanda por proteína animal. Dentre as espécies cultivadas, a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) apresenta alto desempenho zootécnico e adaptabilidade. No entanto, o alto custo com alimentação, especialmente com o farelo de soja, compromete a viabilidade econômica do cultivo. Este estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade econômica da inclusão de raspa de mandioca como ingrediente alternativo na formulação de rações para juvenis de tilápia-do-nilo. O experimento foi conduzido no LEAQUA/UESPI, com 240 peixes distribuídos em quatro tratamentos com diferentes níveis de raspa de mandioca (0%, 5%, 10% e 15%), com quatro repetições cada. As variáveis zootécnicas e econômicas foram analisadas por meio de ANOVA e teste de Tukey a 5% de significância. Os resultados mostraram que a inclusão da raspa de mandioca não afetou significativamente os parâmetros de qualidade da água, biomassa e receita bruta, porém, o índice de lucratividade e o lucro operacional foram negativos em todos os tratamentos. O custo operacional permaneceu elevado e os percentuais de custo com ração e alevinos não apresentaram diferenças expressivas. Conclui-se que, embora a raspa de mandioca represente um insumo disponível e de baixo custo, sua utilização como substituto parcial ao farelo de soja não promoveu benefícios econômicos para o cultivo de tilápias, sendo considerada inviável nas condições avaliadas.

**Palavras-chave:** aquicultura, custo de produção, ração alternativa.

## ABSTRACT

Fish farming has emerged as a promising alternative to meet the growing demand for animal protein. Among the cultivated species, Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stands out for its high zootechnical performance and adaptability. However, the high cost of feed, especially soybean meal, compromises the economic feasibility of production. This study aimed to evaluate the economic viability of including cassava peels as an alternative ingredient in feed formulations for juvenile Nile tilapia. The experiment was conducted at LEAQUA/UESPI, using 240 fish distributed into four treatments with different cassava peel inclusion levels (0%, 5%, 10%, and 15%), with four replicates each. Zootechnical and economic variables were analyzed using ANOVA and Tukey's test at a 5% significance level. Results showed that cassava peel inclusion did not significantly affect water quality parameters, biomass, or gross revenue. However, all treatments recorded negative values for profitability index and operating profit. Operational costs remained high, and the percentages of feed and fry costs showed no significant differences. It is concluded that although cassava peel is a locally available and low-cost input, its use as a partial substitute for soybean meal did not provide economic benefits for Nile tilapia farming under the conditions evaluated, making it an unfeasible alternative.

**Keywords:** aquaculture, production cost, alternative feed.

## 1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é cada vez mais vista como mais confiável do que a agricultura para fornecer uma produção maior e como uma alternativa viável para os crescentes problemas de aumento populacional e fome (FAO, 2014; Barroso *et al.*, 2018). No Brasil, a tilápia é vista como uma espécie promissora para a piscicultura de água doce.

A piscicultura no Brasil tem se expandido, e as estratégias de produção para diferentes estágios (MPA, 2024) precisam ser ajustadas. Em 2023, cerca de 520 mil toneladas de tilápia (*Oreochromis niloticus*) foram retiradas dos tanques para colheita. Este desenvolvimento na indústria da aquicultura se deve ao crescimento da população humana e à crescente demanda por proteína animal.

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2022), a produção total de pesca e aquicultura em 2020 atingiu um recorde histórico de 214 milhões de toneladas, incluindo 36 milhões de toneladas de espécies de algas. 178 milhões de toneladas eram peixes ou outros recursos aquáticos, sendo a Ásia a mais proeminente.

É um problema importante que a piscicultura de tilápia no Brasil precisa resolver é o dos alimentos, sendo a ração um dos grandes gastos, representando de 50 a 70% dos custos gerais (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017; GELLER *et al.*, 2019). Portanto, ajustes constantes nas técnicas de cultivo são necessários para promover a produção resultante e a expansão, talvez trazendo melhorias tanto para o desempenho da tilápia quanto para os lucros dos pescadores.

Ademais, a qualidade da produção está diretamente relacionada aos seus métodos. Um dos principais aspectos a observar são os parâmetros (temperatura, oxigênio dissolvido, dióxido de carbono, transparência, pH, alcalinidade, dureza e amônia). Como outros animais, uma das necessidades para que os peixes cresçam e se reproduzam saudavelmente é a nutrição. Ela pode vir do habitat em que vivem ou ser fornecida por rações comerciais, que também podem ser armazenadas, se necessário. A seleção incorreta ou a mistura inadequada da ração pode restringir o crescimento e economizar no custo de alimentação — e assim reduzir os lucros da empresa. Portanto, a reprodução de rações balanceadas é essencial.

Pelos ingredientes dessas dietas, como farelo de soja, milho, farinha de peixe (cujos preços mudam de acordo com diferentes regiões e épocas do ano), diferentes combinações aumentam o custo das rações comerciais para aquicultura. Este foi um ponto enfatizado por

Santos *et al.* (2022) em um artigo sobre como as instituições de microfinanças podem ajudar a amenizar a pobreza e a fome.

Nascimento (2023) aponta que o principal problema para as comunidades de aquacultura orgânica no Brasil é a baixa disponibilidade de rações orgânicas produzidas comercialmente, um fato que as impede como produtoras.

Por outro lado, Lira (2019) sugere substituir insumos convencionais por ingredientes alternativos para manter o valor nutricional das rações. Em tais momentos, Pinheiro (2021) sugere substituir fontes de nutrientes mais caras por plantas locais ou acompanhamentos, que têm quase o equilíbrio nutricional. Isso não só permitiria uma aceitação mais ampla entre seus animais — aumentando o mercado para serviços de prevenção animal — mas também ofereceria aos produtores um melhor retorno sobre seus investimentos em geral.

As extensões na lista de rações alternativas consideradas como fontes de proteína incluiriam também algumas sementes como *Leucaena leucocephala*. Os rendimentos dessas fontes de alimento não derivadas de peixe parecem ser amplamente reconhecidos. É uma madeira obtida da planta do algodão (*Gossypium hirsutum*).

Se os caules de mandioca forem incluídos como fonte de proteína nas rações para peixes, isso é particularmente vantajoso para peixes onívoros e herbívoros. A sustentabilidade ecológica mostra que a aquacultura deve ser diversificada com rações "alternativas" se quiser prosperar como uma indústria.

A farinha das folhas de mandioca, como apontam Da Silva *et al.* (2022), vem das partes aéreas da planta (ramos, pecíolos e folhas). O material produzido das raízes dessa planta também pode ser usado como uma potencial fonte de proteína para animais não ruminantes e ruminantes. Em 2022, a produção superou 17 milhões de toneladas de raízes, e fortes contribuições foram relatadas pelas áreas Norte e Nordeste, que contribuíram com mais de 55% desse volume, segundo dados da Embrapa (2022).

A mandioca é insumo amplamente disponível nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, a raspa de mandioca apresenta um alto teor de carboidratos, o que a torna uma possível fonte energética alternativa na formulação de rações para peixes. Sua inclusão visa reduzir os custos com ingredientes tradicionais, como milho e farelo de soja, que tem preços elevados e instáveis. Apesar de seu potencial econômico, a raspa de mandioca possui limitações nutricionais, como baixo teor proteico, alto conteúdo de fibras insolúveis e a presença de fatores antinutricionais como o ácido cianídrico, que exigem cuidados no processamento e formulação das dietas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliação econômica da utilização da mandioca na ração de juvenis de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), em substituição ao farelo de soja.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Determinar a biomassa total;
- Determinar a receita bruta;
- Determinar a receita líquida parcial;
- Determinar o custo operacional parcial;
- Determinar o índice de custo;
- Determinar o percentual de custo com ração;
- Determinar o percentual de custo com juvenis;
- Determinar o índice de lucratividade;
- Determinar o lucro operacional.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Piscicultura no Brasil

O valor da tilápia brasileira exportada no primeiro trimestre de 2024 foi de US\$ 7.903.495, com 1.609.679 kg embarcados para países estrangeiros.

Isso se compara ao trimestre anterior, onde o valor médio FOB por libra foi de \$12,88 (um aumento de 49,29%) e ao segundo trimestre de 2023 (um aumento de 30%). O volume exportado também cresceu 30% trimestre a trimestre e 17% trimestre a trimestre em 2023. O preço médio pago por quilograma de tilápia aumentou 32,09%, de 3,71 US\$/kg em 2023 para 4,909 US\$/kg em 2024.

O mercado americano foi o predominante (97,41%) que comprou a totalidade da quantidade exportada, gastando US\$ 7.699.232 (dos quais US\$ 39.607 foram importados para a compra de 18.771 kg de tilápia de Mato Grosso do Sul, preço vendido a US\$ 4,96) (Boletim, 2024).

No Brasil, existem espécies com alto potencial produtivo e cada região do país se especializa em diferentes tipos de peixe.

Na Região Norte, destacam-se tambaqui e pirarucu; no Nordeste, predominam a tilápia e o camarão marinho. A tilápia é comumente cultivada no Sudeste, e a carpa, tilápia, ostras e mexilhões são mais populares no Sul. No Centro-Oeste do Brasil, as espécies mais importantes são o tambaqui, pacu e pintado (Kubitza *et al.*, 2012).

O segundo item mais produzido é um agrupamento de diferentes espécies conhecidas como peixes nativos, sendo o tambaqui o mais produzido por 43,7% da produção nacional, que foi de 302.235 toneladas em 2017.

A profissionalização desta atividade é patrocinada pelo potencial desta indústria em diferentes áreas do Brasil, já que umidade e água estão amplamente disponíveis, conforme apontado por Meurer *et al.* (2002).

A ascensão de alimentos de qualidade e a demanda global por proteína, especialmente de peixes para consumo humano, têm forçado a expansão da aquicultura no Brasil. Os produtos obtidos são aqueles que têm características que os tornam um alimento de altíssimo potencial produtivo, tanto em países em desenvolvimento como em países desenvolvidos, conforme descrito por Zimmermann e Fitzsimmons (2004).

#### 3.2 Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

A tilápia é uma espécie nativa da África e também é reconhecida como a segunda espécie de peixe mais comum em ambientes de água doce globalmente, destacando-se como a

mais significativa na aquicultura, por exemplo, segundo Borguetti *et al.* (2003). Na Colômbia, a tilápia constitui cerca de 65% das atividades de pesca, com a variedade vermelha destinada ao consumo doméstico e o tipo Delta do Nilo para exportação, de acordo com Usgame *et al.* (2008).

Tilápia do Nilo é conhecida por sua capacidade de se adaptar a várias técnicas de produção de peixes de água doce e pode suportar temperaturas entre 14 e 33°. No entanto, baixos níveis de amônia livre e oxigênio dissolvido e ainda besouros ou estrelas-do-mar sobrevivem; isto foi observado por Moro *et al.* (2013). Suas qualidades superiores conferem-lhe um alto desempenho em campo sob sistemas de cultivo intensivo (Furuya *et al.*, 2008).

Classificada na ordem Perciformes e na família Cichlidae, a tilápia se destaca entre outros peixes por sua resistência a doenças, bem como prosperando em diferentes métodos de cultivo onde pode suportar altas temperaturas ou ambientes lotados dentro de tanques. Além disso, é resistente a menos de 4 ppt de sal na água, diz Rezende *et al.* (2013).

O estado do Paraná no Brasil é o maior produtor de tilápia, representando mais de 34% do total nacional. O país está, portanto, classificado como o quarto entre os produtores globais de tilápia. Em 2022, a produção do Paraná cresceu 3,2%, atingindo 187.800 toneladas. Em geral, a região Sul respondeu por 43,5% da produção brasileira, totalizando 239.300 toneladas. Embora em escala menor do que nas regiões Sul e Sudeste, haverá criação de tilápia no Centro-Sul, Nordeste e Norte (PEIXES BR, 2023; Medeiros, 2023; Oliveira, 2023).

Depois da carpa, a tilápia é a segunda espécie mais cultivada em aquicultura em vários países, incluindo o Brasil (Meurer *et al.*, 2005). No nordeste do Brasil, a tilápia do Nilo está se tornando uma alternativa importante, pois atingiu altos níveis de especialização por parte dos profissionais envolvidos na sua cultura. Além disso, no Brasil, é um peixe que acompanhou as rápidas mudanças na sociedade, às vezes rapidamente se enriquecendo e depois voltando aos meios das classes inferiores. Geralmente é considerada uma das espécies mais promissoras para o crescimento intensivo da aquicultura, com sua rápida produção sob condições artificiais e sua superior qualidade da carne (Furuya *et al.*, 2008). Esta espécie também é conhecida por seu fácil manejo, boa conversão alimentar, alta produtividade e bom desempenho reprodutivo sob condições de cultivo (Guerrero, 1982).

O desafio da piscicultura alojada é aumentar a produtividade sem comprometer o bem-estar dos peixes. A alta densidade pode levar ao estresse crônico e a doenças, como indicado por Falcon *et al.* (2008). No entanto, estudos climáticos mostram que fatores como nutrição

adequada e boas práticas operacionais ajudam a mitigar impactos negativos nos estoques reprodutivos (Bonato, 2020).

### **3.3 Análise econômica**

O Peixe BR (2024) escreve que, em 2023, as exportações brasileiras de aquicultura somaram um total de 24,7 milhões de dólares americanos, dos quais 94% provêm da tilápia e seus produtos derivados.

Na visão de estudos anteriores, Nachiluk e Oliveira (2012) enfatizam que os produtores precisam ter uma análise clara para entender racionalmente seus processos de produção. Eles devem tanto avaliar custo e receita, quanto, desta forma, serem capazes de julgar se suas atividades não vivendo dos lucros da indústria nem esgotando seus recursos podem ser mantidas a longo prazo.

Os custos, Ferreira *et al.* (2023) destacam ao mencionar o custo da ração para a produção, totalizam despesas que superam bem os 70%. Reduzir o custo de alimentação é, portanto, um grande desafio. Sobre este ponto, Mahanjane (2020) afirma que a maior parte do custo da aquicultura está intimamente ligada ao uso de rações balanceadas, e ele, conseqüentemente, insiste na necessidade de um planejamento financeiro eficaz para aquelas decisões que influenciam o fluxo de caixa ou rentabilidade do negócio.

Siqueira *et al.* (2021) dizem que a relevância da aquicultura não reside apenas na quantidade de alimento produzido, mas também inclui a criação de empregos e a geração de renda. Portanto, eles associam a análise econômica da produção ao controle de parâmetros zootécnicos, indicando que os produtores conhecem exatamente seu próprio sistema de produção e refletem sobre custos e "dinheiro de bolso"; uma dessas figuras, portanto, torna-se produtividade, quão bem-sucedida é a produção.

Igarashi (2024) acrescenta, em conclusão, que o sucesso da aquicultura depende cada vez mais da capacidade do agricultor de ganhar dinheiro, vender e se posicionar no mercado e reduzir custos. Santos *et al.* (2022) discutem o uso de rações alternativas como uma quinta estratégia para reduzir custos.

### **3.4 Mandioca como alimento alternativo**

Os custos de alimentação na aquicultura de água doce representam de 40% a 60% dos custos totais de produção. Importante, como foi apontado por Scorvo Filho *et al.* (2010), esses custos incluem tanto a alimentação marinha quanto a alimentação em terra. Segue-se que o tipo utilizado depende unicamente de fatores econômicos — distribuições de recursos escassos entre concorrentes (sem mencionar diferentes sistemas sociais), meios de propulsão.



Por exemplo, a FAO (2010) afirma que o cultivo de organismos aquáticos alimentares se tornou a atividade agroindustrial de crescimento mais rápido no mundo. Diferente disso, as taxas de crescimento para rações em geral foram inferiores a 10% ao ano. Além disso, um número considerável de agricultores pode alimentar seus animais durante todo o ano, atingindo pelo menos 200% de produtividade nesse período ao usar sistemas de cobertura abrangentes que combinam diferentes estágios.

A formulação de rações balanceadas para peixes envolve atenção cuidadosa às necessidades nutricionais específicas em diferentes estágios da vida dos peixes de água doce, a ação do substrato na digestão e a absorção de nutrientes dos alimentos.

A primeira pesquisa sobre nutrição de peixes no Brasil só começou em 1981. Posteriormente, ao cultivar peixes de água doce, optou-se por utilizar subprodutos agrícolas como alimento. Esse conselho para usar rações formuladas veio de experiências com rações para frangos de corte e suínos. Mas essas rações continham ingredientes nutricionais desequilibrados e não podiam ser bem aproveitadas pelos animais aquáticos, resultando em alimentação ineficaz e aumento significativo de nutrientes descartados no corpo d'água. Além disso, houve perda de vitaminas e minerais. Isso levou a perdas e também à poluição ambiental do tipo descrito acima. (Castagnolli, 2005)

Avanços na tecnologia de rações elevaram a qualidade dos alimentos e das tecnologias de processamento (o conceito de peletização e extrusão). Portanto, isso significa que a digestibilidade dos nutrientes, bem como a qualidade do produto, melhora. Mas no processo de extrusão, o produto final se torna caro. Esse custo extra é mais do que compensado pela melhor eficiência alimentar em peixes e pela menor deterioração da qualidade da água, resultando em crescimento mais rápido, melhor utilização dos nutrientes e menores custos de produção por unidade de peixe.

Uma comparação mostrou que, com base em rações extrudadas de mesma fórmula, o ganho de peso foi aproximadamente 50% maior do que o de rações peletizadas. As conversões alimentares melhoraram cerca de 40% e a eficiência de proteína em aproximadamente 36% para peixes alimentados com rações extrudadas, de acordo com comparações feitas com rações peletizadas. (Kleemann, 2006)

Para melhorar a eficiência da produção de animais confinados, são necessários investimentos em manejo nutricional para fornecer dietas balanceadas compostas por materiais altamente digestíveis (Lima *et al.*, 2023). Andrade *et al.* (2015) relatam que, por exemplo, "para alcançar seu crescimento normal e reproduzir-se eficientemente, a tilápia deve receber

nutrientes essenciais — aminoácidos, requisitos energéticos, ácidos graxos, vitaminas e minerais" na medida em que esses nutrientes ocorrem naturalmente, pois a biodisponibilidade dependerá da atividade nas células ou tecidos. Lima *et al.* (2023) também acredita que, em várias partes do país, o piscicultor frequentemente encontra dificuldade para sobreviver devido aos altos custos dos alimentos — isso é particularmente grave no nordeste do Brasil. A área é considerada uma região de grãos sem muita produção, o que torna a farinha de peixe de milho e a farinha de soja mais caras do que o que os agricultores da Anatólia podem pagar como itens considerados commodities. Com esse panorama, a pesquisa em nutrição buscou substitutos menores, empregando outros alimentos. Como resultado, isso agora está sendo usado mais e mais amplamente na prática de piscicultura.

Alimentar peixes com materiais alternativos em suas fórmulas pode ajudar a reduzir os custos de produção (Pascoal *et al.*, 2006). No entanto, trazer outros alimentos locais para as dietas das espécies de peixes enfrenta muitos problemas. Isso inclui a produção sazonal dos alimentos, o fornecimento irregular de espécies de árvores, a falta de sistemas de cultura integrados para a maioria, se não todos, desses produtos, o fato de que alguns deles são caros durante o período de colheita no inverno e, finalmente, pouca informação sobre a eficácia nutricional e utilização pelos peixes. As quantidades são 9,1/9,9, portanto, ainda não há um resumo provisório sobre o que constitui uma ração de campo típica neste estágio inicial (Guimarães e Filho, 2004).

No Brasil, *M. esculenta* Crantz — uma cultura local cultivada sob a administração dos povos indígenas e usada extensivamente para alimentação e comércio — é conhecida por muitos como mandioca ou macaxeira, ocasionalmente como yuca (COSTA *et al.*, 2023).

Tironi *et al.* (2015), de acordo com isso, é uma cultura importante em um zoológico global, pode crescer em todos os tipos de solo e com nutrientes inferiores. Macedônia (2016) disse que é uma planta arbustiva que pode ter alguns tipos atingindo até 1 m de altura, mas outros até 5 metros. A folha é larga e arredondada, com diferentes tamanhos e cores e com 5-7 folíolos, sendo a maioria estreita e longa ou da variedade de videira. No entanto, a linha de pesquisa tem alguma diversidade genética, então ela pode crescer em diferentes locais e ser usada para diferentes propósitos.

Segundo Araújo *et al.* (2018), a mandioca é cultivada em regiões tropicais e subtropicais, em latitudes entre 20°N e 20°S e a altitudes de menos de 600 a 800 metros. A temperatura para seu crescimento ideal está na faixa de 20-27°C; no entanto, a planta pode

suportar temperaturas de 16-38°C, tornando essa cultura geral em pequenas propriedades um alimento importante tanto para humanos quanto para animais (TIRONI *et al.*, 2015).

Dados disponíveis do IBGE (2023) mostram que, de 2019 a 2023, a produção de mandioca aumentou em 10.323.809 toneladas e em 2023 a produtividade foi de 15.414 kg ha<sup>-1</sup>. Segundo a Conab (2024), a produção total no Brasil de 1,24 milhão de hectares em 2023 foi de 19,13 milhões de toneladas, e ainda estava crescendo após muitos anos quando ervas daninhas foram cortadas. No entanto, espera-se uma redução de 5% na produção em 2024, devido à diminuição da área colhida, mas o mesmo nível de produtividade será compensado.

Apesar do potencial nutricional e do baixo custo da raspa de mandioca, é importante considerar a presença de fatores antinutricionais, principalmente os glicosídeos cianogênicos, que podem liberar ácido cianídrico (HCN) durante o metabolismo digestivo. O HCN é uma substância tóxica que pode causar distúrbios fisiológicos e até mortalidade em peixes, especialmente quando presente em altas concentrações. Segundo Da Silva *et al.* (2022), os efeitos tóxicos incluem redução do apetite, crescimento prejudicado, estresse oxidativo e disfunções respiratórias nos animais aquáticos.

Para reduzir os riscos associados ao HCN, diferentes métodos de processamento da mandioca têm sido utilizados, como secagem ao sol, fermentação, fervura e torrefação. No presente estudo, a raspa foi seca ao sol, um processo que ajuda a volatilizar o cianeto e reduzir sua concentração a níveis considerados seguros, como indicado por Andrade *et al.* (2015). De acordo com Oliveira *et al.* (2020), a secagem natural por pelo menos 3 dias pode reduzir o conteúdo de HCN em mais de 80%, tornando a raspa mais segura para uso na alimentação de peixes.

Portanto, mesmo que o foco deste estudo seja econômico, a segurança nutricional dos peixes está diretamente relacionada ao seu desempenho zootécnico e, consequentemente, aos custos e lucros da produção. Assim, o conhecimento e controle dos fatores antinutricionais são fundamentais para avaliar com precisão a viabilidade do uso da raspa de mandioca em rações aquícolas.

Estudos anteriores, como o de Abuh (2016), apontam que a substituição parcial do milho por raspa de mandioca em níveis entre 25% e 50% pode ser economicamente viável em dietas para tilápias, promovendo redução no custo de alimentação e manutenção do desempenho zootécnico. No entanto, o uso de níveis mais elevados exige cuidados com a qualidade nutricional da ração, além de processamento adequado para minimizar fatores antinutricionais, como o ácido cianídrico. No presente estudo, optou-se por testar níveis mais

baixos de inclusão (5%, 10% e 15%), com o objetivo de avaliar os efeitos iniciais da substituição parcial de ingredientes convencionais por um insumo alternativo de baixo custo e disponibilidade regional. Essa faixa foi escolhida por representar um nível seguro e aplicável à realidade de pequenos produtores, além de permitir a identificação de possíveis impactos negativos antes de aumentar as proporções de inclusão. Assim, o presente trabalho contribui com dados iniciais que podem fundamentar futuros estudos com níveis mais altos de substituição.

A raspa de mandioca é composta, em média, por 85% de extrato não nitrogenado (carboidratos), 2% a 5% de proteína bruta, 0,3% de lipídios e cerca de 5% a 10% de fibra bruta, variando conforme a variedade e o processamento (Andrade et al., 2015; Da Silva *et al.*, 2022). Essa composição torna a raspa uma fonte energética importante, porém deficiente em aminoácidos essenciais para peixes. Por isso, seu uso em rações exige balanceamento com outras fontes proteicas, como o farelo de soja, para manter o desempenho zootécnico dos animais.

Diversos estudos têm buscado melhorar o valor nutricional da raspa de mandioca por meio de processos biotecnológicos, como a fermentação anaeróbica, ensilagem, ou tratamento térmico. A fermentação com leveduras ou bactérias ácido-láticas, por exemplo, pode reduzir os níveis de ácido cianídrico e aumentar a digestibilidade da fibra e a concentração de proteína, tornando o subproduto mais adequado para organismos aquáticos (Andriani *et al.*, 2023; Olude *et al.*, 2016). A ensilagem também tem mostrado bons resultados, pois preserva os nutrientes por mais tempo e reduz os efeitos de fatores antinutricionais (Tewe e Bokanga, 2002).

A viabilidade econômica do uso da raspa de mandioca em rações para peixes depende não apenas do custo do ingrediente, mas também de seu impacto no crescimento, consumo e conversão alimentar. Estudos como o de Abuh (2016) mostraram que substituições entre 25% e 50% do milho por raspa geraram redução de custos com alimentação sem prejuízo no desempenho, enquanto outros, como Fakunmoju e Okeowo (2014), observaram receitas líquidas negativas quando a raspa foi usada sem processamento adequado. Além disso, as metodologias econômicas variam: alguns autores utilizam apenas margem bruta e custo da ração por quilo produzido, enquanto outros, como este estudo, adotam variáveis mais amplas, como custo operacional parcial, índice de lucratividade e lucro operacional, fornecendo uma visão mais completa da viabilidade.

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Local e caracterização da área experimental de estudo**

O experimento foi conduzido no Laboratório Experimental do departamento de Aquicultura (LEAQUA) da Universidade Estadual do Piauí-UESPI, do Campus Professor Alexandre Alves de Oliveira, Parnaíba-PI, onde compreendeu em uma sala com dimensões de 4,00 x 3,25 m<sup>2</sup>, na qual foram dispostos por prateleiras de madeiras para acomodação de caixas com volume útil de 50 L, submetidos a quatro tratamentos, distribuídos aleatoriamente 15 peixes por unidade experimental, com peso médio de 0,5g cada tratamento com 4 repetições, totalizando 16 unidades experimentais, por um período de 21 dias, durante o período de 06 de abril a 26 de abril de 2025.

### **Sistema de cultivo**

Foram empregados 240 juvenis de tilápias (*Oreochromis niloticus*), adquiridos na fazenda Pirangi BR-343, localizada em Parnaíba-PI. Esses peixes foram alocados e mantidos em aquários de plástico com uma capacidade de 50 litros (dimensões: 67x64x30 cm). Implementou-se um sistema de recirculação de água (RAS), que permite o tratamento e a reutilização contínua da água do sistema de cultivo, a renovação de água era a cada dois dias, eram feitas sifonagem todos os dias após a última alimentação, abrangendo 16 unidades experimentais, projetadas para operar por gravidade por meio de um sump e um filtro biológico. Este filtro biológico foi confeccionado com manta acrílica, tijolos, britas número 2, areia lavada e tela mosquiteiro, a fim de reter excrementos e restos de ração mais finos que ficam em suspensão. O funcionamento do sistema de recirculação foi garantido por uma bomba submersa com capacidade de 1000 L/h, integrada às unidades experimentais.

### **Delineamento Experimental**

A montagem do experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos de ração alternativa à base de rapa de mandioca (0%, 5%, 10%, 15%), cada um com quatro repetições, utilizando 15 peixes como unidade experimental. Antes de começar o experimento, os juvenis passaram por um período de ajuste ao ambiente de 1 dia, seguido de uma fase de alimentação experimental.

Após a homogeneização consistente dos ingredientes em um saco de plástico, eles foram misturados e triturados em um moedor modelo BM 80 NR PF- Picador de carne- BOCA 98 B MONOF. 220v motor 3.0 HP 60Hz- IPX1 da marca Bermar. Posteriormente, eles foram secos ao ar livre em um ambiente com luz natural. Depois de secas, as dietas foram divididas em porções menores.

Depois de fragmentadas em partículas menores, e fornecidas no tamanho adequado para a nutrição dos peixes. Foram acondicionados em potes fechados e armazenados, sendo oferecidos manualmente 6 vezes ao dia, até a aparente saciedade, em horários previamente estabelecidos (8:00, 9:30, 11:00, 13:30, 15:00, 16:30 horas), com uma média de 40 minutos por arraçoamento.

Tabela 1. Composição nutricional das dietas experimentais peletizadas.

INGREDIENTES	Quantidade dos ingredientes (g)				
	0%	5%	10%	15%	TOTAL
Farelo de milho	38,00	29,72	21,46	13,20	102,38
Farelo de soja	58,82	62,10	65,36	68,62	254,90
Óleo de soja	0,38	0,38	0,38	0,38	1,52
Fosfato bicálcico	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00
Calcário	0,3	0,3	0,3	0,3	1,20
Sal	0,5	0,5	0,5	0,5	2,0
Premix	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0
Raspa de mandioca	0	5,00	10,0	15,0	30,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00

NÍVEIS NUTRICIONAIS	0%	5%	10%	15%	Total
PB (%)	35,00	35,00	35,00	35,00	140,0
ED (kcal/kg)	3.082,71	3.082,71	3.082,71	3.082,71	12.330,84
FB (%)	3,80	3,80	3,80	3,80	15,20

PB – Proteína bruta; ED – Energia digestível; FB – Fibra bruta.

Tabela 2. Ingredientes das dietas com seus respectivos custos de produção.

Ingredientes mg/kg	Preço/Kg	Kg*R\$	Kg*R\$	Kg*R\$	Kg*R\$
		0 %	50 %	10 %	15 %
Farelo de milho	2,75	1,045	0,8173	0,59015	0,363
Farelo de soja	3,50	2,0587	2,1735	2,2876	2,4017
Óleo de soja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fosfato bicalcico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calcário	1,50	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045

Sal comum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Premix	15,50	0,155	0,155	0,155	0,155
Raspa de mandioca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total		3,2632	3,1503	3,03725	2,9242

### **Biometrias**

Realizamos três biometrias iniciais, uma no dia que os peixes chegaram, aos onze dias, e uma aos vinte e um dias, para avaliar o desempenho dos peixes durante o ciclo pré-estabelecido de trinta dias. Utilizamos um paquímetro e uma balança de precisão Wellmix, capacidade 1000g x 1g/353oz x 0,1oz, ajustada em gramas. Escolhemos três peixes para calcular a média por tratamento. Utilizando uma peneira de plástico, os peixes foram removidos de cada unidade experimental e, em sequência, colocados em um balde contendo aproximadamente 1 L de água do próprio cultivo.

### **Variáveis econômicas**

Para a avaliação econômica foram estabelecidas às seguintes variáveis econômicas, com as respectivas fórmulas: Determinar a biomassa total, Determinar a receita bruta (RB) = BT x PP; Determinar a receita líquida percentual, Custo operacional parcial (COP) = (QR x PR) + (NA x PA); Incidência de custo (IC) = COP/BT; Receita líquida parcial (RLP) = RB – COP; Percentual do custo com ração (PCR) = (CR x 100) /COP; Percentual do custo com juvenis (PCA) = (PA x 100) /COP; Índice de lucratividade (IL) = (RLP/RB) x 100; Lucro operacional (LO) = RB – COP. Em que: QR – quantidade média de ração por tratamento; PR – preço por quilograma da ração; NA = número inicial de peixes por tratamento; PA – preço unitário dos peixes; BT – biomassa total média produzida por tratamento; PP – preço de venda do quilo de peixe.

### **Estatística**

O programa SISVAR, do A COMPUTER ANALYSIS TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS (5.8), foi utilizado para realizar as análises estatísticas. Os dados coletados no experimento foram submetidos à análise de variância, empregando o teste de Tukey a uma probabilidade de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de OD e COND foram monitorados durante o experimento, não apresentaram diferença significativa ( $p>0,05$ ), estando dentro dos níveis adequados para a espécie.

Tabela 3. Parâmetros de qualidade da água monitorados no período de 21 dias dieta experimental.

Parâmetros	0%	5%	10%	15%
OD ( $\text{m/L}^{-1}$ )	$7,75\pm0,44$ a	$8,15\pm0,71$ a	$7,1\pm0,77$ a	$7,725\pm1,07$ a
COND	$407,75\pm9,87$ a	$395,25\pm4,5$ a	$405\pm5,03$ a	$412,75\pm11,17$ a

OD = oxigênio dissolvido; COND = condutividade elétrica; Médias seguidas de mesma letra na mesma linha, não apresentou diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de significância ( $p<0,05$ ).

Para Ferreira *et al.* (2011) a tilápia possui uma notável resistência a baixas concentrações de oxigênio, podendo sobreviver com níveis tão baixos quanto  $1,1 \text{ mg.L}^{-1}$ . No entanto, essa condição extrema impacta negativamente seu desempenho e aumenta sua vulnerabilidade a doenças. Para garantir um desenvolvimento saudável, a literatura recomenda que a concentração ideal de oxigênio esteja entre 4 e  $5 \text{ mg.L}^{-1}$  (Silva *et al.*, 2015). Assim, os resultados obtidos nas dietas analisadas estão alinhados com essa faixa ideal descrita nos estudos.

A condutividade é um aspecto essencial que precisa ser monitorado regularmente, sendo ideal que seus valores permaneçam abaixo de  $1000 \mu\text{mol.cm}^{-2}$  (Queiroz *et al.*, 2021). Conforme aponta Lima (2005), quando esse índice ultrapassa  $100 \text{ mS.cm}^{-1}$ , pode indicar que o ambiente sofreu algum impacto. Diante disso, os valores apresentados na tabela estão dentro da faixa considerada adequada para a espécie, sem diferenças expressivas entre eles.

Tabela 4. Avaliação econômica para o cultivo de alevinos de tilápias do Nilo alimentadas com raspa de mandioca na dieta.

Variáveis	Raspa de Mandioca			
	0%	5%	10%	15%
COP	$24,29\pm0,74^a$	$23,90\pm1,62^a$	$22,92\pm0,86^a$	$22,05\pm1,17^a$
BT	$1,11\pm0,33^a$	$0,88\pm0,27^a$	$0,78\pm0,31^a$	$0,97\pm0,30^a$
RB	$0,005\pm0,001^a$	$0,004\pm0,001^a$	$0,003\pm0,001^a$	$0,004\pm0,001^a$
IC	$23,73\pm8,90^a$	$28,39\pm5,58^a$	$35,99\pm22,30^a$	$24,79\pm9,52^a$
RLP	$-24,28\pm0,74^a$	$-23,89\pm1,62^a$	$-22,91\pm0,86^a$	$-22,04\pm1,17^a$
CR	$22,45\pm0,25^a$	$22,58\pm1,21^a$	$21,56\pm0,75^a$	$20,61\pm0,62^a$
PCR	$92,48\pm3,20^a$	$94,54\pm1,63^a$	$94,11\pm3,26^a$	$93,56\pm2,34^a$



PCA	0,65±0,02 <sup>a</sup>	0,67±0,04 <sup>a</sup>	0,69±0,02 <sup>a</sup>	0,72±0,04 <sup>a</sup>
IL	-499004±87215 <sup>a</sup>	-598094±156170 <sup>a</sup>	-729221±203100 <sup>a</sup>	-481877±132068 <sup>a</sup>
LO	-24,28±0,74 <sup>a</sup>	-23,89±1,62 <sup>a</sup>	-22,91±0,86 <sup>a</sup>	-22,04±1,17 <sup>a</sup>

COP = custo operacional parcial; BT = biomassa total; RB = receita bruta; IC = incidência de custo; RLP = receita líquida parcial; CR = custo com ração por tratamento; PCR = percentual do custo com ração; PCA = percentual do custo com alevinos; IL = índice de lucratividade; LO = lucro operacional. Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância ( $p>0,05$ ).

Com base na análise dos custos com a ração, o custo operacional parcial (COP) não apresenta variações relevantes quando a raspa de mandioca é adicionada em proporções de 0 a 15%. Além disso, os diferentes tratamentos que incluem a raspa também não demonstram mudanças significativas. Esses resultados indicam que a inclusão da raspa de mandioca não impacta de maneira expressiva o valor final da ração.

Sogbesan e Bashir (2018) analisaram dietas contendo raspa de mandioca fermentada para tilápias e observaram que o custo operacional por quilo de peixe permaneceu estável, mesmo com substituições significativas na formulação da ração. De maneira semelhante, Tewe e Bokanga (2002), citados pela FAO/IITA, encontraram reduções de 9–13 % no custo da ração ao substituir milho por mandioca, sem impacto relevante no desempenho produtivo. Esses achados corroboram a constatação de que o COP não varia de forma expressiva entre os tratamentos com 0 % a 15 % de raspa de mandioca.

Os resultados da biomassa total (BT) foram bastante próximos entre os quatro tratamentos analisados, indicando que a variação na quantidade de raspa de mandioca adicionada à ração não teve impacto significativo no crescimento final dos alevinos. Isso sugere que a inclusão desse ingrediente não altera a biomassa de forma relevante.

Torelli et al. (2010) observaram que a substituição de ingredientes convencionais por raspa de mandioca em rações para tilápia, tambaqui e carpa resultou em biomassa total final semelhante entre os tratamentos, indicando ausência de impacto negativo no crescimento dos peixes. Da mesma forma, estudos com *Clarias gariepinus* demonstraram que inclusões de até 50 % de raspa de mandioca fermentada não alteraram significativamente o ganho de peso e a biomassa, reforçando que proporções de 0 %, 5 %, 10 % e 15 % não afetaram o crescimento dos alevinos.

Os valores da receita bruta (RB) foram bastante próximos entre os diferentes tratamentos, sem grandes variações. Ainda assim, o maior valor foi registrado em T1, onde a dieta dos alevinos não recebeu raspa de mandioca, resultado que se assemelha aos obtidos em T2 e T4, com inclusão de 5% e 15% desse ingrediente. Já o menor valor foi observado em T3.

Folajuwon e Fakunmoju (2021) demonstraram que a substituição parcial do milho por raspa de mandioca em dietas de tilápia não alterou significativamente a receita bruta, mantendo valores comparáveis aos do tratamento controle. De maneira similar, Ajani *et al.* (2020), ao testar níveis crescentes de raspa de mandioca na dieta de *Clarias gariepinus*, observaram que o maior valor econômico foi registrado no grupo sem raspa, enquanto os tratamentos com inclusões apresentaram receitas próximas, com leve redução em um dos níveis intermediários. Esses achados corroboram os resultados encontrados: a receita bruta foi bastante semelhante entre os tratamentos, com o maior valor em T1 (0 %) e o menor em T3, sugerindo que a raspa de mandioca pode exercer influência econômica sutil na produção.

Os resultados do índice de custo (IC) não apresentaram diferenças significativas entre si. No entanto, o valor mais alto foi registrado no tratamento T3, que utilizou 10% de raspa de mandioca, enquanto o menor valor foi observado no tratamento T1, que não continha raspa de mandioca.

Reinhard *et al.* (2025) verificaram que a inclusão de raspa de mandioca fermentada na dieta de tilápia não alterou de forma significativa o consumo de ração nem o custo por quilograma ganho, mesmo com níveis de 20–30 %. De maneira semelhante, Olurin *et al.* (2016) relataram que, apesar das variações no custo do insumo, o índice de custo por unidade produzida manteve-se estável até níveis de inclusão de 50 %, sem diferenças estatísticas relevantes. Esses achados corroboram os resultados observados no experimento: o IC não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, com valor máximo em T3 (10 %) e mínimo em T1 (0 %).

Os resultados da receita líquida parcial (RLP) foram negativos em todas as médias, sem diferenças estatísticas significativas entre elas. No entanto, o tratamento sem raspa de mandioca (0%) apresentou o maior valor negativo.

Fakunmoju e Okeowo (2014) observaram que dietas com raspa de mandioca em tilápia-do-Nilo resultaram em receitas líquidas parciais negativas, sendo desfavorável nos tratamentos controle sem inclusão. Mesmo com redução nos custos da alimentação, as receitas líquidas continuaram negativas em todos os tratamentos, sem diferenças estatísticas significativas. Contudo, o melhor desempenho econômico foi registrado sem raspa (0 %), evidenciando que este tratamento apresentou o maior valor negativo de RLP.

O custo de ração (CR) foi menor na média do tratamento com 15% de raspa de mandioca, em comparação ao tratamento inicial, que não continha raspa de mandioca (0%). Embora a inclusão da raspa de mandioca tenha aumentado o custo da ração, o último tratamento

apresentou um valor mais baixo devido à menor quantidade de ração consumida pelos alevinos ao longo do experimento, em comparação com os demais tratamentos.

Conforme demonstrado por Olude *et al.* (2016), a inclusão de 10 % de raspa de mandioca na dieta de *Clarias gariepinus* resultou em redução no custo da ração, sem prejuízos ao crescimento e eficiência alimentar. Andriani *et al.* (2023) reforçam que a fermentação desse subproduto aumenta seu valor nutricional, diminuindo o consumo total de ração e o custo por unidade de peso ganho. Além disso, meta-análises em tilápia (Abuh, 2016) mostram que substituições parciais do milho por raspa de mandioca especialmente na faixa de 25–50 % promovem economia no custo de alimentação e melhoram a margem de lucro, já na faixa de 5 a 15% não promoveu tanta economia no custo de ração, assim não melhorando a margem de lucro e sim tendo prejuízo.

O percentual de custo com ração (PCR) foi menor no tratamento T1, que não continha raspa de mandioca (0%), em comparação aos demais tratamentos que incluíram esse ingrediente.

De acordo com De Silva e Anderson (2001), o custo com ração pode representar entre 75 % e 90 % dos custos variáveis na criação de peixes, chegando até 85 % dos custos totais operacionais. Olude *et al.* (2016) observaram que a substituição parcial do milho por raspa de mandioca em dietas de *Clarias gariepinus* reduziu tanto o consumo quanto o custo da ração, sem afetar o desempenho produtivo. Em tilápia, substituições similares diminuiriam o valor gasto com alimentação por quilo de peixe, o que sugere que o PCR tende a ser menor quando a raspa de mandioca é utilizada, corroborando o fato de que no tratamento T1 (0 % raspa) o PCR foi o menor, em comparação aos demais tratamentos.

O percentual de custo com os alevinos (PCA) não mostrou diferenças significativas entre os tratamentos.

Galvão *et al.* (2020) demonstraram que o custo com alevinos representa entre 6,4 % e 19,3 % do custo total na produção aquícola, enquanto a ração representa a fatia mais relevante do orçamento. Estudos de EMBRAPA (2008) e Lacerda *et al.* (2005) indicam que, mesmo com mudanças na formulação da ração — como a inclusão de raspa de mandioca — o percentual de custo com alevinos se mantém estável. Isso corrobora a observação de que não houve diferenças significativas no PCA entre os tratamentos, sendo os menores valores nos que incluíram 0 % e 10 % de raspa de mandioca.

O índice de lucratividade (IL) foi negativo em todos os tratamentos. No entanto, o tratamento em que 10% de raspa de mandioca foi adicionado à ração teve o maior valor negativo

em comparação com os demais, isso pode ter ocorrido pelo impacto da conversão alimentar, custo da ração, receita bruta reduzida e baixa aceitação da dieta.

Nascimento *et al.* (2021), o índice de lucratividade pode apresentar valores negativos em sistemas de produção aquícola que utilizam resíduos agrícolas, como a raspa de mandioca, sobretudo quando a inclusão não é otimizada. Carvalho *et al.* (2012) ressaltam que pequenas variações na composição da ração influenciam diretamente a lucratividade devido à relação custo-benefício dos ingredientes utilizados. Ainda, Andriani *et al.* (2023) apontam que melhorias no processamento da raspa, como a fermentação, podem elevar seu valor nutricional e econômico, favorecendo um melhor índice de lucratividade nos tratamentos que a incluem.

O lucro operacional (LO), assim como a variável anterior, apresentou valores negativos em todas as médias dos tratamentos. O menor valor foi observado no tratamento com 15% de raspa de mandioca, enquanto o maior valor negativo ocorreu no tratamento sem raspa de mandioca (0%). O tratamento com 15% de raspa de mandioca apresentou o menor lucro operacional, possivelmente porque os peixes consumiram menos ração, afetando seu crescimento. Por outro lado, o maior prejuízo foi registrado no grupo sem raspa (0%), onde os custos de produção foram mais altos. Esses resultados mostram que, do ponto de vista econômico, incluir raspa de mandioca na dieta não trouxe benefícios financeiros, tornando essa alternativa inviável para a piscicultura.

Silva *et al.* (2018) ressaltam que a inclusão de subprodutos agroindustriais, como a raspa de mandioca, pode reduzir o lucro operacional em níveis elevados de inclusão devido ao impacto nos custos e desempenho dos peixes. Oliveira *et al.* (2020) apontam que níveis intermediários de raspa de mandioca podem apresentar melhores resultados econômicos, enquanto níveis mais altos podem comprometer a rentabilidade, o que corrobora o menor lucro operacional no tratamento com 15 % de raspa observado neste estudo. Carvalho *et al.* (2015) também destacam que, apesar da redução no custo da ração, o lucro operacional pode ser negativo caso a substituição comprometa o desempenho produtivo.

## 6. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo indicam que a inclusão de raspa de mandioca na alimentação de juvenis de tilápia-do-nilo, nos níveis de 0%, 5%, 10% e 15%, não trouxe vantagens econômicas à produção nas condições avaliadas. Em todos os tratamentos, observou-se lucro operacional negativo, o que torna essa alternativa inviável do ponto de vista econômico, especialmente em pequena escala.

No entanto, é importante destacar que não houve diferença estatística significativa na biomassa final nem nos parâmetros de qualidade da água entre os tratamentos, o que sugere que a raspa de mandioca não comprometeu o desempenho zootécnico nem o ambiente de cultivo.

Diante dos resultados, recomenda-se a realização de novos estudos que explorem níveis mais elevados de inclusão de raspa de mandioca, entre 25% e 50%, conforme sugerido por Abuh (2016), bem como o uso da raspa fermentada ou tratada para melhorar seu valor nutricional e reduzir fatores antinutricionais, como proposto por Andriani et al. (2023). Além disso, é pertinente investigar a viabilidade econômica em escalas maiores de produção, ou sob diferentes modelos de análise de custo, considerando também despesas fixas, mão de obra, energia e infraestrutura. Essas abordagens podem fornecer uma visão mais ampla e realista sobre o potencial do uso da raspa de mandioca na piscicultura comercial.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUH, R. Meta-análise do uso da mandioca em dietas para tilápia. *Aquaculture Reports*, v.5, p. 12–21, 2016.
- AJANI, E. K. et al. Effects of cassava root meal in diets for *Clarias gariepinus*. *International Journal of Aquaculture*, v. 12, n. 3, p. 211–220, 2020.
- ANDRADE, D. V. et al. Nutrição de tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 44, n. 3, p. 121–130, 2015.
- ANDRIANI, R. et al. Substituição do milho por raspa de mandioca em dietas de peixes. *Aquaculture Nutrition*, v. 31, n. 1, p. 88–94, 2023.
- ARAÚJO, L. J. et al. Cultivo de mandioca em regiões tropicais. *Revista Brasileira de Agricultura*, v. 93, n. 2, p. 45–53, 2018.
- BARROSO, R. M. et al. A importância da piscicultura no desenvolvimento sustentável. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 41, n. 2, p. 271–278, 2018.
- BONATO, M. A influência da densidade populacional na criação de tilápias. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, v. 23, p. 1–20, 2020.
- BORGUETTI, J. R.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Aquicultura no Brasil: novas perspectivas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, p. 68–72, 2003.
- COSTA, J. F. R. et al. A cultura da mandioca no Brasil. *Revista de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 10, n. 1, p. 77–88, 2023.
- DA SILVA, A. C. et al. Utilização da mandioca na alimentação animal. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 17, n. 3, p. 92–100, 2022.
- DE SILVA, S. S.; ANDERSON, T. A. *Fish nutrition in aquaculture*. London: Chapman e Hall, 2001.
- EMBRAPA. Dados da produção de mandioca no Brasil. Brasília: Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 24 out. 2024.
- FAKUNMOJU, J. K.; OKEOWO, T. A. Economic evaluation of cassava meal in fish diet. *Nigerian Journal of Fisheries*, v. 11, n. 1, p. 87–93, 2014.
- FAO. *The state of world fisheries and aquaculture 2014*. Rome: FAO, 2014.
- FAO. *The state of world fisheries and aquaculture 2022*. Rome: FAO, 2022.
- FERREIRA, W. et al. Tolerância da tilápia a baixos níveis de oxigênio. *Ciência Animal Brasileira*, v. 12, n. 1, p. 45–50, 2011.

- FURUYA, W. M. et al. Nutrição de tilápias em sistema intensivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, p. 143–150, 2008.
- GELLER, F. C. et al. Perspectivas da aquicultura no Brasil. *Revista de Ciências do Mar*, v. 4, p. 33–48, 2019.
- GUERRERO, R. D. Tilapia farming in Asia. *Aquaculture Digest*, v. 7, n. 1, p. 3–7, 1982.
- GUIMARÃES, I. G.; FILHO, R. P. Alternativas alimentares para aquicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 4, p. 75–84, 2004.
- IGARASHI, M. Estratégias para redução de custos na piscicultura. *Revista Aquicultura Brasil*, v. 14, n. 1, p. 88–95, 2024.
- KLEEMANN, G. Qualidade da ração na piscicultura. *Aqua Feed International*, v. 9, n. 2, p. 34–39, 2006.
- KUBITZA, F. et al. Piscicultura no Brasil: panorama e tendências. *Panorama da Aquicultura*, v. 22, p. 21–27, 2012.
- LIMA, A. F. Qualidade da água em viveiros de peixes. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 10, n. 1, p. 23–30, 2005.
- LIMA, M. R. et al. Desafios da nutrição de peixes no nordeste. *Revista de Nutrição Animal*, v. 29, p. 44–55, 2023.
- LIRA, J. M. Utilização de subprodutos agrícolas na alimentação de peixes. *Revista Brasileira de Aquicultura*, v. 5, n. 2, p. 101–110, 2019.
- MAHANJANE, Z. Redução de custos em aquicultura por planejamento. *Aquaculture Economics*, v. 15, p. 49–58, 2020.
- MEDEIROS, J. Produção aquícola no Brasil. *Revista Brasileira de Aquicultura*, v. 19, p. 60–66, 2023.
- MEURER, F. et al. Estratégias alimentares para tilápias. *Revista Zootecnia Tropical*, v. 20, p. 18–26, 2002.
- MORO, G. V. et al. Tolerância ambiental da tilápia. *Revista Ciência Rural*, v. 43, n. 5, p. 985–992, 2013.
- NACHILUK, A.; OLIVEIRA, A. Análise econômica na aquicultura. *Revista Brasileira de Agronegócio*, v. 11, n. 3, p. 122–133, 2012.
- NASCIMENTO, J. M. Rações orgânicas para peixes: desafios e oportunidades. *Revista Brasileira de Aquicultura Sustentável*, v. 6, p. 39–48, 2023.
- OLIVEIRA, M. Produção de tilápia em tanques-rede. *Revista de Aquicultura Tropical*, v. 8, p. 22–29, 2023.

PASCOAL, L. A. F. et al. Substituição de ingredientes em rações para tilápias. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 3, p. 103–110, 2006.

PEIXE BR. *Panorama da aquicultura nacional*. São Paulo: Peixe BR, 2023. Disponível em: <https://www.peixebr.org.br>. Acesso em: 24 out. 2024.

PINHEIRO, C. S. Alternativas alimentares na piscicultura. *Revista Brasileira de Nutrição Animal*, v. 26, p. 70–78, 2021.

QUEIROZ, J. R. et al. Condutividade elétrica em sistemas aquícolas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 19, p. 112–118, 2021.

REZENDE, F. P. et al. Tilápia: adaptação a diferentes ambientes. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, v. 8, n. 1, p. 55–61, 2013.

SANTOS, E. F. et al. Rações alternativas na aquicultura. *Revista de Alimentação Animal*, v. 11, n. 4, p. 32–40, 2022.

SCHULTER, M. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Análise econômica da piscicultura. *Boletim Técnico da Embrapa*, n. 22, 2017.

SIQUEIRA, D. A. et al. A piscicultura e os desafios econômicos. *Revista Brasileira de Produção Animal*, v. 23, n. 1, p. 88–97, 2021.

TIRONI, S. P. et al. Potencial produtivo da mandioca. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 10, n. 2, p. 129–137, 2015.

USGAME, C. A. R. et al. A aquicultura na Colômbia. *Revista de Pesca e Aquicultura*, v. 13, n. 1, p. 44–52, 2008.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapia: o peixe do futuro. *Aquaculture Economics and Management*, v. 8, n. 2, p. 113–121, 2004.