



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

EMILY CRISTINE DA SILVA BRITO

**EFEITOS DO ÓLEO DE COCO BABAÇU (*Attalea speciosa*) NA ALIMENTAÇÃO DE
JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*)**

PALMAS
2025

EMILY CRISTINE DA SILVA BRITO

**EFEITOS DO ÓLEO DE COCO BABAÇU (*Attalea speciosa*) NA ALIMENTAÇÃO DE
JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Zootecnia da Unidade
Campus Palmas, do Instituto Federal do Tocantins,
como exigência à obtenção do título de Bacharel
em Zootecnia.

Orientador: Dr. Alysson Soares da Rocha

**PALMAS
2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

B862e Brito, Emily Cristine da Silva
EFEITOS DO ÓLEO DE COCO BABAÇU (*Attalea speciosa*) NA
ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis
niloticus*) / Emily Cristine da Silva Brito. – Palmas, TO, 2025.
43 p. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO, Palmas, TO,
2025.

Orientador: Dr. Alysson Soares da Rocha.

1. Desempenho zootécnico.. 2. Lipídios vegetais.. 3. Nutrição de peixe. I.
Rocha, Alysson Soares da. II. Título.

CDD 636

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS - TO
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR BACHARELADO EM ZOOTECNIA

EMILY CRISTINE DA SILVA BRITO

EFEITOS DO ÓLEO DE COCO BABAÇU (*Attalea speciosa*) NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Superior Bacharelado em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - Campus Palmas, Palmas/TO, como exigência à obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em: 15 de dezembro de 2025.

BANCA AVALIADORA

Prof. Dr. Alysson Soares da Rocha
IFTO - Campus Palmas - TO

Prof. Dr. Clauber Rosanova
IFTO - Campus Palmas - TO

Dra. Flávia Tavares de Matos
Embrapa Pesca e Aquicultura



Documento assinado digitalmente
FLAVIA TAVARES DE MATOS
Data: 16/01/2026 09:51:41-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>



Documento assinado eletronicamente por **Alysson Soares da Rocha, Servidor**, em 17/12/2025, às 10:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Clauber Rosanova, Servidor**, em 17/12/2025, às 12:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3011962** e o código CRC **8827F3E3**.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS

Campus Palmas 310 Sul, Av. LO 5, s/n, esquina com a Avenida NS 10 - Plano Diretor Sul — CEP 77021-090 Palmas/TO - portal.iftto.edu.br — reitoria@iftto.edu.br

Referência: Processo nº 23236.025326/2025-48

SEI nº 3011962

Dedico este trabalho a Deus, que sempre caminhou ao meu lado. À minha família, pelos conselhos, apoio e por todos os esforços realizados para mim. Ao meu namorado, pelo companheirismo e incentivo ao longo dessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado força e sabedoria para concluir mais essa etapa em minha vida.

À minha família, por todo o apoio e incentivo durante esses anos de graduação. À minha mãe, Newryane Costa, pela educação que me serviu de base. Ao meu pai, Harnoldo Brito, que me ensinou a ter paciência e a compreender que cada conquista exige seu próprio tempo. À minha irmã, Elisa Brito, por ter tornado meus dias mais leves com o seu sorriso e alegria. À minha segunda mãe e madrinha, Gleicy Costa, por acreditar em meu potencial. Ao meu padrinho, Fábio Costa, pela ajuda ao longo desses anos, que foram fundamentais para que eu pudesse ir à faculdade. E aos meus avós maternos, Neuton Costa e Ione Costa pelo carinho e por me apoiarem e estarem comigo em todos os momentos da minha vida.

Ao meu namorado, Gustavo Santiago, que esteve ao meu lado desde o início da graduação me apoiando e me incentivando a não desistir e celebrando comigo cada pequeno avanço. Sou grata por todo gesto de cuidado, por cada conversa e por acreditar em meu potencial.

Agradeço às minhas amigas, Helen Silva e Lucielly Silva, que me acompanharam desde do ensino fundamental à graduação. Obrigada por celebrarem minhas conquistas, pelas palavras de apoio e por ouvirem meus desabafos.

Meus agradecimentos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (*Campus Palmas*) pelos os auxílios prestados. Aos professores Alysson Rocha, Antônio Carlos, Clauber Rosanova, Otávio Cabral, Raphael Pavesi e Sérgio Souza, expresso minha sincera gratidão por toda dedicação, paciência, compromisso e pelos conhecimentos repassados durante esses anos de curso.

Agradeço aqueles que fizeram parte da minha trajetória ao longo da graduação, Eduarda Barros, Gabriela Holanda, Olívia Guimarães, Bianca Ribeiro, Kayky Rodrigues, Maria Eduarda Pimentel, Ana Beatriz, Rayane Gonçalves, Stérffane Alves, Wendy Andrade e Camila Neres. Obrigada pelas conversas e risadas que tornaram os dias mais leves, e pela parceria nos trabalhos, estudos e desafios que enfrentamos juntos.

Agradeço ao meu orientador, Alysson Rocha pela confiança, paciência e pelas palavras de incentivo.

Agradeço à técnica de laboratório Ana Cristina por todo o auxílio prestado durante a realização deste experimento.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Tocantins (FAPT) pela concessão da bolsa e fomento para a realização dessa pesquisa.

À NF Lamar pelo apoio para a realização das análises laboratoriais.

E agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

SALMO 37:5

“Entregue o seu caminho ao Senhor; confie nele, e ele agirá.”

RESUMO

O desenvolvimento da aquicultura no Brasil enfrenta desafios relacionados à disponibilidade de óleo de peixe, o que tem impulsionado a busca por fontes lipídicas alternativas, como os óleos vegetais. Entre as alternativas regionais, o óleo de coco babaçu (*Attalea speciosa*) destaca-se pelo seu potencial como ingrediente lipídico, todavia, ainda há escassez de estudos sobre sua utilização na nutrição aquícola. Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da inclusão de diferentes níveis de óleo de coco babaçu na alimentação de juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos em sistema fechado de recirculação de água. O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) e foram utilizados 200 juvenis, com peso médio inicial de $21,99 \pm 6,82$ g e comprimento médio de $10,53 \pm 1,11$ cm, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco dietas isoproteicas e quatro repetições, contendo 0,3%, 1,7%, 2,0%, 4,0% e 6,0% de óleo de coco babaçu, durante um período experimental de 42 dias. Ao final do período experimental, a taxa de sobrevivência foi de 100% em todos os tratamentos, não sendo observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os grupos para consumo estimado, ganho de peso, conversão alimentar, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência proteica, índice hepatossomático e índice digestivo-somático. A análise da composição centesimal das carcaças revelou diferenças significativas ($P < 0,05$) nos teores de matéria seca e proteína bruta entre os níveis de inclusão do óleo de babaçu, enquanto o teor de extrato etéreo não apresentou variação significativa ($P > 0,05$). Os resultados indicam que o óleo de coco babaçu pode ser utilizado como fonte lipídica alternativa na alimentação de juvenis de tilápia-do-nilo, sem comprometer o desempenho zootécnico, configurando-se como uma estratégia promissora para a sustentabilidade da aquicultura e o fortalecimento das cadeias produtivas regionais. Contudo, são necessários estudos adicionais para aprofundar o conhecimento sobre sua aplicação na nutrição aquícola.

Palavras - chave: Desempenho zootécnico. Lipídios vegetais. Nutrição de peixe

ABSTRACT

Aquaculture development in Brazil faces challenges related to the availability of fish oil, which has driven the search for alternative lipid sources, such as vegetable oils. Among the regional alternatives, babassu coconut oil (*Attalea speciosa*) stands out for its potential as a lipid ingredient; however, there is still a scarcity of studies on its use in aquaculture nutrition. In this context, the present study aimed to evaluate the effects of including different levels of babassu coconut oil in the diet of Nile tilapia juveniles (*Oreochromis niloticus*) kept in a closed recirculating aquaculture system. The experiment was approved by the Ethics Committee on the Use of Animals (CEUA) and involved 200 juveniles, with an average initial weight of 21.99 ± 6.82 g and an average length of 10.53 ± 1.11 cm, distributed in a completely randomized design, with five isoproteic diets and four replicates, containing 0.3%, 1.7%, 2.0%, 4.0%, and 6.0% babassu coconut oil, during an experimental period of 42 days. At the end of the experimental period, the survival rate was 100% in all treatments, with no significant differences ($P > 0.05$) observed between the groups for estimated intake, weight gain, feed conversion, specific growth rate, protein efficiency ratio, hepatosomatic index, and digestive-somatic index. Analysis of the centesimal composition of the carcasses revealed significant differences ($P < 0.05$) in dry matter and crude protein content between the inclusion levels of babassu oil, while the ether extract content did not show significant variation ($P > 0.05$). The results indicate that babassu coconut oil can be used as an alternative lipid source in the feeding of Nile tilapia juveniles, without compromising zootechnical performance, representing a promising strategy for the sustainability of aquaculture and the strengthening of regional production chains. However, further studies are needed to deepen the knowledge about its application in aquaculture nutrition.

Keywords: Zootechnical performance. Plant lipids. Fish nutrition

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplar de Tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	19
Figura 2 - Palmeira de Babaçu (<i>Attalea speciosa</i>).....	23
Figura 3 - Principais componentes do coco babaçu (<i>Attalea speciosa</i>).....	23
Figura 4 - Produção das dietas experimentais no IFTO (<i>Campus</i> Palmas).....	26
Figura 5 - Local do experimento: Laboratório de Produção de Organismos Aquáticos - IFTO (<i>Campus</i> Palmas).....	27
Figura 6 - Equação de regressão para os níveis de inclusão do óleo de coco de babaçu (<i>Attalea speciosa</i>) em juvenis de Tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) por 42 dias para o índice de ganho de peso e conversão alimentar.....	31
Figura 7 - Equação de regressão para os níveis de inclusão do óleo de coco de babaçu (<i>Attalea speciosa</i>) em juvenis de Tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) por 42 dias para o índice de taxa de crescimento específico e taxa de eficiência proteica.....	32
Figura 9 - Evidência visual do acúmulo de gordura visceral em (<i>Oreochromis niloticus</i>) demonstrando maior deposição lipídica ao redor dos órgãos internos conforme o nível energético da dieta.....	34
Figura 8 - Equação de regressão para os níveis de inclusão do óleo de coco de babaçu (<i>Attalea speciosa</i>) em juvenis de Tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) por 42 dias para o índice hepato-somático e índice digestivo-somático.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal das dietas experimentais.....	26
Tabela 2 - Valores dos parâmetros de qualidade da água, média e desvio padrão.....	29
Tabela 3 - Quadrados médios e médias gerais dos tratamentos obtidos na ANOVA.....	29
Tabela 4 - Performance, eficiência alimentar e índices biológicos de juvenis de tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentados com diferentes níveis de óleo de coco babaçu (<i>Attalea speciosa</i>) por 42 dias.....	30
Tabela 5 - Composição química das carcaças de juvenis de Tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentados com diferentes níveis de óleo de coco babaçu (<i>Attalea speciosa</i>) por 42 dias.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OCB: Óleo de coco babaçu

OP: Óleo de peixe

OV: Óleo vegetal

HUFA: Ácidos graxos altamente insaturados

PUFA: Ácidos graxos poliinsaturados

LA: Ácido linoleico

LNA: Ácido linolênico

EPA: Ácido graxo eicosapentaenoico

DHA: Ácido graxo docosaheptaenóico

ANOVA: Análise de variância

GP: Ganho de peso

CA: Conversão alimentar

TS: Taxa de sobrevivência

TCE: Taxa de crescimento específica

TEP: Taxa de eficiência proteica

IHS: Índice hepato somático

IDS: Índice digestivo somático

pH: Potencial hidrogeniônico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Problematização.....	16
1.2 Objetivos.....	17
1.2.1 Objetivo geral.....	17
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
1.3 Justificativa.....	18
2 DESENVOLVIMENTO.....	19
2.1 Revisão de Literatura.....	19
2.1.1 Tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	19
2.1.2 Lipídios na nutrição de peixes.....	20
2.1.3 Óleos vegetais na nutrição de peixes.....	21
2.1.4 Babaçu (<i>Attalea speciosa</i>).....	22
2.1.5 Óleo de coco babaçu.....	24
2.2 Metodologia.....	25
2.2.1 Espécie teste.....	25
2.2.2 Dietas experimentais.....	25
2.2.3 Condições ambientais e fornecimento das dietas.....	27
2.2.4 Avaliação do desempenho.....	27
2.2.5 Análise estatística.....	28
2.3 Resultados e Discussão.....	29
2.3.1 Qualidade da água.....	29
2.3.2 Desempenho Zootécnico.....	29
2.3.2 Análise de carcaça.....	36
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
REFERÊNCIAS.....	39

1. INTRODUÇÃO

A piscicultura tem se consolidado, nas últimas décadas, como uma das principais atividades do agronegócio brasileiro, contribuindo significativamente para o fornecimento de proteína animal de alta qualidade e para a redução da pressão sobre os estoques pesqueiros naturais. Segundo dados do IBGE, o setor apresentou crescimento expressivo ao longo dos últimos anos. Em 2023, a produção aquícola nacional movimentou R\$10,2 bilhões, representando um aumento de 16,6% em relação ao ano anterior (IBGE, 2024). Tal expansão é impulsionada por diversos fatores, como o avanço das tecnologias de cultivo, maior profissionalização dos sistemas produtivos, desenvolvimento de rações mais eficientes, bem como o aumento da demanda por alimentos saudáveis e ambientalmente sustentáveis.

Entre as espécies mais cultivadas no país, a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) destaca-se como principal representante, sendo responsável por 67,5% da produção aquícola brasileira em 2023 (IBGE, 2024). Introduzida no Brasil na década de 1970, essa espécie apresenta características favoráveis ao cultivo, como rápido crescimento, elevada rusticidade, boa conversão alimentar, tolerância a diferentes condições ambientais e carne de sabor suave, sem espinhas em “Y”, fatores que ampliam sua aceitação nos mercados interno e externo (FURUYA et al., 2018). Por essas razões, a tilapicultura se tornou um dos pilares da expansão aquícola nacional.

A nutrição adequada é um dos principais determinantes do desempenho produtivo dos peixes, especialmente nas fases iniciais de desenvolvimento, nas quais dietas de alta qualidade asseguram crescimento eficiente, melhor aproveitamento dos nutrientes e redução das taxas de mortalidade (FILIPETTO et al., 2005). Nesse contexto, os lipídios desempenham papel essencial, atuando como fontes energéticas concentradas, precursores de hormônios, componentes estruturais de membranas celulares e fornecedores de ácidos graxos essenciais.

Tradicionalmente, o óleo de peixe tem sido amplamente utilizado na formulação de rações aquícolas devido ao seu elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados da série n-3, fundamentais para o desenvolvimento e boa saúde dos organismos aquáticos. No entanto, a crescente escassez dos estoques pesqueiros destinados à produção de óleo e farinha, aliada ao alto custo desses insumos, tem impulsionado a busca por alternativas sustentáveis e

economicamente viáveis (TACON & METIAN, 2008). Nesse sentido, os óleos vegetais surgem como opções promissoras, por apresentarem boa disponibilidade, menor custo, composição nutricional adequada e potencial para substituir parcial ou totalmente o óleo de peixe sem comprometer o desempenho produtivo dos peixes (DRUZIAN et al., 2012).

Entre as alternativas vegetais, o óleo de coco babaçu (*Attalea speciosa*) vem ganhando destaque. Extraído de uma palmeira amplamente distribuída nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, esse óleo possui elevada concentração de ácido láurico, além de propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas (SILVA, 2017). Esses atributos podem contribuir para a melhora da saúde intestinal, redução de processos inflamatórios e aumento da resistência dos peixes a patógenos, fatores que potencialmente influenciam o crescimento e a eficiência alimentar.

Apesar de seu potencial nutricional e funcional, ainda são escassas as pesquisas que investigam a utilização do óleo de coco babaçu na alimentação de tilápias-do-nilo. Dessa forma, estudos que avaliem seus efeitos sobre parâmetros zootécnicos, desempenho produtivo, composição corporal e saúde dos peixes tornam-se fundamentais. A ampliação desse conhecimento contribui não apenas para o avanço científico, mas também para o desenvolvimento de sistemas aquícolas mais sustentáveis, eficientes e alinhados às demandas do mercado e da segurança alimentar brasileira.

1.1 Problematização

O óleo de peixe (OP) é um ingrediente tradicional na formulação de rações aquícolas, porém sua disponibilidade limitada e o aumento do custo tornam o uso contínuo desse insumo economicamente e ambientalmente insustentável. A utilização de compostos naturais em dietas para peixes pode ser uma alternativa promissora devido a diferentes formas de ação no organismo animal, dependendo da concentração dos princípios ativos e quantidade incluída na ração. A substituição parcial por fontes vegetais tem sido amplamente estudada, mas ainda há lacunas quanto à eficiência de óleos regionais como o de coco babaçu.

Os óleos de origem vegetal (OV), constituem alternativas viáveis para a formulação de rações destinadas a organismos aquáticos, devido à alta disponibilidade e à maior estabilidade de seus preços. Embora não apresentem os mesmos teores de ácidos graxos encontrados nos óleos de peixe, especialmente em relação aos HUFA da série n-3, esses óleos são fontes importantes de PUFA's, como o ácido linoleico (18:2 n-6; LA) e o ácido α -linolênico (18:3n-3; LNA). (NASOPOULOU & ZABETAKIS, 2012). Os peixes conseguem converter LA e LNA em HUFA das séries n-3 e n-6 por meio de enzimas responsáveis por reações sucessivas de dessaturação e elongação. Entretanto, o perfil de lipídios no músculo dos peixes é fortemente influenciado pela composição de ácidos graxos presentes na dieta e pode modificar a relação n-3/n-6, impactando a saúde e a resistência dos animais (LALL, 2000).

Assim, surge a seguinte questão de pesquisa: O óleo de coco babaçu (*Attalea speciosa*) pode ser utilizado como fonte lipídica alternativa na dieta de juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) sem comprometer o desempenho produtivo dos peixes?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos do uso do óleo de coco babaçu (*Attalea speciosa*) na alimentação de juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*).

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar o desempenho zootécnico dos peixes alimentados a diferentes níveis de inclusão de óleo de coco babaçu;
- Determinar a composição centesimal das carcaças dos animais alimentados a diferentes níveis de inclusão de óleo de coco babaçu.

1.3 Justificativa

A aquicultura constitui o setor de produção de alimentos que mais tem se expandido nas últimas décadas, apresentando previsão de crescimento de aproximadamente 37% até o ano de 2030 (GARLOCK et al., 2020). Nesse contexto, Siqueira (2018) ressalta que o avanço da atividade aquícola gera grandes perspectivas quanto ao aumento expressivo da produção mundial de alimentos de forma competitiva e sustentável nas próximas décadas. Contudo, o aumento da produção depende de práticas sustentáveis e economicamente viáveis, especialmente no que diz respeito à formulação das dietas, cuja principal fonte lipídica o óleo de peixe é limitada e de alto custo (YILDIZ et al., 2015).

O uso de óleos vegetais como alternativas sustentáveis ao óleo de peixe tem se mostrado promissor, principalmente por apresentarem boa digestibilidade e menor impacto ambiental. Nesse cenário, o óleo de coco babaçu (*Attalea speciosa*), produzido a partir de matéria-prima abundante nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, destaca-se pelo alto teor de ácido láurico e por suas propriedades antioxidantes e antimicrobianas (SILVA, 2017).

A avaliação dos efeitos desse óleo sobre parâmetros produtivos e fisiológicos da tilápia-do-nylo é de grande relevância para o desenvolvimento de dietas mais acessíveis, sustentáveis e regionalizadas. Além de contribuir para a redução da dependência de insumos importados, o uso do óleo de babaçu pode agregar valor a um produto típico da biodiversidade brasileira, fortalecendo as cadeias produtivas locais.

Fontes lipídicas vegetais, como óleo de soja, canola, linhaça já foram testadas na alimentação em diferentes espécies de peixes. Dessa forma, avaliar o efeito de outras fontes lipídicas vegetais alternativas podem reduzir a competitividade no mercado por óleos vegetais.

No caso da tilápia, uma das espécies de maior importância econômica para a piscicultura brasileira, ainda são restritas as informações sobre como diferentes perfis de ácidos graxos podem influenciar seu desempenho zootécnico. Dessa forma, o presente estudo justifica-se pela necessidade de investigar a inclusão do óleo de coco babaçu como fonte lipídica alternativa na dieta dessa espécie, com o objetivo de avaliar sua adequação nutricional e ampliar o conhecimento científico na área de nutrição aquícola.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão de Literatura

2.1.1 Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

A produção da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), espécie introduzida no Nordeste brasileiro na década de 1970, continua apresentando grande expansão. Conforme dados apresentados pelo Anuário PEIXE BR 2023, a tilápia ocupa atualmente a posição de peixe mais cultivado na aquicultura nacional, sendo responsável por cerca de 63% da produção de peixes de cultivo no Brasil. No panorama mundial, o país já se destaca como o quarto maior produtor dessa espécie (TROMBETA et al., 2020).

Originária de diferentes regiões da África, a tilápia-do-Nilo é um peixe onívoro, conhecido por sua grande capacidade de adaptação, além de apresentar crescimento acelerado, resistência elevada a enfermidades e boa tolerância a altas temperaturas (SILVA et al., 2015; ROMANZINI e COSTA, 2023). O uso de técnicas de cultivo intensivo, aliado ao desenvolvimento de linhagens híbridas comerciais, fez com que a tilápia-do-Nilo se tornasse a espécie exótica de maior destaque e sucesso na piscicultura mundial (CASTILLO-CAMPOS, 1994; VICENTE et al., 2014).

Figura 1 – Exemplar de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)



Fonte: Acervo do autor

A Tilápia-do-Nilo possui coloração cinza e apresenta o corpo lateralmente comprimido, além de possuir a linha lateral dividida em duas partes. É uma espécie que se adapta bem a diferentes faixas de temperatura e pode viver tanto em águas salobras quanto em água doce. No ambiente natural, sua dieta é composta principalmente por fitoplâncton, algas bentônicas, insetos aquáticos e pequenos crustáceos. Em sistemas de criação, aceita facilmente a alimentação baseada em ração. As tilápias exibem dimorfismo sexual, que pode ser identificado pela diferença nas papilas genitais. Sua reprodução é ovípara, e as fêmeas realizam o cuidado parental, protegendo e incubando os ovos na boca (MORO et al., 2013).

A maturidade sexual das tilápias é fortemente influenciada pelo clima local, pelas condições de espaço, pelo manejo adotado e pela qualidade da alimentação. Normalmente, esses peixes iniciam o processo reprodutivo entre 4 e 5 meses de vida. Devido à reprodução precoce, à desova em etapas e ao comportamento de proteção da prole, ocorre uma rápida superlotação nos sistemas de criação, tornando a reprodução um sério obstáculo para a produção comercial. Durante muito tempo, esse fator foi um dos maiores desafios para o avanço da tilapicultura. Somente com a implementação da técnica de masculinização foi possível superar esse problema e alcançar melhores resultados zootécnicos na produção (OLIVEIRA et al., 2007).

2.1.2 Lipídios na nutrição de peixes

Os lipídios são componentes essenciais na fisiologia dos peixes, atuando como importantes constituintes estruturais dos tecidos, juntamente com as proteínas (LEHNINGER et al., 1995). Diferentemente das proteínas, cujo metabolismo é fortemente determinado pela genética, o metabolismo dos lipídios sofre grande influência da composição da dieta (MEURER et al., 2002). Além de sua função estrutural, os lipídios possuem elevado potencial energético e fornecem ácidos graxos essenciais, fundamentais para o crescimento, manutenção e transporte de vitaminas lipossolúveis (ROCHA, 2023).

Peixes utilizam preferencialmente proteínas e lipídios como fonte energética (MOHANTA et al., 2009), especialmente em ambientes com baixa disponibilidade de carboidratos, como ambientes marinhos (WILLIAMS, 2009). O fornecimento adequado de lipídios ou carboidratos pode poupar proteína da oxidação, permitindo que ela seja utilizada prioritariamente para o crescimento (SARGENT et al., 2002; TOCHER, 2003). O metabolismo lipídico dos peixes envolve processos de lipogênese e lipólise semelhantes aos de mamíferos,

com ácidos graxos podendo ser incorporados a fosfolipídios, armazenados ou oxidados para produção de energia (RIBEIRO et al., 2007).

O tipo e a quantidade de lipídios fornecidos na dieta influenciam diretamente o metabolismo hepático, a lipogênese e os níveis de lipoproteínas circulantes (EMRE et al., 2015; REGOST et al., 2001). Dietas ricas em lipídios podem alterar concentrações de colesterol e lipoproteínas plasmáticas (SÁNCHEZ-MUROS et al., 1996; RICHARD et al., 2006). Lipídios são eficientes como fonte energética devido à maior liberação de energia pela oxidação, quando comparados a proteínas e carboidratos (SARGENT et al., 2002), além de serem fundamentais na beta-oxidação muscular (TOCHER, 2003).

A qualidade dos lipídios influencia a fluidez das membranas celulares e processos fisiológicos como resposta imunológica, reprodução, sanidade e desenvolvimento neural (SARGENT et al., 2002; TOCHER, 2003). Peixes necessitam receber pela dieta os ácidos graxos linoleico e linolênico, considerados essenciais, e possuem a capacidade de convertê-los em ácidos graxos altamente insaturados como EPA e DHA (SWENSON & REECE, 1996).

As fontes lipídicas utilizadas em rações podem ser de origem animal ou vegetal, variando em composição de ácidos graxos (TAVARES, 2011). O óleo de peixe, amplamente usado, vem sendo parcialmente substituído por óleos vegetais em pesquisas (CHEN et al., 2019), embora muitas vezes se avalie apenas o potencial energético, sem considerar o fornecimento de ácidos graxos essenciais (ULIANA et al., 2001). No caso do tambaqui, há boa eficiência no aproveitamento de lipídios, sendo recomendados níveis entre 6 e 11% na dieta (VAN DER MEER, 1997; SANTOS et al., 2010). A inclusão de EPA aumenta sua deposição no músculo (OLIVEIRA et al., 2012), demonstrando que a modulação dos lipídios da dieta influencia diretamente a composição corporal da espécie.

2.1.3 Óleos vegetais na nutrição de peixes

Nos últimos anos, a inserção de óleos de origem vegetal na dieta de peixes tem se intensificado, em razão dos efeitos positivos que esses ingredientes podem proporcionar tanto ao desempenho zootécnico quanto à saúde do consumidor. Além disso, a farinha e o óleo de peixe, tradicionalmente empregados na aquicultura, apresentam tendência de aumento nos custos, o que reforça a necessidade de pesquisar alternativas viáveis para esses insumos, sem que haja comprometimento da qualidade da água ou do desenvolvimento dos animais (LOPES et al., 2010).

É importante destacar que a inclusão de diferentes fontes de ácidos graxos, sejam de origem animal ou vegetal, nas dietas de peixes depende da fase de desenvolvimento, da espécie e pode influenciar diretamente o perfil lipídico corporal. No caso de alevinos da espécie marinha carnívora *Sparus aurata*, por exemplo, a substituição de até 48% do óleo de peixe por óleo de soja não afetou o crescimento dos animais, embora tenha reduzido as concentrações de EPA e DHA nos tecidos (MARTÍNEZ-LLORENS et al., 2007).

O hábito alimentar das espécies também exerce papel determinante sobre o perfil de ácidos graxos depositados nos peixes. Assim, a composição lipídica dos animais reflete, de forma direta, a composição da dieta ingerida (CASTELL et al., 2004; ASDARI et al., 2011). Em peixes marinhos, por exemplo, devido à maior ingestão de ácidos graxos da série n-3 presentes em seu ambiente natural, observa-se acúmulo acentuado desses lipídios no organismo, resultando em uma relação n-3/n-6 mais elevada quando comparados com espécies de água doce (OLSEN, 1998).

2.1.4 Babaçu (*Attalea speciosa*)

O Babaçu (*Attalea speciosa*) pertence à família *Palmae*, é nativo do território brasileiro, especialmente na região Amazônica e Mata Atlântica na Bahia. A palmeira de babaçu chega a alcançar em torno de 20 metros de altura, e toda a planta desde a raiz às folhas são aproveitados. Dela pode ser extraído matéria prima que posteriormente são utilizados na fabricação de diversos produtos. (PAVLAK et al., 2007).

A palmeira costuma apresentar até cinco cachos contendo seus frutos ovais e alongados, de coloração escura e podendo produzir até 2.000 frutos anualmente (ROSA, 1986). A polpa do fruto é farinácea e oleosa, envolvendo de 3 a 4 sementes oleaginosas, ricas em fibras, sais minerais e enzimas. Essas sementes, também conhecidas como amêndoas, são a matéria-prima para a produção do óleo de coco do babaçu, sendo obtido através da prensagem a frio das amêndoas do fruto.

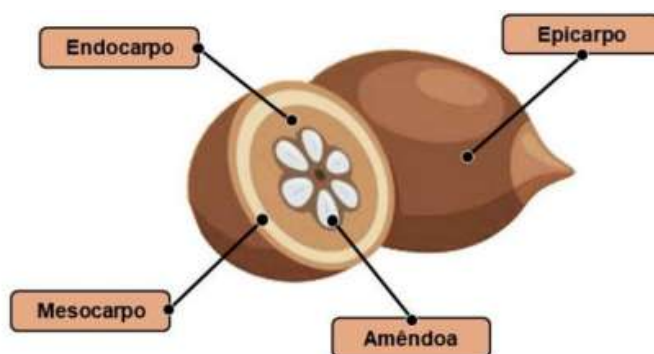
Figura 2 - Palmeira de Babaçu (*Attalea speciosa*)



Fonte: Cerratinga (2024)

O endocarpo corresponde a cerca de 58% do fruto e é empregado principalmente como fonte energética. As amêndoas, embora representem apenas 7% da estrutura, são ricas em óleo com elevados teores de ácidos graxos saturados, o que as torna valiosas para os setores cosmético, farmacêutico e de biocombustíveis (COSTA, 2015). Já o mesocarpo, responsável por aproximadamente 23% do fruto, ainda é pouco explorado pela indústria, apesar de apresentar alto teor de amido, característica que permite seu uso na produção de suplementos alimentares e biofilmes destinados a aplicações farmacêuticas (ARARUNA et al., 2021).

Figura 3 - Principais componentes do coco babaçu (*Attalea speciosa*)



Fonte: Retirado de Araruna et al. (2021).

Quanto às informações nutricionais da amêndoa de babaçu, a mesma contém 7,25% de proteínas, 66,0% de gorduras totais, 18,0% de hidrocarbonetos (glicídeos), 0,5% de ácido

fosfórico, 7,80% de sais de cálcios e outros (PEIXOTO, 1973). Entre as suas principais propriedades estão: analgésicas, anti-inflamatórias, antifúngicas, antimicrobianas, antioxidantes, antissépticas, cicatrizantes, emolientes, fortalecedoras, imunológicas, hidratantes, regeneradoras, etc.

2.1.5 Óleo de coco babaçu

A composição química do óleo de coco babaçu (OCB) é estabelecida por uma variedade de ácidos graxos, tais como: caprílico 6,8%, cáprico 6,3%, láurico 41%, mirístico 16,2%, palmítico, 9,4%, esteárico 3,4%, oleico 14,2%, linoleico, 2,5% (BARBOSA, 2012).

Na extração do óleo do coco babaçu utiliza-se inicialmente a prensagem para reduzir o teor de óleo na torta a até, cerca de 12% a 15%, nas prensas mais modernas. O restante é extraído por solvente. Na extração por solvente, os equipamentos mais modernos chegam a extrair até 98% do óleo, deixando um teor de óleo residual inferior a 1% no farelo e pode, em alguns casos, chegar a 0,5%.(TANDY, 1991; WAN, 1991).

2.2 Metodologia

2.2.1 Espécie teste

Foram utilizados 200 juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*), com peso médio inicial de $21,99 \pm 6,82$ g e comprimento total médio de $10,53 \pm 1,11$ cm e peso médio final de $56,80 \pm 14,94$ g e comprimento total médio de $14,43 \pm 1,28$ cm. Os peixes foram obtidos em uma piscicultura comercial (Dianópolis-TO), e transportados ao Laboratório de Produção de Organismos Aquáticos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus* Palmas, onde foram submetidos à recuperação do estresse do transporte, aclimação às condições experimentais e biometria inicial.

Durante todo o período experimental, os animais foram mantidos em um sistema fechado de recirculação de água, equipado com filtro e aeração forçada, sob fotoperíodo controlado de 12h de luz. O experimento teve duração de 42 dias e foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos (níveis de inclusão) e 4 repetições (caixas). Os procedimentos experimentais foram protocolados no Comitê de Ética Animal do IFTO registrada com o número de protocolo no Sistema Integrado Eletrônico (SEI), sob número de processo °23236.022148/2024-12.

2.2.2 Dietas experimentais

Cinco dietas isoproteicas (36% proteína bruta), com 5 diferentes níveis de inclusão do óleo de coco babaçu (0,3%, 1,70%, 2,0%, 4% e 6%) foram fornecidas aos animais (Tabela 1) tendo como referência o fornecimento de 4100 Kcal kg⁻¹ energia bruta.

Os ingredientes foram moídos e peneirados ($\varnothing=0,7 \pm 0,2$ mm), uniformemente homogeneizados, misturados ao óleo e então peletizadas. As rações permaneceram acondicionadas em sacos plásticos resfriados (4 °C). Posteriormente, as rações experimentais e sua composição químico-bromatológica foram encaminhadas para laboratório de análises bromatológicas.

Figura 4 - Produção das dietas experimentais no IFTO (*Campus Palmas*).

Fonte: Acervo do autor

Tabela 1. Composição centesimal das dietas experimentais

Ingredientes	E. b Kcal kg ⁻¹				
	3900	4000	4100	4200	4300
Farelo de soja	74,00	75,50	75,50	75,00	75,50
Farelo de trigo	10,00	7,50	6,00	7,60	8,30
Quirera de arroz	8,00	4,30	4,00	4,00	2,50
Milho	1,00	2,00	4,00	3,00	2,00
Óleo de babaçu	0,30	1,70	2,00	4,00	6,00
Fosfato bicálcico	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
Calcário Calcítico	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Premix	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Amido	0,50	3,75	4,50	2,50	2,00
BHT	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Inerte	2,44	1,19	0,00	0,00	0,00
Soma	100,30	100,00	100,06	100,16	100,36
Matéria Seca	95,4	95,5	95,4	95,5	95,2
Proteína Bruta %	35,6	35,8	35,9	35,8	35,9
Kcal / kg	3900	4000	4100	4200	4300
Fibra Bruta	5,2	5,3	5,4	5,2	5,6
Extrato Etéreo	9,9	9,5	9,8	10,3	11,5

*Commercial mineral e vitamin premix (5 kg/ton), with guaranteed levels to the gram scale: Vit. A, 1.200.000 UI; Vit. D3, 200.000 UI; Vit k3, 2.400 mg; Vit B3. 4.800 mg; Vit B2 , 4.800 mg, Vit B6, 4.000 mg, Vit B12, 4.800 mg,.

Pholic acid, 1.200 mg; pantotenato Ca 12.000mg; Vit. C, 48.000 mg; biotina, 48 mg; colina choret , 108.000 mg; niacina, 24.000 mg; and commercial mineral premix (1 kg/ton), with guaranteed levels Fe, 50.000 mg; Cu, 3.000 mg; 20.000 mg; Mn, 20.000 mg; Zn, 3.000 mg; I, 100 mg; Co, 10 mg; Se, 100 mg.

2.2.3 Condições ambientais e fornecimento das dietas

Temperatura e oxigênio dissolvido e pH da água foram monitorados diariamente com medidor portátil (Oxímetro SL 520 microprocessado, Brasil). A amônia foi mensurada semanalmente (Método de Nesller). Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (8:00 e 17:00 h), até a aparente saciação. Ao final do período experimental (42 dias), os peixes permaneceram em jejum por 12 horas para esvaziamento do sistema digestivo. Para realização das biometrias (inicial e final), coleta de sangue e do sistema digestivo os animais foram previamente dessensibilizados em solução de benzocaína (1:10.000).

Figura 5 - Local do experimento: Laboratório de Produção de Organismos Aquáticos - IFTO (*Campus Palmas*)



Fonte: Acervo do autor

2.2.4 Avaliação do desempenho

Para avaliar o desempenho foram determinados, consumo estimado (CE), taxa de sobrevivência (TS), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), taxa de crescimento

específica (TCE), taxa de eficiência proteica (TEP), índice hepato-somático (IHS) e índice digestivo-somático (IDS) conforme as seguintes equações:

Fórmulas:

$$(1) TS (\%) = (\text{Número de indivíduos final} / \text{Número de indivíduos inicial}) \times 100$$

$$(2) GP = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

$$(3) CA = \text{Consumo total} / \text{Ganho de peso}$$

$$(4) TCE (\%d-1) = [(\text{Peso final} - \text{Peso inicial}) / \text{tempo}] \times 100$$

$$(5) TEP = (\text{Ganho de peso} / \text{Ingestão total de proteína}) \times 100$$

$$(6) IHS (\%) = (\text{Peso do fígado} / \text{Peso corporal}) \times 100$$

$$(7) IDS (\%) = (\text{Peso sistema digestivo} / \text{Peso corporal}) \times 100$$

Ao final do período experimental, os animais de cada tratamento/repetição foram separados para a análise de carcaça. As amostras então foram armazenadas em bolsas plásticas e congeladas (-20 °C) até serem analisadas, e posteriormente encaminhadas ao Laboratório de Fitotecnia do IFTO (*Campus Palmas*) onde foram secas em estufa ventilada a 40 °C por 48 horas e moídas. As amostras foram então analisadas quanto sua composição em matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo segundo procedimentos descritos por Silva (1990).

2.2.5 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e de regressão polinomial. Os parâmetros que apresentaram diferenças significativas tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados foram analisados pelo programa estatístico SISVAR.

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Qualidade da água

Os valores médios do oxigênio dissolvido, temperatura e pH durante o período experimental, ficaram dentro da faixa ideal recomendada para a criação de juvenis de tilápia do Nilo de acordo com os valores citados (KUBITZA, 1998).

Tabela 2 - Valores dos parâmetros de qualidade da água, média e desvio padrão

Parâmetros	Valores
pH	6,46 ± 0,098
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	3,6 ± 0,99
Amônia (ppm)	0,26 ± 0,06
Temperatura (°C)	26,5 ± 0,51

2.3.2 Desempenho Zootécnico

Os resultados obtidos foram analisados pelo programa SISVAR, determinando a análise de variância (ANOVA) e teste de médias, pelo teste Tukey. Nela estão descritos os quadrados médios, as médias gerais e os coeficientes de variação de cada parâmetro avaliado, permitindo uma melhor compreensão do comportamento dos dados ao longo do estudo.

Tabela 3 - Quadrados médios e médias gerais dos tratamentos obtidos na ANOVA

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios						
		CE	GP	CA	TCE	TEP	IHS	IDS
Tratamento	4	17,13	17,74	2,34	235,53	418,75	0,05	1,45
Resíduo	15	16,09	28,44	1,36	172,13	305,96	0,05	3,57
Média Geral		14,86	36,28	2,45	72,82	97,09	1,18	10,66
CV(%)		26,99	14,70	47,62	18,02	18,02	18,10	17,72

Grau de liberdade (GL), Consumo estimado (CE), Ganho de peso (GP), Conversão alimentar (CA), Taxa de crescimento específico (TCE), Taxa de eficiência proteica (TEP), Índice hepato-somático (IHS), Índice digestivo-somático (IDS), Coeficiente de variação (CV). Valores são apresentados como média ± desvio padrão. NS = não significativo ($P > 0,05$).

Os resultados de desempenho estão disponíveis na tabela 4. Após o período experimental, apresentou-se taxa de sobrevivência de 100% em todos os grupos durante o período experimental. Não ocorreu diferenças significativas ($P>0,05$) entre os parâmetros de consumo estimado (CE), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), taxa de crescimento específico (TCE), taxa de eficiência proteica (TEP), índice hepato-somático (IHS), índice digestivo-somático (IDS), dos juvenis de tilápia-do-Nilo alimentados com dietas com óleo de coco babaçu.

Tabela 4 - Performance, eficiência alimentar e índices biológicos de juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com diferentes níveis de óleo de coco babaçu (*Attalea speciosa*) por 42 dias

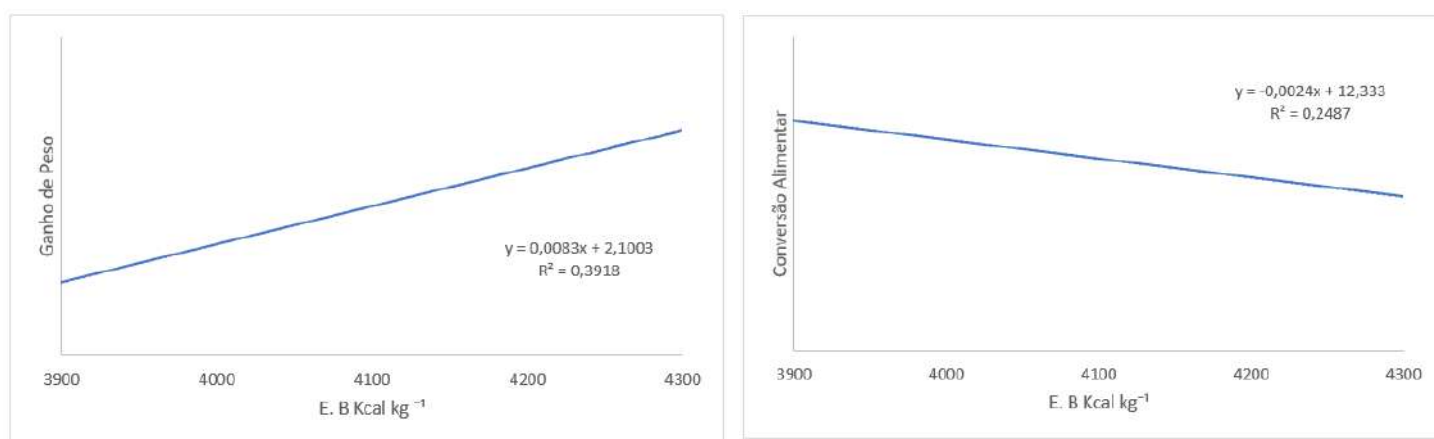
Parâmetros	E. B Kcal kg ⁻¹					CV(%)
	3900	4000	4100	4200	4300	
TS (%)	100	100	100	100	100	
CE (g)	16,04 ± 4,75	12,3 ± 3,64	13,0 ± 3,76	15,09 ± 5,10	16,7 ± 2,14	26,99
GP (g)	36,22 ± 8,57	34,90 ± 1,67	33,74 ± 0,55	37,45 ± 6,47	39,11 ± 4,87	14,7
CA	3,8 ± 2,46	1,99 ± 0,46	1,86 ± 0,27	2,21 ± 0,56	2,44 ± 0,80	47,62
TCE	75,46 ± 17,87	64,55 ± 11,71	64,94 ± 10,49	77,72 ± 13,77	81,42 ± 10,23	18,02
TEP	100,61 ± 23,81	86,07 ± 15,62	86,58 ± 13,98	103,63 ± 18,36	108,56 ± 13,64	18,02
IHS	1,16 ± 0,22	1,36 ± 0,38	1,13 ± 0,05	1,09 ± 0,12	1,14 ± 0,13	18,1
IDS	10,05 ± 1,58	11,26 ± 2,81	10,10 ± 1,17	11,28 ± 1,36	10,60 ± 2,06	17,72

Taxa de sobrevivência (TS), Consumo estimado (CE), Ganho de peso (GP), Conversão alimentar (CA), Taxa de crescimento específico (TCE), Taxa de eficiência proteica (TEP), Índice hepato-somático (IHS), Índice digestivo-somático (IDS), Coeficiente de variação (CV). Valores são apresentados como média ± desvio padrão. NS = não significativo ($P>0,05$).

Os resultados de ganho de peso e conversão alimentar observados neste estudo são consistentes com os achados de Ayisi et al. (2019), que avaliaram a substituição do óleo de peixe por óleo de palma e relataram que a tilápia manteve desempenho semelhante ao tratamento controle, sem diferenças estatísticas no crescimento final. Esse mesmo comportamento foi registrado por Ng et al. (2003), os quais substituíram até 100% do óleo de peixe por óleo de palma sem prejuízos ao crescimento dos peixes. De forma concordante, Sarker et al. (2016) verificaram que a substituição total do óleo de peixe por lipídios derivados de microalgas (outra fonte lipídica não animal) também resultou em ganho de peso equivalente entre os tratamentos.

O uso de óleos vegetais geralmente não afetam negativamente o crescimento dos peixes, no entanto, Bell et al. (2001) destacam que, apesar do desempenho zootécnico ser mantido, esses óleos podem influenciar características de carcaça. De fato, Meurer et al. (2002) observaram que dietas com maior teor lipídico tendem a promover maior deposição de gordura corporal.

Figura 6 - Equação de regressão para os níveis de inclusão do óleo de coco de babaçu (*Attalea speciosa*) em juvenis de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) por 42 dias para o índice de ganho de peso e conversão alimentar



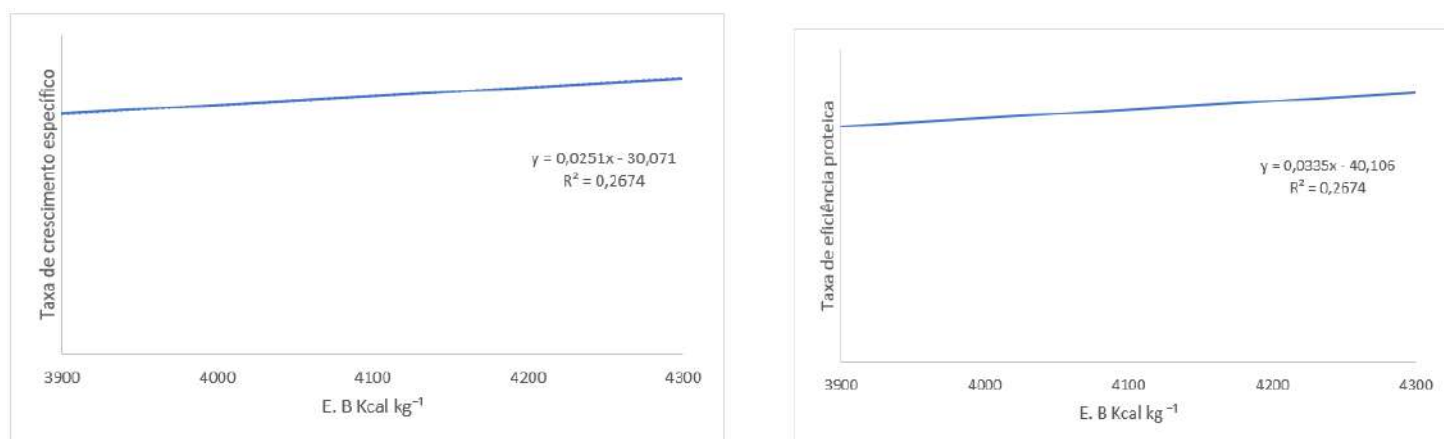
Conforme demonstrado na Figura 6, a conversão alimentar apresentou comportamento linear decrescente com o aumento dos níveis de óleo de coco babaçu na dieta. Resultados semelhantes foram relatados por Meurer et al. (2002), que observaram redução linear da conversão alimentar em alevinos revertidos de tilápia-do-Nilo alimentados com níveis crescentes de óleo de soja. De maneira semelhante, Braga (2020) verificou-se que a inclusão de até 15% de óleo de coco babaçu proporcionou melhor desempenho em peixes da espécie piauí (*Leporinus obtusidens*). Esses achados corroboram a hipótese proposta por Meurer et al. (2002), segundo a qual a maior inclusão de óleo na dieta aumenta a palatabilidade e, consequentemente, o consumo, resultando em maior ganho de peso.

Quanto aos valores de conversão alimentar, espécies amplamente cultivadas, como a tilápia, geralmente apresentam índices entre 1,2 e 1,8 (EL-SAYED, 2006), limites inferiores aos observados no presente estudo. Entretanto, os valores registrados aqui, encontram-se dentro do intervalo relatado para espécies de crescimento mais lento ou condições experimentais específicas, nas quais a conversão alimentar pode variar de 1,5 a 2,5 (LOVELL, 1998; ANDERSON, 1995).

A Taxa de Crescimento Específico (TCE) dos juvenis de tilápia-do-nilo apresentou um aumento conforme elevação da densidade energética da dieta, indicando que os ácidos graxos presentes no óleo de babaçu foram eficientemente utilizados como fonte de energia, permitindo maior retenção de proteína para crescimento. Esses valores demonstram que a inclusão do óleo de coco babaçu não comprometeu o desempenho produtivo dos peixes, uma vez que todos os tratamentos mantiveram níveis elevados de crescimento ao longo do período experimental.

Resultados semelhantes foram observados em outros estudos com tilápia-do-nilo submetida à substituição de fontes lipídicas tradicionais. Ng et al. (2003), ao substituírem o óleo de peixe por óleo de palma, relataram que a TCE permaneceu estável e não diferiu do controle, evidenciando que a espécie apresenta elevada flexibilidade metabólica em relação à composição dos lipídios dietéticos.

Figura 7 - Equação de regressão para os níveis de inclusão do óleo de coco de babaçu (*Attalea speciosa*) em juvenis de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) por 42 dias para o índice de taxa de crescimento específico e taxa de eficiência proteica



A Taxa de Eficiência Protéica (TEP) representa a capacidade do animal de converter a proteína ingerida em crescimento, e é influenciada não apenas pelo teor de proteína bruta da ração, mas também pela relação proteína/energia e pela digestibilidade dos ingredientes. A TEP tende a diminuir quando há aumento excessivo na proteína da dieta, especialmente quando a energia disponível não acompanha esse aumento, levando ao uso ineficiente da proteína excedente.

Essa tendência foi demonstrada, por exemplo, em pacu (*Piaractus mesopotamicus*), no qual o aumento nos níveis de proteína bruta resultou na redução da TEP em todos os níveis de energia digestível testados (BICUDO, 2008). Essa relação indica que a eficiência protéica não

depende apenas da quantidade de proteína, mas da adequação da energia para permitir que a proteína seja utilizada prioritariamente para síntese tecidual, e não para fins energéticos.

No presente estudo, apesar das médias não apontarem diferenças significativas entre os tratamentos, a análise de regressão evidenciou uma tendência linear da TEP (Figura 7), com a elevação dos níveis de energia da dieta. Esse comportamento sugere que pequenas elevações na energia disponível podem ter favorecido a utilização de proteínas para fins anabólicos, reduzindo sua oxidação como fonte energética. Quando comparados esses dados de Bicudo (2008), observa-se coerência com o comportamento esperado da TEP diante de variações no teor energético da dieta. Os valores mais elevados de TEP observados, sugerem que houve uma faixa ótima de energia digestível que favoreceu o uso eficiente da proteína. Esse padrão confirma que a relação adequada entre proteína e energia é essencial para maximizar o desempenho produtivo e reduzir o desperdício de nutrientes.

Não foram observadas diferenças significativas quando comparado no teste de médias para o parâmetro de Índice Hepato-Somático (IHS). Em peixes alimentados com dietas altamente energéticas ou inadequadas, é comum observar aumento no peso relativo do fígado devido ao acúmulo de glicogênio e lipídios. Bicudo (2008), estudando pacu (*Piaractus mesopotamicus*), relatou que dietas com excesso de energia podem elevar o IHS, refletindo maior deposição de gordura hepática. O fato de o IHS no presente estudo não ter aumentado com as dietas de maior energia sugere que os níveis testados estavam dentro de uma faixa fisiologicamente segura para a espécie estudada.

Além disso, embora o teste de médias não tenha detectado diferenças significativas, a análise de regressão indicou um leve decréscimo do IHS (Figura 8), com o aumento dos níveis de energia da dieta. Esse comportamento pode refletir uma melhor utilização dos nutrientes energéticos pela espécie, reduzindo a necessidade de armazenar reservas no fígado. Assim, mesmo com maiores teores energéticos, os peixes possivelmente direcionaram a energia adicional para o ganho de peso como observado na análise de regressão (Figura 6) e taxa de crescimento específico (Figura 7), evitando acúmulo hepático excessivo. Esse resultado reforça a interpretação de que as dietas fornecidas não ultrapassaram a capacidade fisiológica de processamento energético da espécie.

Da mesma forma, trabalhos com Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) mostram que o IHS se mantém estável quando a dieta apresenta adequado equilíbrio entre proteína e energia.

Boscolo et al. (2016) verificaram valores de IHS próximos a 1,0–1,5 em tilápias cultivadas com diferentes níveis de proteína na ração, sem diferenças significativas entre tratamentos, resultado semelhante ao encontrado no presente estudo. Essa estabilidade é interpretada como sinal de homeostase metabólica e boa adaptação da espécie às dietas oferecidas.

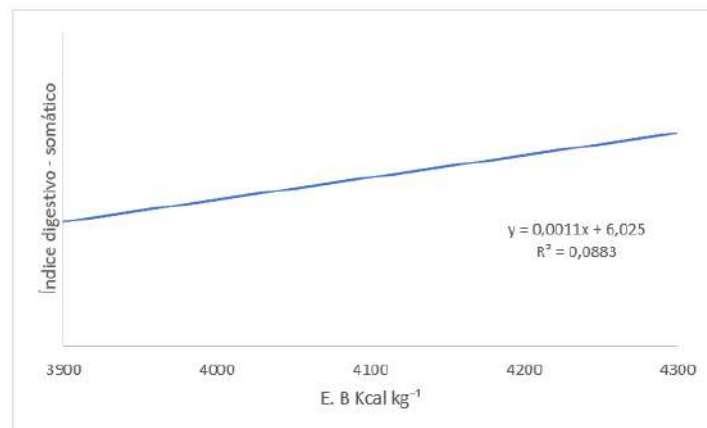
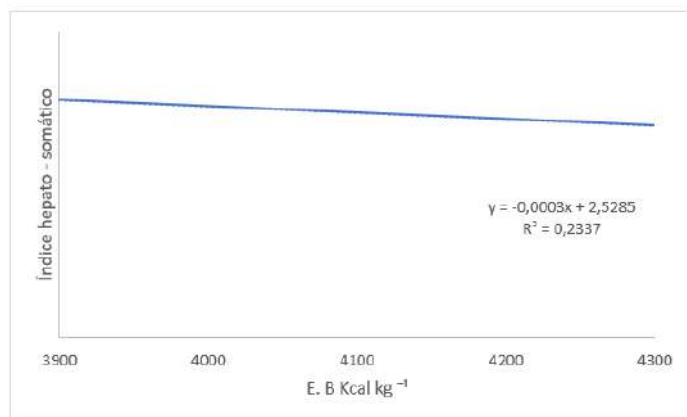
Assim, ao considerar os resultados obtidos a partir da análise de regressão, torna-se evidente que os valores de IHS deste estudo se enquadram dentro da normalidade fisiológica e demonstram que as dietas não induziram efeitos adversos sobre o metabolismo hepático. Isso indica que os níveis energéticos avaliados foram apropriados e não resultaram em estresse hepatometabólico, preservando o fígado dentro de parâmetros fisiológicos esperados para peixes mantidos em bom estado nutricional.

Figura 9 - Evidência visual do acúmulo de gordura visceral em (*Oreochromis niloticus*) demonstrando maior deposição lipídica ao redor dos órgãos internos conforme o nível energético da dieta



Fonte: Acervo do autor

Figura 8 - Equação de regressão para os níveis de inclusão do óleo de coco de babaçu (*Attalea speciosa*) em juvenis de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) por 42 dias para o índice hepato-somático e índice digestivo-somático



O Índice Digestivo-Somático (IDS) não apresentou diferenças significativas, conforme demonstrado na Tabela 4. Estudos com pacu (*Piaractus mesopotamicus*) demonstram que o IDS tende a permanecer estável quando a dieta apresenta relação proteína/energia equilibrada, sem excesso de lipídios ou carboidratos. Bicudo (2008), ao avaliar diferentes combinações de energia digestível e proteína bruta, relatou que o IDS não sofre grandes oscilações quando os nutrientes estão dentro de níveis fisiológicos adequados, o que está em concordância com os resultados do presente estudo.

Porém, quando observado os resultados de IDS na análise de regressão houve uma indicação de tendência linear (Figura 8), essa resposta sugere que os níveis energéticos utilizados não promoveram distúrbios fisiológicos relacionados ao trato digestório. Isso reforça que as dietas testadas mantiveram um ambiente digestivo estável, evitando tanto a sobrecarga de substratos quanto à necessidade de adaptações estruturais no intestino.

2.3.2 Análise de carcaça

A determinação da composição química das carcaças dos animais submetidos aos tratamentos é apresentada na tabela 5. Diferenças significativas ($p < 0,05$) na matéria seca e na proteína bruta foram observadas para os níveis de inclusão do óleo de babaçu. Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para o extrato etéreo.

Tabela 5 - Composição química das carcaças de juvenis de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com diferentes níveis de óleo de coco babaçu (*Attalea speciosa*) por 42 dias

Parâmetro	E. B Kcal kg ⁻¹					CV (%)
	3900	4000	4100	4200	4300	
Matéria Seca (%)	83,0 ± 0,46a	82,1 ± 0,44ba	82,1 ± 0,26ba	81,7 ± 0,51ba	82,3 ± 0,90a	0,68
Proteína Bruta (%)	62,8 ± 0,42a	60,4 ± 0,15a	56,7 ± 0,32a	54,6 ± 0,77b	55,1 ± 0,88b	1,00
Extrato Etéreo (%)	22,2 ± 1,35	22,8 ± 0,50	22,5 ± 0,49	22,9 ± 0,29	23,0 ± 0,43	3,17

A composição química das carcaças observada neste estudo apresenta padrões consistentes com os resultados já descritos na literatura sobre nutrição de peixes alimentados com diferentes fontes lipídicas. A matéria seca manteve-se estável entre os tratamentos, indicando que a inclusão de óleo de coco babaçu não afetou este parâmetro, comportamento semelhante ao relatado por Boscolo et al. (2006), que verificaram pouca variação nos teores de umidade e matéria seca de tilápias alimentadas com óleos vegetais.

Em relação à proteína bruta, observou-se redução gradativa conforme aumentou a densidade energética das dietas, padrão compatível com o efeito poupador de proteína associado ao maior aporte lipídico. Essa mesma tendência foi descrita por Meurer, Hayashi e Boscolo (2002), que relataram diminuição significativa da deposição proteica corporal em tilápias submetidas a dietas mais energéticas. Resultado semelhante também foi encontrado por Druzian et al. (2012), que registraram menor teor proteico na carcaça de peixes alimentados com dietas suplementadas com óleo de soja, reforçando que a elevação do conteúdo de lipídios dietéticos direciona o metabolismo para maior acúmulo de gordura e menor utilização da proteína para fins energéticos. Além disso, Rocha et al. (2023) também verificaram diferença significativa nos teores de proteína bruta na carcaça em função da variação energética das dietas, corroborando esse padrão metabólico.

Boscolo, Hayashi e Meurer (2002) já haviam demonstrado que o incremento de óleo vegetal na dieta de tilápias promove maior deposição lipídica na carcaça. Da mesma forma, Druzian et al. (2012) verificaram elevação significativa nos teores de gordura corporal em peixes recebendo dietas suplementadas com óleo de soja, confirmando que a maior densidade energética favorece o acúmulo de lipídios, tal como observado no presente estudo.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados demonstram que a inclusão de óleo de coco babaçu (*Attalea speciosa*) na alimentação de juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) não promoveu diferenças significativas nos parâmetros zootécnicos avaliados, indicando que o ingrediente pode ser utilizado como fonte lipídica alternativa sem comprometer o desempenho produtivo dos peixes na fase juvenil. Mesmo sem diferenças estatísticas, o uso de insumos regionais como o óleo de coco babaçu representa uma estratégia promissora para a sustentabilidade da aquicultura. Além disso, o aproveitamento de recursos locais pode contribuir para o fortalecimento de cadeias produtivas regionais, fomentando a economia e reduzindo impactos ambientais associados ao transporte e processamento de insumos tradicionais. Contudo, os resultados também indicam a necessidade de maior aprofundamento científico sobre o tema. Torna-se necessário ampliar as investigações para avaliar suas vantagens competitivas e seu papel na formulação de dietas mais eficientes, sustentáveis e alinhadas às demandas da piscicultura moderna.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J. Fish nutrition. In: HALVER, J.; HARDY, R. (ed.). *Fish Nutrition*. 3. ed. San Diego: Academic Press, 1995. cap. 8, p. 351–390.
- ARARUNA, F. O. Amido de mesocarpo de *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng. (babaçu) na fabricação de filmes cicatrizantes. 2021. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021.
- ASDARI, R. et al. Effect of different dietary lipid sources on growth, feed utilization and fatty acid composition of fingerling rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, v. 10, n. 3, p. 567–586, 2011.
- AYISI, C. L.; ZHAO, J.; YAME, C. et al. Effects of replacing fish oil with palm oil in diets of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on muscle biochemical composition, enzyme activities, and mRNA expression of growth-related genes. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 2019.
- BARBOSA, M. C. L. et al. Efeito do óleo de babaçu (*Orbignya phalerata*) na microcirculação: estudo experimental e avaliação clínica em famílias de quilombolas quebradeiras de coco. 2012. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2012.
- BELL, J. G. et al. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acids metabolism. *Journal of Nutrition*, v. 131, p. 1535–1543, 2001.
- BICUDO, A. J. A. Exigências nutricionais de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em proteína e energia digestível. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, 2008.
- BRAGA, F. A. Inclusão do óleo extraído do babaçu na alimentação de piau (*Leporinus obtusidens*). 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2024.
- BOSCOLO, W. R. et al. Desempenho e crescimento de tilápia-do-nilo alimentada com diferentes níveis nutricionais. Embrapa Pesca e Aquicultura, 2016.
- BOSCOLO, W. R. et al. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para juvenis de tilápia-do-Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 4, p. 1581–1590, 2006.
- CASTELL, J. D.; BELL, J. G.; TOCHER, D. R.; SARGENT, J. R. Lipid requirements of juvenile fish. In: HALVER, J. E.; HARDY, R. W. (ed.). *Fish nutrition*. 3. ed. San Diego: Academic Press, 2004. p. 259–307.
- CASTILLO-CAMPOS, A. A tilapicultura no Brasil. São Paulo: Ícone, 1994.
- CERRATINGA. Babaçu (*Attalea ssp.*). [S.l.: s.n., s.d.].
- CHEN, Y. et al. Effects of dietary fish oil replacement by soybean oil and L-carnitine supplementation on growth performance, fatty acid composition, lipid metabolism and liver health of juvenile largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquaculture*, 734596, 2019.

COSTA, C. L. Caracterização físico-química de óleos fixos artesanais do coco babaçu (*Orbignya phalerata*) de regiões ecológicas do estado do Maranhão, Brasil. *Revista...*, v. 20, p. 27–38, 2015.

DRUZIAN, J. I. et al. Influência da dieta suplementada com óleo de soja na composição centesimal e perfil lipídico de tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 71, n. 1, p. 85–92, 2012.

EL-SAYED, A.-F. M. *Tilapia culture*. Wallingford: CABI Publishing, 2006.

FILIPETTO, J. E. S. et al. Substituição de fígado bovino por glúten de milho, glúten de trigo e farelo de soja em rações para pós-larvas de piava (*Leporinus obtusidens*). *Ciência Rural*, v. 35, n. 1, p. 192–197, 2005.

FURUYA, W. M. et al. Composição química e digestibilidade aparente de subprodutos das polpas de tomate e goiaba para tilápia do nilo. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 34, n. 4, p. 505–510, 2018.

GARLOCK, T. et al. A global blue revolution: aquaculture growth across regions, species, countries. *Reviews in Fisheries Science*, 2020.

IBGE. *Produção da pecuária municipal 2023*. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. 12 p.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes – Parte III. *Panorama da Aquicultura*, v. 8, p. 35–43, 1998.

LALL, S. P. Nutrition and health of fish. In: CRUZ-SUAREZ, L. E. et al. (ed.). *Avances en Nutricion Acuicola V*. Merida, 2000. p. 19–22.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de bioquímica*. São Paulo: Savier, 1995.

LOVELL, T. *Nutrition and feeding of fish*. Springer, 1998.

LOPES, J.M.; PASCOAL, L.A.F.; SILVA FILHO, F.P.; SANTOS, I.B.; WATANABE, P.H.; ARAÚJO, D.M.; PINTO, D.C.; OLIVEIRA, P.S. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. *Revista brasileira de saúde e produção animal*, v.11, n.2, p.519 - 526, 2010.

MARTÍNEZ-LLORENS, S. et al. Soybean oil as an alternative to fish oil in diets for *Sparus aurata*. *Aquaculture Nutrition*, v. 13, n. 4, p. 271–280, 2007.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia-do-Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 2, p. 566–573, 2002.

MOHANTA, K. N. et al. Dietary energy level and protein-to-energy ratio for silver barb. *Aquaculture Nutrition*, v. 15, n. 6, p. 627–637, 2009.

MORO, G. et al. Espécies de peixe para piscicultura. In: LIMA, A. et al. *Piscicultura de água doce*. Brasília: Embrapa, 2013. p. 29–70.

MOURA, G. et al. Effects of substitution of dietary fish oil by vegetable oil... *Aquaculture*, v. 248, p. 173–186, 2005.

- MRE, Y. et al. Fish oil replacement by soybean oil in meagre. *Aquaculture Research*, v. 47, p. 2256–2265, 2015.
- NASOPOULOU, C.; ZABETAKIS, I. Benefits of replacing fish oil with plant oils. *Food Science and Technology*, v. 47, p. 217–224, 2012.
- NG, W.-K.; LIM, P. K.; BOEY, P.-L. Dietary lipid and palm oil source affects growth, fatty acid composition and muscle α -tocopherol concentration of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture*, vol. 215, no. 1-4, pp. 229-243. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00067-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00067-4).
- OLIVEIRA, A. C. B.; MIRANDA, E. C.; CORREA, R. Exigências nutricionais do tambaqui. In: FRACALOSSO & CYRINO. *Nutriaqua*. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura, 2012.
- OLIVEIRA, E. et al. Produção de tilápia: mercado, espécie e biologia. *Embrapa Meio Norte, Circ. Técnica* 45, p. 1–12, 2007.
- OLSEN, R. E. Lipid digestibility in marine fish. *Aquaculture Nutrition*, v. 4, p. 65–74, 1998.
- PANIGORO, N. et al. Optimizing red tilapia aquaculture in peatlands. 2024.
- PAVLAK, M. C. M. et al. Aproveitamento da farinha do mesocarpo do babaçu para obtenção de etanol. *Evidência*, v. 7, n. 1, p. 7–24, 2007.
- PEIXE BR. Anuário Peixe BR da Piscicultura – Edição 2024. São Paulo: Associação Brasileira da Piscicultura, 2024. Disponível em: https://www.aen.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2024-07/anuariopeixe-br2024.pdf.
- PEIXOTO, A. R. Plantas oleaginosas arbóreas. São Paulo: Nobel, 1973.
- REGOST, C. et al. Dietary lipid level and hepatic lipogenesis in turbot. *Aquaculture*, v.193, p. 291–309, 2001.
- RIBEIRO, P. A. P. et al. Nutrição lipídica para peixes. *Revista Nutritime*, v. 4, p. 436–455, 2007.
- RICHARD, N. et al. Fish oil replacement by vegetable oils in seabass. *Aquaculture*, v. 261, p. 1077–1087, 2006.
- ROCHA, A. A.; NAVARRO, R. D., et al. Performance and physiological response of juvenile tambaqui fed diets containing pequi oil. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 45, e58707, 2023.
- ROCHA, Â. M. A. Desempenho e exigência de proteína de alevinos de pacamã. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, 2019.
- ROSA, I. G. Estudo químico do resíduo amiláceo do coco babaçu. *Revista de Química Industrial*, p. 56–62, 1986.
- ROMANZINI, G. B.; COSTA, C. P. Cultivo de tilápia em tanques-rede: revisão. *Revista JRG*, v. 6, n. 13, 2023.

- SÁNCHEZ-MUROS, M. J. et al. Long-term nutritional effects on glucose-6-phosphate dehydrogenase activity in trout. *Aquaculture Nutrition*, v. 2, p. 193–200, 1996.
- SANTOS, L. et al. Exigência proteica de juvenis de tambaqui após privação alimentar. *Acta Amazônica*, v. 40, n. 3, p. 597–604, 2010.
- SARGENT, J. R.; TOCHER, D. R.; BELL, J. G. The lipids. In: HALVER, R. W.; HARDY, J. E. *Fish nutrition*. Academic Press, 2002.
- SARKER, P. K. et al. Complete substitution of fish oil with *Schizochytrium* sp. *PLoS ONE*, 2016.
- SILVA, G. F. *Tilápia-do-nilo: criação e cultivo em viveiros no Paraná*. UFPR, 2015.
- SILVA, M. E. C. et al. Aspectos etnobotânicos do babaçu no Piauí. *Gaia Scientia*, v. 11, n. 3, p. 196–211, 2017.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 2ed. Viçosa: EFV, 1990, 165p.
- SIQUEIRA, T. V. *Aquicultura: a nova fronteira para alimentação mundial*. Boletim IPEA, 2018.
- SWENSON, M. J.; REECE, W. O. *Dukes: fisiologia dos animais domésticos*. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.
- TACON, A. G. J.; METIAN, M. Global overview of fish meal and oil use. *Aquaculture*, v. 285, p. 146–158, 2008.
- TANDY, D. Oilseed extraction. In: TANDY, D. *Introduction to fats and oils technology*. Champaign: AOCS, 1991.
- TAVARES, M. M. *Fontes de óleos vegetais para lambari-do-rabo-amarelo*. 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- TOCHER, D. R. Metabolism and functions of lipids in teleost fish. *Reviews in Fisheries Science*, v. 11, n. 2, p. 107–184, 2003.
- TROMBETA, T. D. et al. Viabilidade bioeconômica da produção de tilápia. *Revista Brasileira de Gestão e Engenharia*, v. 12, n. 1, p. 1–21, 2020.
- ULIANA, O.; SILVA, J. H. S.; REZENDE NETO, J. Diferentes fontes de lipídios na criação de jundiá. *Ciência Rural*, v. 31, n. 1, p. 129–133, 2001.
- VAN DER MEER, M. B.; ZAMORA, J. E.; VERDEGEM, M. C. J. Effect of dietary lipid level on protein utilization of tambaqui. *Aquaculture Research*, v. 28, p. 405–417, 1997.
- VICENTE, I. S. et al. Mercado e produção de tilápias no Brasil. *Informações Econômicas*, v. 44, n. 2, p. 36–47, 2014.
- Wan, PJ (1991) Oilseed extraction. In: Wan, P.J. *Introduction to fats and oils technology: Properties in fats and oils*. American Oil Chemists Society. Champaign, Illinois. 213p

- WILLIAMS, K. C. A review of feeding practices and nutritional requirements of postlarval groupers. *Aquaculture*, v. 292, p. 141–152, 2009.
- YILDIZ, M. et al. Effect of different plant oils on trout growth and flesh quality. *Aquaculture Research*, v. 46, p. 2885–2896, 2015.
- OCHANG, S. et al. Growth performance and quality of African catfish fed palm oil. *Pakistan Journal of Nutrition*, v. 6, n. 5, p. 452–459, 2007.