

Universidade Federal de Pernambuco
Curso de Ciências Biológicas Bacharelado

Gerlayne Maria dos Santos

**EFEITO DIETÉTICO DA FARINHA DE CEFALOTÓRAX DE CAMARÃO NO
DESEMPENHO ZOOTÉCNICO, HEMATOLOGIA E NA ATIVIDADE
BIOQUÍMICA SÉRICA DE TILÁPIA DO NILO *Oreochromis niloticus*.**

**Recife
2025**

Gerlayne Maria dos Santos

**EFEITO DIETÉTICO DA FARINHA DE CEFALOTÓRAX DE CAMARÃO NO
DESEMPENHO ZOOTÉCNICO, HEMATOLOGIA E NA ATIVIDADE
BIOQUÍMICA SÉRICA DE TILÁPIA DO NILO *Oreochromis niloticus*.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito
parcial para obtenção do título de
Bacharel em Biologia pelo Curso
de Ciências Biológicas
Bacharelado da Universidade
Federal de Pernambuco.

Orientador: Prof. Dr. Ranilson
de Souza Bezerra

Coorientador: Dr. Guilherme
Melgaço Heluy

**Recife
2025**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Santos, Gerlayne Maria dos .

EFEITO DIETÉTICO DA FARINHA DE CEFALOTÓRAX DE CAMARÃO
NO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO, HEMATOLOGIA E NA ATIVIDADE
BIOQUÍMICA SÉRICA DE TILÁPIA DO NILO *Oreochromis niloticus*. /

Gerlayne Maria dos Santos. - Recife, 2025.

46 : il., tab.

Orientador(a): Ranilson de Souza Bezerra

Coorientador(a): Guilherme Melgaço Heluy

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas - Bacharelado, 2025.

Inclui referências, apêndices.

1. Aquicultura sustentável. 2. nutrição de peixes. 3. imunidade. 4. economia
circular. 5. resíduos. I. Bezerra, Ranilson de Souza. (Orientação). II. Heluy,
Guilherme Melgaço . (Coorientação). IV. Título.

540 CDD (22.ed.)

Gerlayne Maria dos Santos

**EFEITO DIETÉTICO DA FARINHA DE CEFALOTÓRAX DE CAMARÃO NO
DESEMPENHO ZOOTÉCNICO, HEMATOLOGIA E NA ATIVIDADE
BIOQUÍMICA SÉRICA DE TILÁPIA DO NILO *Oreochromis niloticus*.**

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado como
requisito parcial para obtenção
do título de Bacharel em
Biologia, pelo Curso de Ciências
Biológicas Bacharelado da
Universidade Federal de
Pernambuco.

Aprovado em: 13/03/2025

BANCA EXAMINADORA

Dr. Guilherme Melgaço Heluy
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Me. Vivian Costa Vasconcelos
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Me. Maria Angélica da Silva
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Mainha, cuja sabedoria, amor e apoio incondicional foram fundamentais.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus por iluminar meu caminho e me dar forças para chegar até aqui. Foram seis anos de muito aprendizado, em que cada dia representou uma nova batalha. No entanto, em nenhum momento pensei em desistir. Grande parte dessa força veio das pessoas que estiveram ao meu lado. Em especial, às duas mulheres mais importantes da minha vida: minha irmã, Juliana, e minha mãe, Vaneide. Sem vocês, eu não teria conseguido. Meus irmãos. Nina, Nando, Duca e Binho, obrigada pelo incentivo. Aos meus amigos Marcos Palmeiras, Allef, Erika, Diogo, Thiago, Estela e Marcos Rufino, vocês são os amores da minha vida. Sou imensamente grata por tudo o que vivemos nos corredores e salas de aula. Nossa amizade ultrapassou os limites da universidade, somos a família lobisomem. A minha querida amiga Allyne, você foi e é muito importante nessa minha jornada. E com o coração cheio de gratidão, também agradeço ao meu coorientador, Dr. Guilherme Melgaço, que me estendeu a mão quando eu me sentia à deriva e me apresentou à família LAPAQ. Tornou-se mais que um orientador; eu o tenho como um amigo. Não teria chegado até aqui sem seus ensinamentos. Ao comandante Douglas e à Dra. Marcele, que tanto me ajudaram, saibam que cada conselho que recebi está guardado no coração, e farei bom uso de tudo que aprendi com vocês. Mesmo com pouco conhecimento sobre aquicultura, vocês permaneceram pacientes, prestativos e me ensinaram tudo que foi necessário. Arcanjo, GRANDE Arcanjo. Obrigada por compartilhar seus conhecimentos comigo. Às meninas do LABENZ, deixo aqui minha mais profunda gratidão e respeito por tudo que me ensinaram. Angélica, Vivian, Jhenni, Josy e Juli, vocês foram essenciais para minha formação, e levo cada aprendizado comigo. Obrigada por tudo! E a nossa Cacique suprema, a professora Juliana, obrigada por ter me aceitado e acolhido, me formo em Ciências Biológicas com Ênfase em Aquicultura devido ao fato de a senhora ter me aceitado em seu laboratório. Aos amigos que fiz na RESEX, especialmente à Barbie (Daiane), uma mulher excepcional, e ao Sérgio, o maior praieiro que já conheci, meus sinceros agradecimentos. E já nos últimos anos da graduação, Deus me presenteou com uma amizade mais do que especial, Paula obrigada por todos os momentos. E, por fim, atribuo a mim mesma meus agradecimentos, por ter sido forte, paciente, verdadeira e por ter mantido a fé.

RESUMO

A inclusão de subprodutos da indústria pesqueira na alimentação de peixes tem sido estudada como uma estratégia sustentável para reduzir impactos ambientais e otimizar o desempenho zootécnico na aquicultura. Neste estudo, avaliou-se a de farinha de cefalotórax de camarão *Penaeus vannamei* (FCC) na dieta de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e seus efeitos no crescimento, hematologia e bioquímica sérica. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco níveis de inclusão de FCC (0,0%, 5%, 10%, 15% e 20%) e quatro repetições por tratamento. Os resultados indicaram que dietas contendo 15% e 20% de FCC proporcionaram ganhos significativos no crescimento dos peixes, com melhorias no ganho de peso, taxa de conversão alimentar, eficiência alimentar, taxas de crescimento específico e taxa de eficiência proteica ($P < 0,05$). A suplementação com FCC também influenciou positivamente os níveis séricos de glicose, colesterol total, triglicerídeos e albumina, especialmente nos grupos alimentados com 15% e 20% de FCC ($P < 0,05$). Nos parâmetros hematológicos, os peixes que receberam 15% e 20% de FCC apresentaram maior contagem de linfócitos e monócitos, enquanto aqueles alimentados com 20% de FCC tiveram a maior contagem total de leucócitos ($P < 0,05$). Por outro lado, a inclusão da FCC não influenciou na taxa de sobrevivência, o consumo total médio, o fator de condição, a contagem de neutrófilos, trombócitos e o percentual de hematócrito ($P > 0,05$). Os achados deste estudo demonstram que a inclusão de até 20% de FCC na dieta da tilápia do Nilo melhora o desempenho produtivo e parâmetros fisiológicos sem comprometer a sobrevivência dos peixes. Além de representar uma alternativa proteica viável, a utilização da FCC contribui para a redução do descarte de resíduos da carcinicultura, promovendo maior sustentabilidade na aquicultura. No entanto, são necessários estudos adicionais para avaliar seus efeitos a longo prazo e otimizar sua aplicação em sistemas produtivos comerciais.

Palavras-Chave: Aquicultura sustentável; nutrição de peixes; imunidade; economia circular; resíduos.

ABSTRACT

The inclusion of by-products from the fishing industry in fish feed has been studied as a sustainable strategy to reduce environmental impacts and optimize zootechnical performance in aquaculture. This study evaluated the inclusion of *Penaeus vannamei* cephalothorax meal (CCM) in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles and its effects on growth, hematology, and serum biochemistry. The experiment was conducted in a completely randomized design with five levels of CCM inclusion (0.0%, 5%, 10%, 15%, and 20%) and four replicates per treatment. The results indicated that diets containing 15% and 20% CCM significantly improved fish growth, with enhanced weight gain, feed conversion ratio, feed efficiency, specific growth rate, and protein efficiency ratio ($P < 0.05$). CCM supplementation also positively influenced serum glucose, total cholesterol, triglycerides, and albumin levels, particularly in fish fed 15% and 20% CCM ($P < 0.05$). Regarding hematological parameters, fish receiving 15% and 20% CCM exhibited higher lymphocyte and monocyte counts, while those fed 20% CCM showed the highest total leukocyte count ($P < 0.05$). On the other hand, CCM inclusion did not significantly affect survival rate, average total intake, condition factor, neutrophil and thrombocyte counts, or hematocrit percentage ($P > 0.05$). The findings of this study demonstrate that the inclusion of up to 20% CCM in Nile tilapia diets improves productive performance and physiological parameters without compromising fish survival. In addition to serving as a viable protein alternative, CCM utilization contributes to reducing shrimp farming waste disposal, promoting greater sustainability in aquaculture. However, further studies are needed to assess its long-term effects and optimize its application in commercial production systems.

Keywords: Sustainable aquaculture; fish nutrition; immunity; circular economy; waste.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ingredientes (%) e composição proximal das dietas experimentais.

Tabela 2: Parâmetros de qualidade de água médios avaliados nos sistemas de recirculação.

Tabela 3: Desempenho zootécnico dos alevinos de tilápia do Nilo alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de farinha de cefalotórax de camarão.

Tabela 4: Perfil bioquímico sérico de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com diferentes concentrações de farinha de cefalotórax de camarão.

Tabela 5: Contagem total e diferencial de leucócitos (%), trombócitos (%) e hematócrito (%) de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com diferentes concentrações de farinha de cefalotórax de camarão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Figura 2: Sistemas de recirculação de água onde foi realizado o experimento.

Figuras 3 e 4: Amostras de cefalotórax de camarão (3) e farinha de cefalotórax de camarão (4).

Figuras 5 e 6: Mistura dos ingredientes (5) e produção dos pellets de ração (6).

Figuras 7 e 8: Animais durante a biometria inicial (7) e final (8).

Figuras 9 e 10: Coleta de sangue via punção da veia caudal (9) e análises laboratoriais (10).

Figuras 11 e 12: Montagem dos esfregaços (11) e coloração das lâminas (12).

Figura 13: Comparação visual de eritrócitos, categorias de leucócitos e trombócitos presentes no sangue periférico de *Oreochromis niloticus* alimentados com dietas contendo 0% (a), 5% (b), 10% (c), 15% (d) e 20% (e) de farinha de cefalotórax de camarão. Escala: 40×. Ec (eritrócitos); Lc (linfócitos); Mc (monócitos); Np (neutrófilos); Tc (trombócitos).

LISTA DE SIGLAS

- **AB:** Albumina
- **CT:** Colesterol Total
- **CTM:** Consumo Total Médio
- **EDTA:** Ácido Etilenodiamino Tetra-acético (*Ethylenediamine Tetraacetic Acid*)
- **FCC:** Farinha de Cefalotórax de Camarão
- **FC:** Fator de Condição
- **GP:** Ganho de Peso
- **HT:** Hematócrito
- **LCT:** Leucócitos Totais
- **LFC:** Linfócitos
- **MC:** Monócitos
- **MS-222:** Tricaína Metano Sulfonato (*Tricaine Methanesulfonate*)
- **NF:** Neutrófilos
- **ODS:** Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
- **RAS:** Sistema de Recirculação Aquícola (*Recirculating Aquaculture System*)
- **SCM:** Farinha do Cefalotórax de Camarão (*Shrimp Cephalothorax Meal*)
- **S:** Sobrevivência
- **TCA:** Taxa de Conversão Alimentar
- **TCAA:** Taxa de Conversão Alimentar Aparente
- **TCE:** Taxa de Crescimento Específico
- **TEA:** Taxa de Eficiência Alimentar
- **TEP:** Taxa de Eficiência Proteica
- **TC:** Trombócitos
- **TG:** Triglicerídeos
- **UV:** Ultravioleta

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERECIAL TEÓRICO	13
2.1 Aquicultura geral	13
2.2 Resíduos da aquicultura e Carcinicultura	14
2.3 Tilápia do Nilo	16
2.4 Nutrição animal	17
2.5 Contagem total e diferencial de leucócitos	19
3. OBJETIVOS	20
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1 Local do experimento	21
4.2 Elaboração das dietas experimentais	21
4.3 Procedimento experimental	24
4.4 Avaliação dos parâmetros de crescimento	25
4.5 Análises sanguíneas	26
4.6 Análises estatísticas	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6. CONCLUSÃO	35
7. REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade tem se consolidado como um dos principais pilares do setor produtivo, impulsionando iniciativas voltadas à redução de custos e ao aumento da eficiência. Na aquicultura, o desenvolvimento de subprodutos tem ganhado destaque como uma estratégia promissora para otimizar o uso de recursos e minimizar desperdícios com alimentação (Heluy et al., 2024).

Nesse setor aquícola, a gestão dos resíduos gerados pela pesca e aquicultura representa um desafio ambiental significativo, especialmente devido à rápida degradação desses materiais, que exige soluções eficazes para seu reaproveitamento e descarte adequado (Bhaskar et al., 2007). No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei n.º 12.305/2010) estabelece diretrizes para a gestão sustentável desses resíduos, incentivando tanto sua reutilização produtiva quanto a destinação ambientalmente adequada (Brasil, 2010). No entanto, a maior parte dos esforços de reaproveitamento concentra-se na fração inorgânica, enquanto resíduos orgânicos ainda são subutilizados, o que contrasta com as diretrizes dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas (The Global Goals, 2024). O manejo inadequado desses resíduos pode resultar na emissão de gases de efeito estufa e na contaminação do solo e da água, intensificando os impactos ambientais (Zago, Barros, 2019).

O aumento do consumo de produtos pesqueiros – cerca de 22% a mais do que na década de 1960 – tem impulsionado a geração de resíduos, tornando imprescindível a adoção de estratégias sustentáveis para mitigar seus impactos ambientais (FAO, 2024). Nesse contexto, pesquisas vêm explorando alternativas para o reaproveitamento de resíduos orgânicos, incluindo subprodutos do processamento do camarão *Penaeus vannamei*, o crustáceo mais consumido no Brasil. O país que ocupa a 9ª posição entre os maiores produtores mundiais, com a região Nordeste sendo responsável por 99,6% da produção nacional, que atingiu 113 mil toneladas em 2022 (FAO, 2024; IBGE, 2022).

Embora a carcinicultura seja uma atividade altamente rentável, sua intensificação gera desafios ambientais consideráveis, especialmente no manejo dos resíduos gerados. Um dos principais descartes é o cefalotórax, que representa uma parcela significativa do peso total dos camarões e, muitas vezes, é tratado como resíduo sem

destinação adequada. (Mezzomo et al., 2011).

Diante disso, a valorização desses resíduos por meio da conversão em subprodutos se apresenta como uma estratégia promissora, permitindo a transformação de materiais descartados em insumos reaproveitáveis. Essa abordagem não apenas reduz os impactos ambientais associados ao descarte, mas também fortalece a economia circular e agrega valor à cadeia produtiva (Mota et al., 2009; Mezzomo et al., 2013; FAO, 2022).

Entre os subprodutos com potencial para a nutrição aquícola, destaca-se a farinha de cefalotórax de camarão (FCC), que apresenta alto valor nutricional e pode ser uma alternativa sustentável na formulação de dietas para peixes (Cavalheiro, et al., 2022). O cefalotórax do camarão é uma fonte rica em proteínas e nutrientes essenciais (Kumar, Banu, 2018), tornando a FCC uma opção viável para a alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), a espécie mais cultivada no Brasil. Atualmente, a tilápia representa 66,1% da produção de peixes nacional e ocupa a quarta posição no ranking global, com uma produção de 617,3 mil toneladas (IBGE 2022; Peixe BR, 2024). A expectativa é que, nos próximos quatro anos, o Brasil alcance a terceira posição mundial na criação dessa espécie, impulsionado por sua rápida adaptação, crescimento acelerado e alta eficiência alimentar (Furuya, 2010; Ng, Romano, 2013; El-Sayed, 2020; Peixe BR, 2024).

Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo avaliar o impacto da inclusão de diferentes níveis de farinha de cefalotórax de camarão na dieta da tilápia do Nilo, analisando seus efeitos sobre o crescimento e a saúde dos peixes. Além de contribuir para o aprimoramento da eficiência produtiva na aquicultura, esta pesquisa busca mitigar os impactos ambientais associados ao descarte inadequado desse resíduo, promovendo práticas mais sustentáveis no setor.

2. REFERECIAL TEÓRICO

2.1 Aquicultura geral

A aquicultura é o cultivo de organismos aquáticos, como peixes, crustáceos, moluscos e plantas aquáticas. Essa atividade desempenha um papel crescente no fornecimento de alimentos, no desenvolvimento econômico e na conservação ambiental (Siqueira, 2016). Espécies de alto valor comercial, como tilápias e

camarões, dominam a produção global devido à sua alta demanda e lucratividade (Chandan & Roy, 2023).

A aquicultura nacional tem se destacado no cenário global, refletindo um crescimento contínuo. Em 2022, a piscicultura nacional registrou uma produção de 617,3 mil toneladas, representando um aumento de 6% em relação ao ano anterior. A Região Sul destacou-se como a principal produtora, com 220,9 mil toneladas, representando 35,8% da produção nacional. O Norte seguiu com 106,1 mil toneladas (17,2%), o Nordeste com 104,3 mil toneladas (16,9%), o Sudeste com 101,2 mil toneladas (16,4%) e o Centro-Oeste com 84,5 mil toneladas (13,7%). No âmbito estadual, o Paraná é responsável por 27% da produção nacional de peixes, seguido por Rondônia e São Paulo, ambos com 9,1% (IBGE, 2022).

No que se refere à carcinicultura, a produção nacional de camarão cultivado atingiu 113,3 mil toneladas em 2022, representando um aumento de 5,9% em relação ao ano de 2021. O Nordeste consolidou-se como a principal região produtora, responsável por 99,6% da produção nacional, totalizando 112,8 mil toneladas. Entre os estados, o Ceará destacou-se com 61,3 mil toneladas, correspondendo a 54,1% da produção nacional, seguido pelo Rio Grande do Norte com 25,2 mil toneladas (22,2%) e a Paraíba com 7,2 mil toneladas (6,4%) (IBGE, 2022).

Além de sua importância econômica, a aquicultura contribui para a segurança alimentar global, fornecendo cerca de 40% do pescado consumido mundialmente e ajudando a suprir a crescente demanda por alimentos ricos em proteínas (Cole et al., 2009). Além disso, a aquicultura tem se expandido para práticas voltadas à conservação ambiental e manutenção dos ecossistemas aquáticos (Edwards, 2015). Um exemplo disso é a reutilização de resíduos gerados na aquicultura, uma abordagem que contribui para a sustentabilidade ao reduzir impactos ambientais e promover o reaproveitamento de recursos.

2.2 Resíduos da aquicultura e Carcinicultura

A geração de resíduos é um dos principais desafios da aquicultura. O manejo inadequado desses resíduos pode causar impactos ambientais severos, como a eutrofização e a degradação dos ecossistemas aquáticos (Henry-Silva, 2008; Dauda et al., 2019). Com o aumento da demanda global por pescado, torna-se importante adotar estratégias sustentáveis para mitigar esses impactos.

Nos últimos anos, a produção e o consumo sustentável têm sido amplamente

discutidos (Truninger, 2024). Em resposta a essa demanda, a Organização das Nações Unidas elaborou os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), adotados em setembro de 2015 na Agenda 2030. Entre eles, o ODS 12 visa assegurar padrões sustentáveis de produção e consumo, incentivando o uso responsável dos recursos naturais e a redução de resíduos sólidos. O conceito de economia azul, abordado pelo Parlamento Europeu, destaca que práticas sustentáveis na pesca e aquicultura podem impulsionar o crescimento econômico enquanto protegem os ecossistemas marinhos. Essas iniciativas estão alinhadas com os ODS 12 e 14, que visam garantir padrões sustentáveis de produção e promover a conservação e o uso responsável dos oceanos e recursos marinhos (Parlamento Europeu, 2022).



Fonte: brasil.un.org

Figura 1: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

A implementação dessas diretrizes também passa pela adoção de novas tecnologias e processos. O tratamento e aproveitamento de resíduos têm mostrado grande potencial, permitindo a extração de compostos de alto valor agregado, como quitina, quitosana, carotenoides e peptídeos bioativos, que podem ser utilizados em indústrias de alimentos, farmacêutica e cosmética (Kumar, 2018; FAO, 2024).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), o consumo global de pescado deve atingir 205 milhões de toneladas até 2032 (FAO, 2024). A intensificação da produção aumentará a

quantidade de resíduos gerados durante o processo de beneficiamento do pescado (Dauda et al., 2019). Portanto, é importante desenvolver soluções para o reaproveitamento desses resíduos, reduzindo sua disposição inadequada e promovendo a sustentabilidade do setor.

A indústria do processamento de camarão gera grandes volumes de resíduos, sendo o cefalotórax um dos maiores, pois não é tradicionalmente consumido pelo ser humano. Esse resíduo pode representar até 50% do peso total do camarão processado, resultando em uma produção global estimada em até 4 milhões de toneladas anuais (FAO, 2024; Gulzar, Benjakul, 2018; Carmen et al., 2023). No entanto, os subprodutos derivados do processamento de crustáceos apresentam um elevado potencial de reaproveitamento em diferentes setores industriais, especialmente na alimentação animal, incluindo a piscicultura, devido ao seu alto valor nutricional (Nirmal et al., 2020).

A farinha obtida a partir do cefalotórax de camarão destaca-se como um ingrediente promissor para a nutrição aquícola, pois é rica em proteínas de alto valor biológico, apresenta um perfil equilibrado de aminoácidos essenciais e contém lipídios, minerais e carotenoides (Li, et al., 2021; Osuna-Salazar et al., 2023). Estudos demonstram que farinhas similares, como a farinha de camarão inteiro, podem substituir integralmente a farinha de peixe na dieta da tilápia do Nilo sem comprometer o crescimento dos peixes (El-Sayed, 2020). Além disso, sua digestibilidade em tilápias varia entre 74% e 87%, reforçando seu potencial como uma alternativa viável e sustentável para a formulação de rações aquícolas (NRC, 2011).

A adoção de práticas sustentáveis na aquicultura, como a reutilização de resíduos na formulação de rações, impulsiona a inovação e a economia circular. O uso de ingredientes alternativos e sustentáveis reduz a dependência de ingredientes tradicionais e minimiza os impactos ambientais (Nature Finance, 2024). Além disso, pesquisas recentes apontam que o uso de ingredientes de origem marinha pode melhorar a qualidade nutricional das rações, beneficiando o crescimento e a saúde dos animais cultivados, incluindo peixes dulcícolas (Eroldoğan et al., 2023).

2.3 Tilápia do Nilo

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) pertence à família Cichlidae, um dos grupos mais diversificados de peixes de água doce, amplamente distribuídos em diferentes ecossistemas aquáticos. Originalmente nativa da África e do Oriente Médio,

o cultivo de tilápia se espalhou para diversas regiões, devido à características zootécnicas favoráveis, como bom desempenho produtivo e reprodutivo e pela fácil aceitação de ração, além de sua alta tolerância a variações nas condições ambientais, tornando-se uma das espécies mais cultivadas na aquicultura mundial (Furuya, 2010; Nobrega et al., 2020).

A tilápia do Nilo, que pode ser facilmente identificada por sua coloração metálica e verde azulada na região da cabeça, apresenta hábitos alimentares onívoros e atinge a maturidade sexual a partir de 20 cm de comprimento, podendo realizar desovas com até 2.000 ovos (El-Sayed, 2020). Um aspecto reprodutivo distintivo da espécie é a incubação bucal realizada pela fêmea, que protege os ovos e larvas nos primeiros dias de desenvolvimento, aumentando significativamente a taxa de sobrevivência dos alevinos (Souza et al., 2021).

Portanto, devido às suas características, a tilápia do Nilo se tornou a segunda espécie de peixe mais cultivada no mundo, com uma produção global estimada em 5,3 milhões de toneladas (FAO, 2024). No Brasil, a espécie se mantém como a mais cultivada, com 408,4 mil toneladas, o que representa 66,1% do total nacional e torna o Brasil o quarto maior produtor mundial de tilápia (IBGE, 2022), com projeções indicando que o país deverá avançar ainda mais no ranking global de produção (Peixe BR, 2024).

A crescente demanda global por tilápia está associada não apenas à sua viabilidade zootécnica e econômica, mas também aos seus benefícios nutricionais. A espécie representa uma fonte alimentar rica em proteínas de alto valor biológico, além de fornecer vitaminas e minerais essenciais, como vitamina B12, selênio e fósforo, tornando-se um importante recurso para a segurança alimentar e a geração de renda para produtores em diversas regiões do mundo (Goes et al., 2016; Cristofel et al., 2021).

2.4 Nutrição animal

A nutrição adequada dos peixes é essencial para o sucesso da piscicultura, representando até 70% dos custos de produção. A formulação da dieta deve atender às exigências nutricionais específicas, que variam conforme a espécie, o estágio de desenvolvimento e as condições de cultivo (CNA, 2019).

Os nutrientes desempenham importantes funções para garantir o crescimento saudável, reprodução eficiente e saúde equilibrada da tilápia do Nilo (Andrade et al.,

2015). Sendo uma espécie onívora, sua dieta inclui ingredientes de origem animal e vegetal (Hardy, Kaushik, 2021). Os principais componentes nutricionais essenciais para seu desenvolvimento adequado incluem proteínas, aminoácidos essenciais, energia, ácidos graxos essenciais, minerais e vitaminas (Ota, 2019).

As proteínas são importantes para os peixes, pois são formadas por aminoácidos, incluindo os essenciais, necessários para a síntese e reparação de proteínas específicas e tecidos dos peixes (Wilson et al., 1986). A qualidade da proteína ofertada influencia diretamente o funcionamento do organismo e a eficiência do crescimento (Mohanty et al., 2014). Como os aminoácidos essenciais não são produzidos pelo organismo, a alimentação deve garantir seu fornecimento adequado (Rogerio, Tirapegui, 2008).

Além disso, a energia sustenta o metabolismo basal e favorece o crescimento; os ácidos graxos essenciais atuam como componentes estruturais das membranas celulares e fontes de energia; e os minerais são fundamentais para a formação de dentes e ossos (Hardy, Kaushik, 2021).

A análise bioquímica de biomarcadores como glicose, colesterol total, triglicerídeos e albumina é essencial para monitorar a saúde e o metabolismo dos peixes. Esses parâmetros permitem a identificação precoce de alterações fisiológicas, auxiliando na formulação de estratégias nutricionais e de manejo que otimizam o desempenho zootécnico e o bem-estar dos animais na aquicultura (Sanar Saúde, 2025; Sampaio, 2005).

A glicose é a principal fonte de energia celular, sendo sua regulação fundamental para o metabolismo energético. Alterações nos níveis plasmáticos de glicose podem indicar desequilíbrios metabólicos, sendo frequentemente associadas a situações de estresse em peixes, o que pode comprometer seu crescimento e desempenho produtivo (Silva, 2017).

O colesterol total, composto por lipoproteínas de alta e baixa densidade (HDL e LDL), desempenha um papel essencial na formação de membranas celulares e na síntese de hormônios. Enquanto níveis elevados de LDL podem estar relacionados a risco de doenças cardiovasculares, concentrações adequadas de HDL exercem uma função reguladora, promovendo a homeostase lipídica e a manutenção da saúde animal (Malta, 2013; Sá, 2021).

Os triglicerídeos são os principais constituintes das reservas energéticas do organismo, provenientes tanto da dieta quanto da mobilização do tecido adiposo. Seu

metabolismo adequado é fundamental para a eficiência energética dos peixes, pois excessos podem levar ao acúmulo lipídico em tecidos, comprometendo o funcionamento fisiológico e favorecendo o desenvolvimento de distúrbios metabólicos (Valença, 2021).

A albumina, a proteína plasmática mais abundante, desempenha funções vitais, incluindo o transporte de substâncias endógenas e exógenas, além da regulação da pressão osmótica, essencial para a manutenção do equilíbrio hidroeletrolítico. Níveis reduzidos de albumina sérica podem indicar desnutrição ou alterações hepáticas, tornando sua monitorização um parâmetro crucial na avaliação da saúde dos peixes (Lima, 2011).

2.5 Contagem total e diferencial de leucócitos

A contagem total e diferencial de leucócitos é um exame hematológico essencial para avaliar o sistema imunológico dos peixes, permitindo a identificação de processos infecciosos ou inflamatórios (Riccio; Lauritano, 2019). Essa análise fornece dados sobre a quantidade total de leucócitos e a proporção entre seus diferentes tipos. Os leucócitos são classificados em granulócitos (neutrófilos, eosinófilos e basófilos) e agranulócitos (linfócitos e monócitos), e a contagem diferencial permite uma avaliação mais detalhada da resposta imunológica (Santos et al., 2017).

Além dos leucócitos, a avaliação hematológica em peixes inclui a análise dos trombócitos e do hematócrito. Os trombócitos, equivalentes às plaquetas, desempenham um papel fundamental na coagulação sanguínea e na resposta imune, participando da defesa contra patógenos e na reparação tecidual (Campos et al., 2019).

Já o hematócrito representa a proporção do volume sanguíneo ocupada pelos eritrócitos e é um importante indicador da condição fisiológica dos peixes. Variações nos valores do hematócrito podem estar associadas a fatores como estresse ou infecções, sendo um parâmetro utilizado no monitoramento da saúde dos organismos cultivados (Silva et al., 2020).

A contagem diferencial de leucócitos é tradicionalmente realizada por esfregaços sanguíneos corados e analisados por microscopia óptica, permitindo a identificação de anomalias celulares (De Lima Arruda, et al., 2019). Variações na contagem leucocitária estão associadas a fatores fisiológicos, patológicos e nutricionais, sendo, portanto, um indicador relevante para o monitoramento da saúde animal (Madureira,

Gomes, 2010; Santos et al., 2011; Gonçalves, 2017).

No contexto da nutrição aquícola, a inclusão da farinha de cefalotórax de camarão como fonte proteica exige uma avaliação detalhada de seus efeitos sobre o desempenho zootécnico e a saúde dos peixes. A análise hematológica torna-se, assim, uma ferramenta para investigar o impacto desse alimento na resposta imunológica e no equilíbrio fisiológico dos organismos cultivados.

3. OBJETIVOS

Geral:

Avaliar os efeitos da inclusão da farinha de cefalotórax de camarão (*Penaeus vannamei*) em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Específicos:

- Avaliar o desempenho zootécnico de tilápia do Nilo alimentadas com farinha de cefalotórax de camarão;
- Analisar os parâmetros bioquímicos séricos dos animais alimentados com as rações experimentais;
- Realizar a contagem hematológica dos animais alimentados com as rações experimentais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do experimento

A fase experimental foi conduzida na Estação de Aquicultura Professor Johei Koike (EAJK), pertencente ao Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). O projeto foi protocolado e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UFRPE, sob o número CEUA 8148060922.

O experimento foi conduzido em um sistema de recirculação de água (Recirculating Aquaculture System - RAS), composto por quatro sistemas independentes de 300 L, cada um contendo cinco tanques de 50 L (Figura 2). O sistema contava com um suprimento emergencial de energia e era mantido com aeração contínua fornecida por sopradores de ar. Cada sistema era composto de um filtro ultravioleta (UV), um filtro biológico e uma bomba submersível com capacidade de 2.000 L/h.



Fonte: Acervo Pessoal

Figuras 2: Sistemas de recirculação de água onde foi realizado o ensaio experimental

4.2 Elaboração das dietas experimentais

A farinha de cefalotórax de camarão (FCC), oriundo de *Penaeus vannamei*, foi desenvolvida e fornecida pela empresa Bioingredientes®, uma startup associada ao Laboratório de Enzimologia Luiz Accioly (LABENZ) da Universidade Federal de

Pernambuco (UFPE). A FCC foi obtida a partir do processamento integral do cefalotórax de camarão, preservando os nutrientes presentes na matéria-prima (Figuras 3 e 4). Os procedimentos de fabricação da farinha encontram-se atualmente em processo de patenteamento.



Fonte: Acervo Pessoal

Figuras 3 e 4: Amostras de cefalotórax de camarão (3) e farinha de cefalotórax de camarão (4)

As dietas experimentais foram formuladas com base nas exigências nutricionais de alevinos de tilápia do Nilo (Furuya, 2010; Furuya et al., 2013) e na composição da farinha de cefalotórax de camarão, considerando valores de nutrientes digestíveis obtidos em ensaio de digestibilidade prévio. Com esses dados, foram elaboradas cinco dietas isoprotéicas e isoenergéticas no software Super Crac®, incluindo um tratamento controle (0% FCC) e quatro com níveis crescentes de inclusão da farinha (5%, 10%, 15% e 20%) (Tabela 1). A produção das rações ocorreu no Laboratório de Sistemas de Produção Aquícola (LAPAq) da UFRPE.

Os ingredientes base utilizados na formulação das dietas (milho, farelo de soja e farinha de camarão) foram previamente moídos em um moinho de facas tipo Willey antes do processo de mistura. Posteriormente, os ingredientes (micro e macro) foram pesados conforme a formulação preestabelecida. A pré-mistura do milho e da soja foi realizada com adição gradual de óleo de soja, enquanto os demais ingredientes foram incorporados para garantir uma homogeneização adequada (Figuras 5 e 6). A água foi aquecida a 67 °C e adicionada à mistura para promover a uniformização. A peletização foi realizada utilizando um moedor de carne com matriz de abertura de 2

mm, seguida de secagem em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 24 horas.

Tabela 1. Ingredientes (%) e composição proximal das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Inclusão de farinha de cefalotórax de camarão				
	0%	5%	10%	15%	20%
Farelo de soja	63,85	57,70	51,56	45,42	39,28
Milho moído	28,79	30,99	33,18	35,38	37,57
Farinha de camarão ¹	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00
Calcário calcítico	2,42	1,89	1,35	0,81	0,27
Óleo de soja	1,81	1,64	1,47	1,30	1,13
Fosfato bicálcico	1,39	1,11	0,83	0,56	0,28
Carboximetilcelulose	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Premix mineral vitamínico ²	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
L-treonina	0,28	0,25	0,22	0,19	0,17
Sal comum	0,21	0,19	0,17	0,15	0,12
DL-metionina	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16
L-lisina	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	100	100	100	100	100
Proteína Bruta (%)	30,67	30,62	30,56	30,51	30,46
Proteína Digestível (%)	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
Energia Digestível (kcal kg ⁻¹)	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
Cálcio (%)	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
Fósforo (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40

¹Proteína bruta (55,19%); proteína digestível (51,70%); energia digestível (3.267,56 kcal kg⁻¹); cálcio (5,83%); fósforo (1,23%); lisina digestível (3,11%); metionina digestível (1,10%); treonina digestível (2,32%).

²Vit. A (2500000 U.I); Vit. D3 (60000 U.I); Vit. E (37500 U.I); Vit. K3 (3750 mg); Vit. B1 (4000 mg); Vit. B2 (4000 mg); Vit. B5 (12 g); Vit. B6 (4000 mg); Vit. B12 (4000 mcg); Vit. C (50 g); ácido fólico (1250 mg); niacina (22,5 g); biotina (15 mg); ferro (15 g); zinco (12,5 g); manganês (12,5 g); cobre (2500 mg); iodo (375 mg); cobalto (125 mg); selênio (85,7 mg).



Fonte: Acervo Pessoal

Figuras 5 e 6: mistura dos ingredientes (5) e produção dos péletes de ração (6)

4.3 Procedimento experimental

Os alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia), machos revertidos com 45 dias de idade, foram obtidos em um incubatório comercial e aclimatados às condições de laboratório por quatorze dias. Após esse período, os peixes foram pesados e medidos individualmente. Foram selecionados 200 peixes saudáveis e de tamanho uniforme, com peso médio de $3,24 \pm 0,07$ g e comprimento de $5,42 \pm 0,45$ cm. Esses peixes foram então distribuídos aleatoriamente em vinte tanques de polietileno, cada um com volume de 50 L, em uma densidade de estocagem de 10 peixes por tanque. Quatro tanques foram aleatoriamente designados para cada um dos cinco tratamentos experimentais. As dietas experimentais foram oferecidas quatro vezes ao dia (9:00, 12:00, 14:00 e 17:00) até saciedade aparente (*ad libitum*). Diariamente, foi contabilizado o consumo de ração.

Os parâmetros de qualidade da água foram avaliados nos quatro sistemas de recirculação (Tabela 2). Diariamente foram analisadas a salinidade (mantida em 3‰), pH, temperatura e oxigênio dissolvido, monitorados com o auxílio de uma sonda multiparamétrica digital (YSI™ Model 550A Dissolved Oxygen Instrument, USA). Além

disso, a cada 5 dias, os níveis de amônia, nitrito e nitrato foram determinados com base em Baird; Eaton; Rice (2017).

Tabela 2. Parâmetros de qualidade de água médios avaliados nos sistemas de recirculação.

Parâmetros Avaliados ¹	Sistemas de Recirculação				P valor
	A	B	C	D	
pH	7,8±0,28 ^a	7,9±0,32 ^a	7,8±0,15 ^a	7,7±0,22 ^a	0,64
Temperatura (°C)	29,6±0,42 ^a	29,2±0,35 ^a	29,5±0,22 ^a	29,3±0,53 ^a	0,56
O ₂ (mg L ⁻¹)	5,3±0,5 ^a	5,5±0,42 ^a	5,2±0,38 ^a	5,3±0,48 ^a	0,58
Amônia total (mg L ⁻¹)	0,04±0,02 ^a	0,03±0,01 ^a	0,02±0,01 ^a	0,03±0,01 ^a	0,46
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,62±0,32 ^a	0,55±0,41 ^a	0,66±0,32 ^a	0,54±0,38 ^a	0,36
Nitrato (mg L ⁻¹)	4,56±0,49 ^a	4,61±0,29 ^a	4,42±0,46 ^a	4,33±0,31 ^a	0,39

¹Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa por ANOVA e teste de Tukey (P<0,05).

Não houve diferenças significativas entre os sistemas de recirculação para os parâmetros analisados. Todos os valores permaneceram dentro das faixas recomendadas para o cultivo da tilápia do Nilo.

4.4 Avaliação dos parâmetros de crescimento

Ao término do ensaio experimental, os peixes foram submetidos a um jejum de 24 horas e, em seguida, anestesiados com 150 mg L⁻¹ de Tricaína Metano Sulfonato (MS-222, Sigma-Aldrich), conforme descrito por Araújo et al. (2018). Todos os peixes foram anestesiados com tricaína, contados, pesados e medidos (Figuras 7 e 8).



Figuras 7 e 8: Animais durante a biometria inicial (7) e final (8)

O desempenho dos alevinos foi avaliado por meio dos seguintes parâmetros:

- Sobrevivência (S) (%) = (número final de peixes/ número inicial de peixes) X 100;
- Ganho de peso (GP) (g) = (biomassa final – biomassa inicial) / n° de animais;
- Consumo Total Médio (CTM) (g) = (Σ consumo) / número de animais;
- Taxa de Conversão alimentar (TCA) = ração fornecida / ganho de peso;
- Taxa de Eficiência Alimentar (TEA) = ganho de peso / ração fornecida;
- Taxa de Crescimento Específico (TCE) (% dia⁻¹) = [(ln peso final – ln peso inicial) / dias de experimento] x 100;
- Taxa de Eficiência Proteica (TEP) (g) = ganho de peso (g) / proteína ingerida (g);
- Fator de Condição (FC) (g cm⁻³) = 100 x (peso vivo (g) / comprimento corporal (cm)³).

4.5 Análises sanguíneas

Amostras de sangue foram obtidas de 4 peixes por tanque, via punção da veia caudal (Figura 9), utilizando seringas descartáveis sem anticoagulante. Para análises de bioquímica sérica e seringas contendo etilenodiamino tetra-acético, (EDTA), 1 µL a 10% para análises hematológicas.

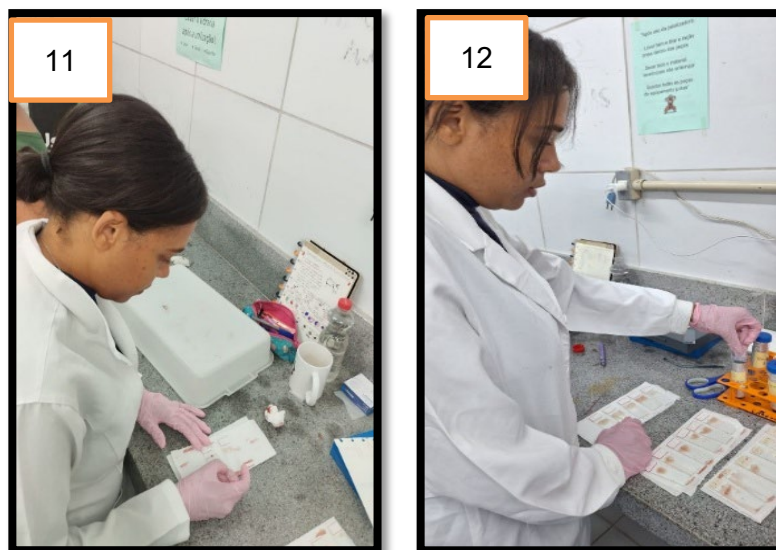
Para análise bioquímica sérica, o sangue foi centrifugado a 2.000 g por 25 minutos a 4°C para separação do soro (Jagruthi et al., 2014), que foi armazenado a -20°C até a realização dos ensaios, usando kits de análises laboratoriais (LABORLAB®) (Figura 10).



Fonte: Acervo Pessoal

Figuras 9 e 10: coleta de sangue via punção da veia caudal (9) e análises laboratoriais (10)

Para a contagem total e diferencial de leucócitos, esfregaços sanguíneos foram preparados em triplicata por indivíduo. As lâminas foram coradas pelo método pancromático de Rosenfeld (1947) (Figura 11 e 12). Os leucócitos foram medidos pelo método indireto, que considerou o número de neutrófilos, monócitos e linfócitos para cada 300 eritrócitos contados em cada esfregaço de sangue, para determinar a porcentagem de cada célula, usando um microscópio de luz com ampliação de 40 $\times$. O número de trombócitos também foi contado para cada 300 eritrócitos. O hematócrito foi analisado através da centrifugação das amostras em centrífuga para microhematócrito a 5.000 g por 5 minutos, como descrito por Goldenfarb et al. (1971).



Fonte: Acervo Pessoal

Figuras 11 e 12: montagem dos esfregaços (11) e coloração das lâminas (12).

4.6 Análises estatísticas

Antes da análise, os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Levene para verificar a normalidade e homocedasticidade, respectivamente. Os dados foram submetidos à análise de variância unidirecional e, quando foram detectadas diferenças entre as médias, foi aplicado o teste post-hoc de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados foram apresentados como média $\pm$ desvio padrão. As análises foram conduzidas utilizando o software Jamovi versão 2.3.28.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros de desempenho zootécnico encontram-se na tabela 3. De maneira geral, o ganho de peso, a taxa de conversão alimentar, a eficiência alimentar e a taxa de eficiência proteica dos peixes alimentados com dietas contendo 15% e 20% de farinha de cefalotórax de camarão foram significativamente melhores do que aqueles alimentados com a dieta controle ($P < 0,05$). Os peixes alimentados com as dietas contendo 10%, 15% e 20% de FCC também apresentaram as maiores taxas de crescimento específico ($P < 0,05$). Por outro lado, a inclusão da FCC não influenciou significativamente a taxa de sobrevivência, o consumo total médio e o fator de condição ($P > 0,05$).

Tabela 3. Desempenho zootécnico dos alevinos de tilápia do Nilo alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de farinha de cefalotórax de camarão.

	Níveis de farinha de cefalotórax de camarão na dieta (%)					P valor
	0	5	10	15	20	
S	97,50± 5,00 ^a	97,50± 5,00 ^a	92,50± 9,57 ^a	95,00± 5,77 ^a	100±0,00 ^a	0,474
GP	25,70± 0,97 ^d	30,79± 1,11 ^c	34,45± 1,54 ^b	37,54± 1,68 ^a	36,45± 0,69 ^{ab}	<0,001
CTM	39,32± 0,23 ^a	39,30± 0,38 ^a	39,56± 0,62 ^a	39,71± 0,45 ^a	39,80± 0,38 ^a	0,399
TCA	1,53± 0,04 ^d	1,27± 0,03 ^c	1,14± 0,03 ^b	1,05± 0,04 ^a	1,09± 0,02 ^{ab}	<0,001
TEA	0,65± 0,02 ^d	0,78± 0,02 ^c	0,87± 0,02 ^b	0,94± 0,04 ^a	0,91± 0,02 ^{ab}	<0,001
TCE	5,45± 0,11 ^c	5,89± 0,06 ^b	6,15± 0,10 ^a	6,33± 0,09 ^a	6,24± 0,06 ^a	<0,001
TEP	2,33± 0,07 ^d	2,79± 0,07 ^c	3,10± 0,09 ^b	3,37± 0,15 ^a	3,27± 0,08 ^{ab}	<0,001
FC	1,55± 0,12 ^a	1,59± 0,05 ^a	1,72± 0,07 ^a	1,71± 0,20 ^a	1,64± 0,13 ^a	0,283

S (sobrevivência; %); GP (ganho de peso; g); CTM (consumo total médio; g); TCA (taxa de conversão alimentar); TEA (taxa de eficiência alimentar); TCE (taxa de crescimento específico; % dia⁻¹); TEP (taxa de eficiência proteica; g); FC (fator de condição; g cm⁻³). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa por ANOVA e teste de Tukey (P<0,05).

Os achados deste estudo indicam que a FCC é um ingrediente promissor na formulação de dietas aquícolas, contribuindo para um sistema de produção mais eficiente e sustentável. O ganho de peso aumentou significativamente com a inclusão de FCC, com os melhores resultados observados nos tratamentos com 15% e 20% de inclusão. Esses achados corroboram com estudos prévios que demonstram que subprodutos do processamento de camarão podem melhorar o desempenho zootécnico de peixes cultivados, podendo inclusive substituir a farinha de peixe, uma das principais fontes proteicas de origem animal (Elshaer et al., 2022).

A taxa de conversão alimentar foi reduzida significativamente até o nível de inclusão de 15% de FCC, indicando maior eficiência na conversão alimentar em biomassa. Paralelamente, a taxa de eficiência alimentar aumentou proporcionalmente à redução da TCA, corroborando os achados de Souza et al. (2013), que relataram melhorias no desempenho zootécnico de tilápias alimentadas com dietas contendo resíduos de camarão. A taxa de crescimento específico e a taxa de eficiência proteica seguiram um padrão semelhante, apresentando melhorias significativas nos tratamentos com 15% e 20% de inclusão de FCC.

Esses resultados podem ser atribuídos ao elevado valor biológico de FCC, rica em

aminoácidos essenciais e ácidos graxos de cadeia longa, uma vez que o crescimento muscular está diretamente relacionado à anabolismo proteico e catabolismo lipídico (Li; Xu, 2009). No presente estudo, a inclusão da FCC não afetou a negativamente a sobrevivência dos alevinos de tilápia do Nilo, cujos valores permaneceram elevados em todos os tratamentos.

Por fim, o fator de condição não diferiu significativamente entre os tratamentos, sugerindo que a inclusão da FCC não comprometeu a qualidade corporal dos alevinos. Assim, os resultados reforçam o potencial da FCC como um ingrediente alternativo na nutrição de tilápias, reduzindo a dependência de fontes tradicionais de proteína animal, como a farinha de peixe.

A Tabela 4 apresenta o perfil bioquímico sérico de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com diferentes concentrações de farinha de cefalotórax de camarão. De maneira geral, a glicose, o colesterol total, os triglicerídeos e a albumina dos peixes alimentados com dietas contendo 15% e 20% de farinha de cefalotórax de camarão foram significativamente melhores do que aqueles alimentados com a dieta controle ($P < 0,05$).

Tabela 4. Perfil bioquímico sérico de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com diferentes concentrações de farinha de cefalotórax de camarão.

	Farinha de cefalotórax de camarão na dieta (%)					P valor
	0	5	10	15	20	
GL	46,16±3,55 ^c	41,73±2,27 ^b	38,74±2,28 ^b	34,06±1,88 ^a	34,25±3,26 ^a	<0,001
CT	194,39±6,54 ^d	177,84±10,51 ^c	154,52±6,74 ^b	149,75±8,17 ^{ab}	140,05±5,82 ^a	<0,001
TG	162,30±1,92 ^c	160,25±1,66 ^{bc}	157,75±1,23 ^b	154,13±3,08 ^a	152,39±2,33 ^a	<0,001
AB	2,09±0,03 ^c	2,14±0,05 ^{bc}	2,18±0,05 ^b	2,19±0,02 ^{ab}	2,26±0,06 ^a	<0,001

GL (glicose; mg dL⁻¹); CT (colesterol total; mg dL⁻¹); TG (triglicerídeos; mg dL⁻¹); AB (albumina; g dL⁻¹). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa por ANOVA e teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os resultados indicam que a inclusão de FCC na dieta provoca alterações positivas significativas no perfil bioquímico sérico dos peixes, sugerindo uma adaptação metabólica em resposta aos diferentes níveis de inclusão do ingrediente. Essas mudanças refletem ajustes na regulação energética e no metabolismo lipídico e proteico, evidenciados pelas variações nos níveis de glicose, colesterol total, triglicerídeos e albumina, com exceção do tratamento controle, sem FCC.

A glicose sérica, um indicador fundamental do estado metabólico e da homeostase energética (Ada, 2022), apresentou uma redução significativa com o aumento da inclusão de FCC, variando de 46,16 mg dL⁻¹ no grupo controle para 34,06 mg dL⁻¹ e 34,25 mg dL⁻¹ nos grupos com 15% e 20% de inclusão, respectivamente. Essa diminuição pode estar associada a um maior aproveitamento de lipídeos como fonte energética, conforme sugerido por Rodrigues (2017). Além disso, também pode estar relacionada a um melhor bem-estar das tilápias, pois a glicose é liberada em maiores quantidades na corrente sanguínea em situações de estresse ou perigo (Sopinka et al., 2016), como observado em estudos anteriores (Haque et al., 2021; Aracati et al., 2021; Li, et al., 2019).

Os níveis de colesterol total também diminuíram progressivamente com o aumento da inclusão de FCC, variando de 194,39 mg dL⁻¹ no grupo controle para 140,05 mg dL⁻¹ no grupo com 20% de inclusão. Essa redução pode refletir uma melhoria no metabolismo lipídico e na absorção de gorduras, possivelmente devido à presença de compostos bioativos na FCC, como a astaxantina e os ácidos graxos insaturados, que modulam a síntese e o transporte de colesterol (Lim et al., 2019; Aracati et al., 2021). Estudos anteriores indicam que fatores dietéticos e ambientais influenciam significativamente as variações nos níveis lipídicos séricos (Li, et al., 2019; Li et al., 2020; Rodrigues, 2017; Moreira et al., 2001).

A concentração de triglicerídeos séricos também apresentou uma redução significativa com o aumento da inclusão de FCC, diminuindo de 162,30 mg dL⁻¹ no grupo controle para 152,39 mg dL⁻¹ no grupo com 20% de inclusão. Esse declínio sugere uma otimização do metabolismo lipídico. A literatura aponta que dietas ricas em ácidos graxos insaturados e astaxantina podem estimular o catabolismo de lipídios e reduzir a lipogênese (Xu et al., 2022; Rodrigues, 2017; Guimarães et al., 2008), como observado em estudos anteriores (Haque et al., 2021; Li, et al., 2019; Sheikhzadeh et al., 2012).

Por outro lado, os níveis de albumina sérica aumentaram significativamente com a inclusão de FCC, passando de 2,09 g dL⁻¹ no grupo controle para 2,26 g dL⁻¹ no grupo com 20% de inclusão. Esse aumento pode estar relacionado a uma maior síntese proteica hepática, favorecida pela alta biodisponibilidade de aminoácidos essenciais presentes na FCC. A albumina desempenha um papel central na homeostase osmótica e no transporte de nutrientes no plasma sanguíneo (Azevedo, 2012), e seu aumento tem sido associado a melhorias no estado nutricional e na resposta imune

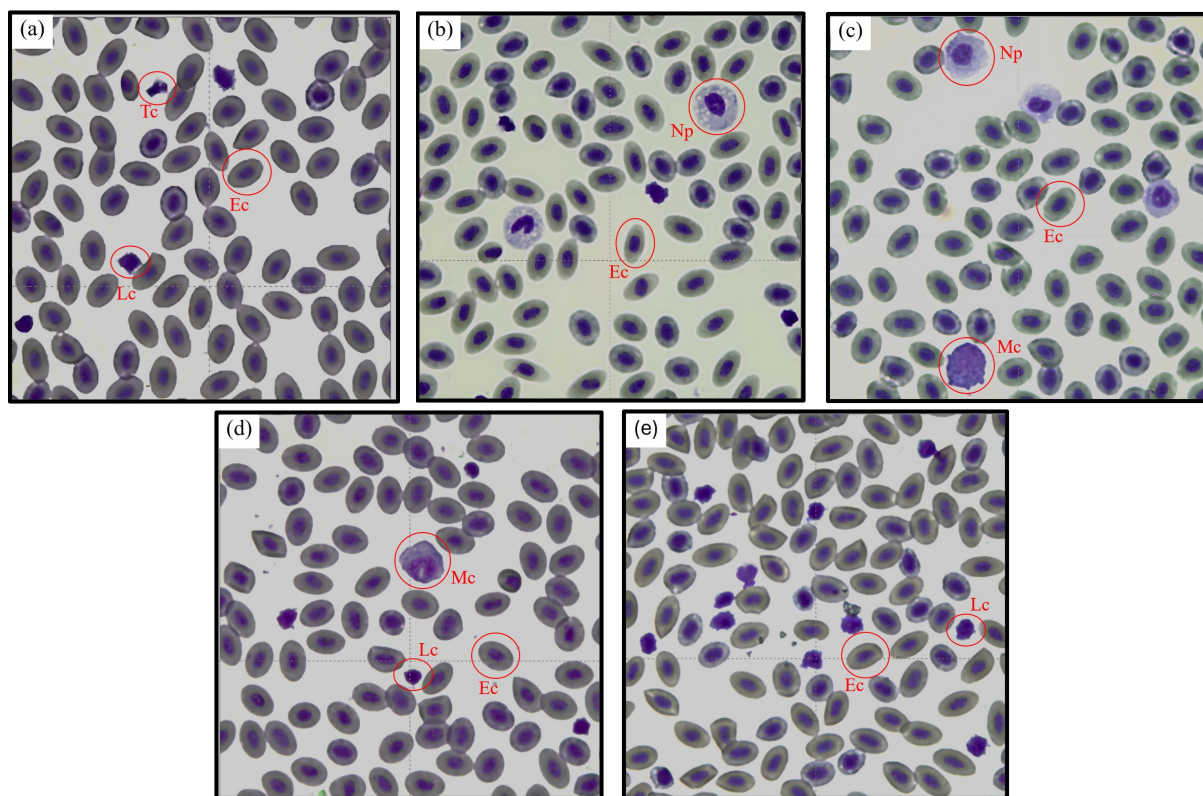
dos peixes (Rodrigues, 2017; Santos et al., 2004; Cabral, Carvalho, Miszputen, 2001).

A Tabela 5 apresenta a contagem total e diferencial de leucócitos (%), trombócitos (%) e hematócrito (%) de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com diferentes concentrações de farinha de cefalotórax de camarão. De maneira geral, o número de linfócitos e monócitos dos peixes alimentados com dietas contendo 15% e 20% de farinha de cefalotórax de camarão foram significativamente melhores do que aqueles alimentados com a dieta controle ($P < 0,05$). Os peixes alimentados com a dieta contendo 20% de FCC também apresentaram a maior contagem total de leucócitos ($P < 0,05$). Por outro lado, a inclusão da FCC não influenciou significativamente a contagem de neutrófilos, trombócitos e o percentual de hematócrito ($P > 0,05$).

Tabela 5. Contagem total e diferencial de leucócitos (%), trombócitos (%) e hematócrito (%) de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com diferentes concentrações de farinha de cefalotórax de camarão.

	Níveis de farinha de cefalotórax de camarão (%)					P-valor
	0	5	10	15	20	
LFC	22,25±0,72 ^c	25,38±1,48 ^b	25,39±1,27 ^b	26,25±1,04 ^a	27,06±1,61 ^a	<0,001
MC	0,70±0,26 ^b	0,76±0,28 ^{ab}	0,88±0,31 ^{ab}	0,91±0,36 ^a	0,92±0,36 ^a	0,010
NF	1,46±0,40 ^a	1,54±0,45 ^a	1,50±0,46 ^a	1,47±0,48 ^a	1,57±0,43 ^a	0,801
LCT	24,41±0,77 ^c	27,70±1,41 ^b	27,57±1,34 ^b	28,31±1,09 ^b	29,22±1,67 ^a	<0,001
TC	4,84±1,34 ^a	4,48±1,27 ^a	5,06±1,20 ^a	4,75±1,03 ^a	4,69±1,35 ^a	0,382
HT	31,32±6,77 ^a	29,50±6,25 ^a	30,25±5,01 ^a	31,16±7,52 ^a	29,56±4,91 ^a	0,959

LFC (linfócitos); MC (monócitos); NF (neutrófilos); LCT (leucócitos totais); TC (trombócitos); HT (hematócrito). Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pela ANOVA unidirecional e testes de Tukey ($P < 0,05$).



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 13: Comparação visual de eritrócitos, categorias de leucócitos e trombócitos presentes no sangue periférico de *Oreochromis niloticus* alimentados com dietas contendo 0% (a), 5% (b), 10% (c), 15% (d) e 20% (e) de farinha de cefalotórax de camarão. Escala: 40×. Ec (eritrócitos); Lc (linfócitos); Mc (monócitos); Np (neutrófilos); Tc (trombócitos)

A avaliação dos parâmetros hematológicos é fundamental para compreender os efeitos da inclusão da FCC na dieta de alevinos de tilápia do Nilo. Os resultados obtidos demonstram alterações significativas em alguns desses parâmetros, sugerindo um impacto positivo na saúde imunológica dos peixes. Os exames hematológicos permitem a identificação e quantificação dos leucócitos, células de defesa essenciais para o monitoramento da resistência dos peixes a infecções e ao estresse ambiental (Devi et al., 2019; Riccio, Lauritano, 2019).

Os linfócitos apresentaram um aumento progressivo com a inclusão da FCC na dieta, variando de 22,25% no grupo controle para 27,06% no grupo com 20% de inclusão. Esse incremento pode estar associado a uma melhora na resposta imune adaptativa dos peixes, uma vez que os linfócitos desempenham um papel central na defesa contra patógenos (Tavares-Dias, 2004). Além disso, a literatura indica que a inclusão dietética da FCC pode fortalecer o sistema imunológico dos peixes, em

grande parte devido à presença de quitina, um polissacarídeo encontrado no exoesqueleto dos crustáceos. A quitina atua como imunoestimulante, e quando administrada em níveis adequados, pode potencializar a resposta imunológica, aumentando a resistência dos peixes a patógenos (Souto, 2015).

Os monócitos também apresentaram um aumento significativo com a inclusão da FCC, passando de 0,70% na dieta controle para 0,92% no grupo com 20% de inclusão. Essas células são responsáveis pela fagocitose e pela apresentação de antígenos, desempenhando um papel central na resposta imune inata, considerada a primeira linha de defesa do organismo (Uribe et al., 2011). A elevação desses valores pode estar relacionada à presença de compostos antioxidantes e imunomoduladores nos subprodutos marinhos, que podem estimular a atividade dos monócitos, conforme relatado por Pownall, Udenigwe, Aluko (2010).

Por outro lado, os neutrófilos não apresentaram variação significativa entre os tratamentos, sugerindo que a inclusão da FCC na dieta não afetou a resposta inflamatória basal dos peixes. Esse resultado está em conformidade com estudos que indicam que os efeitos da dieta sobre os neutrófilos podem ser mais evidentes em situações de desafio imunológico, como infecções ou exposição a estressores ambientais (Shahjahan et al., 2022). Neste estudo, os parâmetros de qualidade da água permaneceram adequados para a criação de tilápias, minimizando a influência desses fatores sobre os resultados observados.

A contagem total de leucócitos seguiu um padrão semelhante ao dos linfócitos, aumentando significativamente com a inclusão da FCC. Esse aumento pode estar associado ao fortalecimento do sistema imunológico, conferindo maior proteção contra patógenos (Alves et al., 2021). A presença de compostos bioativos na FCC, como a astaxantina, pode contribuir para esse efeito. Esse carotenoide possui propriedades imunomoduladoras e antioxidantes, favorecendo a saúde e a resistência imunológica dos peixes (Ahmed, Reshi, Fazio, 2020). De fato, neste estudo, a inclusão de FCC na dieta resultou em um aumento significativo na contagem de leucócitos, reforçando essa hipótese.

Por fim, a contagem de trombócitos e a concentração do hematócrito não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, indicando que a inclusão da FCC não comprometeu a capacidade de coagulação sanguínea nem a oxigenação dos tecidos (Tavares-Dias, 2004)

6. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que a inclusão de farinha de cefalotórax de camarão (FCC) na dieta de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma estratégia viável e sustentável para a nutrição aquícola. A adição desse subproduto resultou em melhorias no crescimento, nos parâmetros bioquímicos séricos e nos indicadores hematológicos dos peixes, sem comprometer a sobrevivência ou a qualidade do cultivo. Esses achados sugerem que a FCC pode atuar como uma fonte proteica alternativa, promovendo benefícios fisiológicos e imunológicos que contribuem para a eficiência alimentar e o bem-estar dos animais.

Além dos impactos positivos na nutrição e saúde dos peixes, a reutilização da FCC agrega valor econômico ao setor produtivo e contribui para a redução dos impactos ambientais associados ao descarte inadequado de resíduos da carcinicultura. Assim, sua aplicação na aquicultura alinha-se às diretrizes de uma produção mais sustentável, otimizando o aproveitamento de recursos e minimizando a geração de resíduos.

Dessa forma, a inclusão da farinha de cefalotórax de camarão na formulação de dietas para tilápia do Nilo representa uma abordagem inovadora e ecologicamente responsável para a aquicultura. No entanto, estudos adicionais são necessários para avaliar seus efeitos a longo prazo sobre a fisiologia, o desempenho produtivo e a qualidade final do pescado, garantindo sua aplicação segura e eficiente em larga escala.

7. REFERÊNCIAS

ABRASEL. **Rota da Tilápia em Pernambuco reúne 17 municípios**. Abrasel, 2024. Disponível em: <https://pe.abrasel.com.br>. Acesso em: 4 dez. 2024.

AHMED, I.; RESHI, Q. M.; FAZIO, F. (2020). **The influence of the endogenous and exogenous factors on hematological parameters in different fish species: a review**. *Aquaculture International*, v. 28, n. 3, p. 869–899, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00501-3>.

ALVES, A. P. D. C.; PAULINO, R. R.; PEREIRA, R. T.; DA COSTA, D. V.; & E ROSA, P. V. (2021). **Nile tilapia fed insect meal: growth and innate immune response in different times under lipopolysaccharide challenge**. *Aquaculture Research*, 52(2), 529-540. doi.org/10.1111/are.14911

AMBATI, R. R.; PHANG, S. M.; RAVI, S.; ASWATHANARAYANA, R. G. (2014). **Astaxanthin: Sources, extraction, stability, biological activities and its commercial applications – A review**. *Marine Drugs*, v. 12, n. 1, p. 128–152.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). **Standards of Medical Care in Diabetes—2022**. *Diabetes Care*, v. 45, Suplemento 1, p. S1–S264, 2022. Disponível em: https://diabetesjournals.org/care/article/45/Supplement_1/S1/138924. Acesso em: 26 fev. 2025.

AMIRKOLAIE, A. (2011). **Reduction in the environmental impact of waste discharged by fish farms through feed and feeding**. *Reviews in Aquaculture*, v. 3, p. 19–26, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/J.1753-5131.2010.01040.X>.

ANDRADE, C. L.; RODRIGUES, F. S.; CARVALHO, D. P.; PIRES, S. F.; PIRES, M. F. (2015). **Nutrição E Alimentação De Tilápias Do Nilo**. *Revista Nutritime*, v. 12, n. 6, p. 4464–4469, nov./dez. 2015. Disponível em: <https://www.nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-350.pdf>.

ARACATI, M. F.; Oliveira, S. L.; RODRIGUES, L. F., COSTA, C. C.; Conde, G., CAVALLI, B. J.; ... & BELO, M. (2021). **Effect of dietary supplementation with astaxanthin on the hematological and biochemical response of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)**. *Ars Veterinaria*, 37(4), 285-291.

ARRUDA, A. B. L.; DA SILVA PINHEIRO, A. E.; FERREIRA, F. V. B. A.; & de LIMA ARRUDA, A. A. (2019). **Comparação entre dois métodos na contagem diferencial de leucócitos**. *Brazilian Journal of Health Review*, 2(5), 4757-4768.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA (PEIXEBR). Anuário PeixeBR 2023: **piscicultura brasileira cresce 2,3% em 2022**. *Seafood Brasil*, 27 fev. 2023.

AZEVEDO, M. S. P. (2012). **Processamento e avaliação nutricional da farinha de resíduo de camarão para uso em alimentos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2012. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/6354/1/MARISE_STELA_PAES_AZEVEDO.pdf.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 5 fev. 2025.

BHASKAR, N.; SARMADI, B. H.; LALITHA, R. G. (2007). **Gestão de resíduos de pesca e aquicultura: desafios e soluções**. *Journal of Environmental Management*, v. 85, n. 4, p. 123–132.

CABRAL, V. L. R.; CARVALHO, L.; MISZPUTEN, S. J. (2001). **Importância da albumina sérica na avaliação nutricional e de atividade inflamatória em pacientes com doença de Crohn**. *Arquivos de Gastroenterologia*, v. 38, p. 104–108.

CARMEN, P. C.; MARLON, A. T.; LUZ, M. N.; MARÍA, T. Q.; & RICARDO, A. P. (2023). **Influence of pre-treatment and drying process of the shrimp (*Litopenaeus vannamei*) exoskeleton for balanced feed production**. *Heliyon*, 9(6).

CLAUSS, T. M.; DOVE, A. D. M.; ARNOLD, J. E. (2008). **Hematologic Disorders of Fish**. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, v. 11, n. 3, p. 445–462, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2008.03.007>.

Cavalheiro, J.M.O.; de Souza, E.O.; & Bora, P.S. (2007). **Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilapia (*Oreochromis niloticus*) feed**. *Bioresource Technology*, 98(3), 602-606, 2007.

COLE, D. W.; COLE, R.; GAYDOS, S. J.; GRAY, J.; HYLAND, G.; JACQUES, M. L.; JACOBS, R. A.; & AU, W. W. (2009). **Aquaculture: Environmental, toxicological, and health issues**. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 212(4), 369-377

COMPRE RURAL NOTÍCIAS. **Produção de tilápia representa 67,5% do total de peixes produzidos no Brasil.** *Compre Rural*, 24 set. 2024.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CNA. **Piscicultura: Alimentação.** Disponível em: https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/263-Piscicultura-Alimenta%C3%A7%C3%A3o_191025_203233.pdf. Acesso em: 12 jan. 2025.

COSTA, D. P. D.; MIRANDA-FILHO, K. C. (2020). **The use of carotenoid pigments as food additives for aquatic organisms and their functional roles.** *Reviews in Aquaculture*, v. 12, n. 3, p. 1567–1578. DOI: <https://doi.org/10.1111/raq.12398>.

CRAB, R.; AVNIMELECH, Y.; SCHNEIDER, O.; VERSTRAETE, W. (2012). **Biofloc technology in aquaculture: beneficial effects and future challenges.** *Aquaculture*, v. 356, p. 351–356.

CRISTOFEL, C. J.; GRANDO, R. C.; TORMEN, L., FRANCISCO, C. T. D. P.; & BERTAN, L. C. (2021). **Effect of the use of guabiroba bark and functional ingredients on the characteristics of Nile Tilapia burger.** *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1), e15040.

DAUDA, A. B.; AJADI, A.; TOLA-FABUNMI, A. S.; AKINWOLE, A. O. (2019). **Produção de resíduos na aquicultura: fontes, componentes e manejos em diferentes sistemas de cultivo.** *Aquaculture and Fisheries*, v. 4, n. 3, p. 81–88. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/329064865_Waste_production_in_aquaculture_Sources_components_and_managements_in_different_culture_systems.

DEVI, G.; HARIKRISHNAN, R.; PARAY, B. A.; AL-SADOON, M. K.; HOSEINIFAR, S. H.; & BALASUNDARAM, C. (2019). **Effect of symbiotic supplemented diet on innate-adaptive immune response, cytokine gene regulation and antioxidant property in *Labeo rohita* against *Aeromonas hydrophila*.** *Fish & shellfish immunology*, 89, 687-700.

EDWARDS, P. **Aquaculture environment interactions: past, present and likely future trends.** *Aquaculture*, v. 447, p. 2–14, 2015.

EL-SAYED, A. F. M. **Tilapia Culture.** 2. ed. Cambridge: CABI, 2020.

ELSHAER, F. M.; AZAB, A. M.; & EL-TABAKH, M. A. (2022). **Effect of Replacing Fish Meal in Fish Diet with Shrimp by-Product Meal on Growth Performance, Feed Utilization, Length-Weight Relationship and Condition Factors of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758).** *International Journal of Morphology*, 40(1).

EROLDOĞAN, O. T.; GLENCROSS, B.; NOVOVESKA, L.; GAUDÊNCIO, S. P.; RINKEVICH, B.; VARESE, G. C.; ADLER, A.; ARIAS, A. H.; BIDON-CHANA, A.; BOURDON, C.; CERVIN, G.; DAVOUST, E.; DE BRUIN, T.; GROSSART, H. P.; KJELLEBERG, S.; MARANGONI, R.; MERRIFIELD, D. L.; PIOTROWSKI, J. S.; RODRIGUEZ, C.; ROTTER, A. (2023). **From the sea to aquafeed: A perspective overview.** *Reviews in Aquaculture*, 15(3), 1028-1057.

FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2022.

FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue Transformation in action. Rome: FAO*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.4060/cd0683en>.

FAZIO, F. (2019). **Fish hematology analysis as an important tool of aquaculture: a review.** *Aquaculture*, v. 500, p. 37–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.10.030>.

FURUYA, W. M. (2010). **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias.** Londrina: GFM Gráfica & Editora.

FURUYA, W. M. (2010). **Nutrição e alimentação de tilápias.** Maringá: Eduem.

GHONEUM, M.; ELBAGHDADY, H. A. M.; EL-SHEBLY, A. A.; PAN, D.; ASSANAH, E.; & LAWSON, G. (2013). **Protective effect of hydroferrate fluid, MRN-100, against lethality and hematopoietic tissue damage in γ -radiated Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*.** *Journal of Radiation Research*, 54(5), 852-862.

GODDARD, S.; MCLEAN, E. (2001) **Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture.** Wallingford: CABI Publishing.

GOES, E. S. D. R.; SOUZA, M. L. R. D.; MICHKA, J. M. G.; KIMURA, K. S.; LARA, J. A. F. D.; DELBEM, A. C. B., & GASPARINO, E. (2016). **Fresh pasta enrichment with**

protein concentrate of tilapia: nutritional and sensory characteristics. *Food Science and Technology (Campinas)*, 36(1), 76-82.

GONÇALVES, R. V. (2006). **Influência do laser arseneto de gálio e arseneto de gálio alumínio e pomada cicatrizante em feridas cutâneas de ratos Wistar.**

GUIMARÃES, I. G.; DE MIRANDA, E. C.; RIBEIRO, V. L.; MARTINS, G. P.; & DE MIRANDA, C. C. (2008). **Farinha de camarão em dietas para tilápia do Nilo ("Oreochromis niloticus").** *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 9(1).

GULZAR, S.; BENJAKUL, S. (2018) **Ultrasound waves increase the yield and carotenoid content of lipid extracted from cephalothorax of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*).** *European Journal of Lipid Science & Technology*, v. 120, p. 1700495. DOI: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201700495>.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. (2021). **Tratado de fisiologia médica.** 14. ed. Rio de Janeiro: *Elsevier*.

HAQUE, R.; SAWANT, P. B.; SARDAR, P.; XAVIER, K. M.; VARGHESE, T.; CHADHA, N. K.; REMYA, S.; PRAVEEN, P. K.; GEORGE, A.; POOJARY, N.; SINGH, N.; NAIK, V. A. (2021). **Synergistic utilization of shrimp shell waste-derived natural astaxanthin with its commercial variant boosts physio metabolic responses and enhances colouration in discus (*Symphysodon aequifasciatus*).** *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, **15**, 100405.

HARDY, R. W.; KAUSHIK, S. J. (2021). (Eds.). **Fish nutrition.** 4. ed. San Diego: *Academic Press*.

Aqui está a referência completa com todos os autores:

HELUY, G. M.; DA SILVA, J. R.; VASCONCELOS, V. C.; DA SILVA, M. A.; DE ARAÚJO, M. T.; DE SOUZA, D. L.; LIMA, J. P.; FERREIRA, R. S.; COSTA, H. A.; ALMEIDA, P. R.; DE SOUZA BEZERRA, R.; MARIA DOS SANTOS, G. (2024). **Immunomodulatory effect of shrimp by-products in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).** *Observatório de la Economía Latinoamericana*, **22**(12), e8019-e8019.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. (2008). **Impacto das atividades de aqüicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas – relato de caso.** *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 34, n. 1, p. 163–173.

INFOTECA-E. (2014). **A tilápia e o desenvolvimento do Sertão de Itaparica/PE: análise econômica para investimentos de desenvolvimento na região.** Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1006849>. Acesso em: 4 dez. 2024.

IWAMA, G. K. (1991). **Interações entre aquicultura e meio ambiente.** *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, v. 21, n. 2, p. 177–216..

Aqui está a referência completa com todos os autores:

JAGRUTHI, C.; YOGESHWARI, G.; ANBAZAHAN, S. M.; MARI, L. S. S.; AROCKIARAJ, J.; MARIAPPAN, P.; CHANDRAN, S.; KUMAR, V.; HARIKRISHNAN, R. (2014). **Effect of dietary astaxanthin against *Aeromonas hydrophila* infection in common carp, *Cyprinus carpio*.** *Fish & Shellfish Immunology*, **41**(2), 674-680.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (2008). **Clinical biochemistry of domestic animals.** 6. ed. San Diego: Academic Press.

KUMAR, N.; BANU, J. R. (2018). **Utilization of shrimp waste for the development of a nutritionally enriched product.** *Journal of Food Processing and Preservation*, v. 42, n. 2, e13505.

KUMAR, V.; MUZADDADI, A. U.; MANN, S.; BALAKRISHNAN, R.; BEMBEM, K.; & KALNAR, Y. (2018). **Utilization of fish processing waste: A waste to wealth approach.** *Emerg. Post-Harvest Eng. Technological Interv. Enhancing Farmer's Income*, 5, 127-131.

KUMAR, V.; BANU, R. (2018). **Composição nutricional do cefalotórax de camarão e seu potencial uso em rações aquícolas.** *Journal of Applied Aquaculture*, v. 30, n. 2, p. 150–160.

LI, M.; WU, W.; ZHOU, P.; XIE, F.; ZHOU, Q.; & MAI, K. (2014). **Comparison effect of dietary astaxanthin and *Haematococcus pluvialis* on growth performance,**

antioxidant status and immune response of large yellow croaker *Pseudosciaena crocea*. *Aquaculture*, 434, 227-232.

LIMA, A. M. S. (2011). **Albumina modificada por glicação avançada no diabetes melito tipo 1 e 2 prejudica o transporte reverso de colesterol e favorece o acúmulo de lipídeos em macrófagos**. Tese (Doutorado em Endocrinologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5135/tde-23052011-095353/pt-br.php>.

LI, M.; ZHANG, M.; MA, Y.; YE, R.; WANG, M.; CHEN, H.; ZHAO, C.; LI, Y. (2020). **Dietary supplementation with n-3 high unsaturated fatty acids decreases serum lipid levels and improves flesh quality in the marine teleost golden pompano *Trachinotus ovatus*. *Aquaculture*, 516, 734632.**

LIM, K. C.; YUSOFF, F. M.; SHARIFF, M.; KAMARUDIN, M. S.; & NAGAO, N. (2019). **Dietary supplementation of astaxanthin enhances hemato-biochemistry and innate immunity of Asian seabass, *Lates calcarifer* (Bloch, 1790). *Aquaculture*, 512, 734339.**

LI, M.; LIU, Y.; MA, C.; LI, C.; LIU, Q.; LIU, S.; JIANG, G.; TIAN, J. (2022). **An Evaluation of Replacing Fishmeal with *Chlorella Sorokiniana* in the Diet of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*): Growth, Body Color, and Flesh Quality. *Aquaculture Nutrition*.**

MEZZOMO, N.; FERREIRA, S. R. S.; AMANTE, E. R. (2011). **Aproveitamento do cefalotórax de camarão para a produção de farinha. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 31, n. 4, p. 973–979.**

Aqui está a referência completa com todos os autores:

MOHANTY, B.; MAHANTY, A.; GANGULY, S.; SANKAR, T. V.; CHAKRABORTY, K.; RANGASAMY, A.; KUMAR, S.; PANDA, S. K.; SHARMA, A. P. (2014). **Amino acid compositions of 27 food fishes and their importance in clinical nutrition. *Journal of Amino Acids*. (1), 269797.**

MURRAY, R. K.; GRANNER, D. K.; MAYES, P. A.; RODWELL, V. W. (2018). **Harper's illustrated biochemistry. 30. ed. New York: McGraw-Hill.**

NELSON, D. L.; COX, M. M. (2017). *Lehninger principles of biochemistry*. 7. ed. New York: W. H. Freeman.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). (2011). **Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. Washington, D.C.: National Academies Press.**

NATURE FINANCE. **A Bioeconomia Global.** Disponível em: https://www.naturefinance.net/wp-content/uploads/2024/05/PORABioeconomiaGlobal_FINAL.pdf. Acesso em: 12 jan. 2025.

NIRMAL, N. P.; SANTIVARANGKNA, C.; RAJPUT, M. S.; & BENJAKUL, S. (2020). **Trends in shrimp processing waste utilization: An industrial prospective.** *Trends in Food Science & Technology*, 103, 20-35.

NOBREGA, R. O.; BANZE, J. F.; BATISTA, R. O.; & FRACALOSSO, D. M. (2020). **Improving winter production of Nile tilapia: What can be done.** *Aquaculture Reports*, 18, 100453.

PARLAMENTO EUROPEU. **Economia Azul Sustentável na UE: Papel da Pesca e da Aquicultura. 2022.** Disponível em: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2022-0089_PT.html. Acesso em: 12 jan. 2025.

PEIXE BR. **Anuário da Piscicultura 2024.** Associação Brasileira da Piscicultura, 2024.

PEIXE BR. Projeções para a piscicultura brasileira 2022–2026. **Associação Brasileira da Piscicultura, 2022.** Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/projecoes2022>. Acesso em: 5 fev. 2025.

OSUNA-SALAZAR, A.; HERNÁNDEZ, C.; LIZÁRRAGA-VELÁZQUEZ, C. E.; GUTIÉRREZ, E. Y. S.; HURTADO-OLIVA, M. Á.; BENITEZ-HERNÁNDEZ, A.; & IBARRA-CASTRO, L. (2023). **Improvement in spotted rose snapper growth and skin coloration after incorporation of shrimp head meal in diet.** *Aquaculture Reports*, 30, 101599.

RODRIGUES, G. M. (2017). **Perfil bioquímico sérico de tilápias-do-Nilo criadas em tanques-rede durante as estações do verão e inverno no município de**

Cachoeira Dourada, MG. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/20687>.

NATURE FINANCE. **A Bioeconomia Global**. Disponível em: https://www.naturefinance.net/wp-content/uploads/2024/05/PORABioeconomiaGlobal_FINAL.pdf. Acesso em: 12 jan. 2025.

OTA, E. (2019). **Nutrição de tilápias: necessidades e formulação de dietas**. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1112678/1/TeseErikaOta.pdf>

PEIXE BR. **Peixe BR lançou seu sétimo Anuário com dados da produção de 2022**. *Revista Panorama da Aquicultura*, 2023.

PEIXE BR. **Anuário PeixeBR 2024**. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario2024>. Acesso em: 5 fev. 2025.

SAMPAIO, L. R.; SILVA, M. C. M.; OLIVEIRA, A. N.; & SOUZA, C. L. S. (2012). **Avaliação bioquímica do estado nutricional**. Sampaio LR, organizadora. *Avaliação Nutricional*. Salvador: EDUFBA, 49-72.

SANAR SAÚDE. **Avaliação bioquímica na nutrição: saiba mais**. Disponível em: <https://www.sanarsaude.com/portal/carreiras/artigos-noticias/avaliacao-bioquimica-na-nutricao-saiba-mais>. Acesso em: 23 jan. 2025.

SANTOS, A. A.; JOPER, A. A.; EGAMI, M. I. (2017) **Valores hematológicos do gavião carijó *Buteo magnirostris*** (Gmelin, 1788) (Ave, Falconiforme). *Acta Scientiae*, v. 2, n. 1, p. 43–54. Disponível em: https://consensus.app/papers/valores-hematol%C3%B3gicos-do-gavi%C3%A3o-carij%C3%B3-buteo-santos-joper/21dbb9fabf3156329cdff49267e5ebdf/?utm_source=chatgpt.

Aqui está a referência completa com todos os autores:

SANTOS, E. S.; BREYNER, A. J.; MESSORA, L. B.; SANTOS, L.; SOARES, E. A.; LOYOLA, Y. C. S.; FERREIRA, R. S.; GOMES, D. M.; GARCIA, J. A. D. (2011). **Influência dos níveis plasmáticos de lipoproteína de alta densidade na contagem**

de leucócitos e plaquetas em camundongos dislipidêmicos. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, **32**(2).

SANTOS, N. S. J. D.; DRAIBE, S. A.; KAMIMURA, M. A.; & CUPPARI, L. (2004). **Serum albumin as nutritional marker of hemodialysis patients.** *Revista de Nutrição*, **17**, 339-349.

SANTOS, R.; OLIVEIRA, M. (2020). **Alternative protein sources in aquaculture: effects of shrimp meal on marine fish diets.** *Brazilian Journal of Aquaculture Research*, v. 32, p. 245–258.

SEAFOOD BRASIL. PPM 2023: **carcinicultura nacional cresceu 13% no ano passado.** Disponível em: <https://www.seafoodbrasil.com.br/ppm-2023-carcinicultura-nacional-cresceu-13-no-ano-passado->. Acesso em: 3 nov. 2024.

SEIBEL, H.; BASSMANN, B.; REBL, A. (2021). **Blood will tell: what hematological analyses can reveal about fish welfare.** *Frontiers in Veterinary Science*, v. 8. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.616955>.

SHAHJAHAN, M.; ISLAM, M. J.; HOSSAIN, M. T.; MISHU, M. A.; HASAN, J.; & BROWN, C. (2022). **Blood biomarkers as diagnostic tools: An overview of climate-driven stress responses in fish.** *Science of the Total Environment*, **843**, 156910.

SHEIKHZADEH, N.; TAYEFI-NASRABADI, H.; KHANI OUSHANI, A.; & NAJAFI ENFERADI, M. H. (2012). **Effects of *Haematococcus pluvialis* supplementation on antioxidant system and metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).** *Fish physiology and biochemistry*, **38**, 413-419.

SILVA, K. S. da. **Albumina modificada por glicação avançada e resistência insulínica em ratos: foco no tecido adiposo periepídídimo e nas ações da N-acetilcisteína.** (2017). Tese (Doutorado em Endocrinologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5135/tde-20062017-152608/pt-br.php>.

SIQUEIRA, T. V. de. (2016). **Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável.** Brasília: IPEA. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8142/1/BRU_n17_Aquicultura.pdf. Acesso em: 24 fev. 2025.

TAVARES-DIAS, M.; ISHIKAWA, M. M.; MARTINS, M. L.; SATAKE, F.; HISANO, H.; DE PÁDUA, S. B.; ALVES, F. F.; LIMA, R. R.; DE SÁ, A. R. S. (2009). **Hematologia: ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo**. In: SARAN NET, A.; MARIANO, W. dos S.; SÓRIA, S. F. P. (Org.). **Tópicos especiais em saúde e criação animal**. São Carlos, SP: Pedro & João Editores. p. 43-80.

THE GLOBAL GOALS. **Sustainable Development Goals**. 2024. Disponível em: <https://www.globalgoals.org/12-responsible-consumption-and-production>. Acesso em: 5 fev. 2025.

VALENÇA, S. E. O.; BRITO, A. D. M., SILVA; D. C. G. D.; FERREIRA, F. G.; NOVAES, J. F.; & LONGO, G. Z. (2021). **Prevalência de dislipidemias e consumo alimentar: um estudo de base populacional**. *Ciência & Saúde Coletiva*, 26, 5765-5776.

XU, W.; LIU, Y.; HUANG, W.; YAO, C.; YIN, Z.; MAI, K.; & AI, Q. (2022). **Effects of dietary supplementation of astaxanthin (Ast) on growth performance, activities of digestive enzymes, antioxidant capacity and lipid metabolism of large yellow croaker (*Larimichthys crocea*) larvae**. *Aquaculture Research*, 53(13), 4605-4615.

ZAGO, M. A.; BARROS, R. T. V. **Potencial de reaproveitamento de resíduos orgânicos na agricultura**. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 14, n. 2, p. 89–102, 2019.