

KESYA LEAL CAMPELO

**AVALIAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DE FARINHA DE CEFALOTÓRAX DE
CAMARÃO (*Penaeus vannamei*) EM DIETAS PARA TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*)**

RECIFE,

SETEMBRO/2023



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO DE ENGENHARIA DE PESCA

**AVALIAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DE FARINHA DE CEFALOTÓRAX DE
CAMARÃO (*Penaeus vannamei*) EM DIETAS PARA TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*)**

KESYA LEAL CAMPELO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como exigência para obtenção de título em Bacharel em Engenharia de Pesca.

Prof.^a Dr.^a Juliana Ferreira dos Santos
Orientadora

RECIFE,

SETEMBRO/2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

K10LEAL CAMPELO, Kesya Leal Campelo
a AVALIAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DE FARINHA DE CEFALOTORAX DE CAMARÃO (*Panaeus vannamei*)
EM DIETAS PARA TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) / Kesya Leal Campelo CAMPELO. - 2023.
24 f.

Orientadora: Juliana Ferreira dos Santos.
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Engenharia de Pesca, Recife, 2023.

1. Resíduos de camarão. 2. Carcinicultura. 3. Sustentabilidade. I. Santos, Juliana Ferreira dos, orient. II. Título

CDD 639.3

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO DE ENGENHARIA DE PESCA

**AVALIAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DE FARINHA DE CEFALOTÓRAX DE
CAMARÃO (*Penaus vannamei*) EM DIETAS PARA TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*)**

KESYA LEAL CAMPELO

TCC julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Pesca. Defendida e aprovada em 22/09/2023 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof^a. Dr^a Juliana Ferreira dos Santos

(Orientador)

[Departamento de Engenharia de Pesca e Aquicultura]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Prof. Dr. Alfredo Oliveira Galvéz

(Membro Titular)

[Departamento de Engenharia de Pesca e Aquicultura]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Guilherme Melgaço Heluy

(Membro Titular)

[Departamento de Engenharia de Pesca e Aquicultura]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Maria Angélica da Silva

(Membro Suplente)

[Departamento de Bioquímica]
[Universidade Federal de Pernambuco]

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha amada filha, Alicia Leal.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por sua infinita bondade e misericórdia, que me permitiu encontrar as pessoas certas e o momento certo para dedicar meu tempo a este trabalho. Agradeço a minha mãe, Kátia Leal que sempre me mostrou a importância dos estudos e sempre foi meu exemplo de superação. Agradeço ao meu pai, Rivaldo Campelo, apesar de não estar fisicamente comigo, senti ele diversos momentos na trajetória que enfrentei na graduação. Agradeço a José Robson e Adriana Maria, pessoas que disponibilizaram seu tempo e me motivaram ficando com o meu bem precioso, minha filha. Agradeço às minhas irmãs, Kennya Leal, Keisy Leal e Keila Emily que sempre estiveram em diversos momentos neste curso. Agradeço aos meus amigos, de forma especial Emmanuelle Paloschi, Débora Araújo e Rayana Serafio que estiveram comigo em todos os meus momentos de felicidade e desespero, acreditando sempre no meu potencial. A minha amada turma, meus 13 amigos que estiveram comigo para tudo. De forma muito carinhosa, agradeço a Alex Ramos que esteve uma parte do curso e que sem ele, não teria chegado até metade da graduação.

Também agradeço aos meus gestores da empresa que trabalho, pois sem eles não teria conseguido concluir a universidade, de forma muito especial a Gleice Andrade que fez o possível para me permitir vivenciar este experimento e minhas últimas disciplinas da graduação.

Quero agradecer a minha orientadora Dra. Juliana Santos, por todo apoio e compreensão desde quando fui apenas aluna em sua disciplina, até o momento que encontrei este projeto para minha conclusão de curso. Bem como Guilherme Heluy que me fez descobrir uma paixão por nutrição e acreditou e ajudou sempre em tudo que precisei nesse experimento.

Agradeço a Universidade Federal Rural de Pernambuco, por tudo que pude aprender e evoluir durante o curso, todos os docentes e funcionários terceirizados, em especial a todos os docente e equipe do Departamento de Pesca e Aquicultura e da Estação de Aquicultura Prof. Johei Koike. Agradeço especialmente a Gelcirene Costa, que me acolheu todo o momento e me deu todo suporte necessário como coordenadora do curso.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
AVALIAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DE FARINHA DE CEFALOTÓRAX DE CAMARÃO (<i>Penaeus vannamei</i>) EM DIETAS PARA TILÁPIA (<i>Oreochromis niloticus</i>).	11
Introdução	1
Material e Métodos	2
Elaboração das dietas e Produção da ração	2
Animais e manejo de adaptação	4
Procedimento Experimental	4
Análises bioquímicas e Cálculos de Digestibilidade	5
Resultados e Discussão	5
Agradecimentos	8
Referências	9
CONSIDERAÇÕES FINAIS	11
REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO	11

INTRODUÇÃO

O consumo de pescado aumentou de forma evidente nos últimos anos. E a produção brasileira de peixes também seguiu esta mesma tendência, atingindo 559 mil toneladas em 2021, representando um aumento de 0,9% na piscicultura. Em relação ao valor de produção, ocorreu crescimento de 15,9%, atingindo R\$ 4,7 bilhões. A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), é a espécie líder na produção nacional, correspondendo 64,6% da produção no ano de 2021 (IBGE, 2021). O total produzido girou em torno de 534.000 toneladas, apresentando crescimento de 9,8% relativo ao ano anterior (PEIXEBR, 2022).

De acordo com Souza *et al.* (2021), a tilápia é uma designação genérica de um grupo de cerca de 70 espécies pertencentes a quatro gêneros: *Oreochromis*, *Sarotherodon*, *Tilápia* e *Danakillia*. Apesar da origem africana, foram distribuídas em várias regiões tropicais, subtropicais e temperadas a partir da década de 1950.

A tilápia do Nilo, nativa da Costa do Marfim, teve a introdução no Brasil em 1971 na região Nordeste e foi amplamente distribuída no país (MAINARDES-PINTO *et al.*, 1989). Facilmente reconhecida por características marcantes, como o colorido metálico verde azulado na cabeça, essa espécie possui hábito alimentar onívoro, possuindo a primeira maturação a partir de 20 cm e com desova de até 2.000 ovos. Uma característica diferenciada dos demais peixes é a incubação dos ovos na boca pela fêmea por alguns dias para proteção da prole (SOUZA *et al.*, 2021).

A produção da espécie exótica tem a justificativa nas diversas características necessárias em pescados de interesse comercial, tais como: alta rusticidade; boa resistência em baixos níveis de oxigenação e níveis fora do padrão para compostos nitrogenados; boa aceitação no paladar dos consumidores; resistência a doenças comuns; alta produtividade; boa adaptação a alimentos ofertados; filé com baixas taxas de gordura; e possibilidade de produção de alevinos durante todo o ano (SENAR, 2018; MELO & STIPP, 2001; EL-SAYED, 2006^a).

De acordo com Kubitzka (1999), a espécie possui necessidade de diversos nutrientes para seu adequado crescimento e vitalidade, como exemplo aminoácidos específicos e proteínas de qualidade, além de, energia, ácidos graxos, minerais e vitaminas, todos com funções importantes para manutenção e crescimento dos animais.

Para aquicultura, um dos pontos que é discutido é o alto custo para produção de rações que atendam às necessidades nutritivas dos animais. O gasto com alimentação representa mais de 50% do custo da produção intensiva e hoje, a opção está sendo a busca e desenvolvimento por alimentos alternativos.

As fontes proteicas de origem vegetal são comumente incorporadas nas rações, principalmente o farelo de soja, por possuir um alto valor nutritivo e ser amplamente encontrado no

país. Porém, um dos pontos que limitam o seu uso são diferentes fatores antinutricionais encontrados, bem como a carência de alguns aminoácidos essenciais (MONTROYA-CAMACHO *et al.*, 2018).

Outro fator importante debatido na nutrição animal é a energia, que possui papel fundamental na formulação de rações devido a oxidação dos nutrientes enquanto ocorre o metabolismo, sendo liberada em forma de calor ou como armazenamento para processos metabólicos futuros. O conhecimento da energia digestível é essencial na formulação de alimentação suplementar e completa, sendo essencial o balanço entre a energia digestível e a proteína, evitando desperdícios e potencializando o crescimento dos peixes. A tilápia do Nilo por exemplo, possui tolerável aproveitamento em carboidratos e lipídios como fontes de energia (ANDRADE *et al.*, 2015).

A partir de estudos sobre digestibilidade é possível analisar os melhores alimentos através do aproveitamento da energia e da proteína, permitindo assim formulação de dietas com melhor custo – benefício (BOSCOLO, HAYASHI, MEURER, 2002). A digestibilidade aparente (DA) é considerada uma medida que expressa a quantidade de nutrientes que pode ser absorvido pelo animal, após a alimentação ofertada ser ingerida e posteriormente excretada. A avaliação da medida pode ser obtida por método direto (quantidade de fezes excretadas) e indireto (utilização de marcadores refletindo na variação dos nutrientes excretados nas fezes) (GUIMARÃES, 2006).

Há diversos estudos que estão atrelados ao desenvolvimento de dietas para aquicultura, que podem fornecer informações sobre crescimento, manutenção, reprodução e níveis de nutrientes ideais para crescimento (BOSCOLO *et al.*, 2004; BOSCOLO, HAYASHI, MEURER, 2002; GUIMARÃES, 2006; PESTANA, 2022; PEZZATO, L.E. *et al.*, 2002). Os ensaios produzidos com essa finalidade colaboram no conhecimento sobre as necessidades energéticas e proteicas para diferentes espécies, em relação às diferenças fisiológicas de digestão (BOSCOLO, HAYASHI, MEURER, 2002).

Estudos foram desenvolvidos ao longo dos anos com o objetivo de obter informações para formulação de rações com fontes de alimentos alternativos, sendo importante que os ingredientes possuam características semelhantes aos ingredientes normalmente utilizados, como alta digestibilidade, baixo custo e bom perfil de nutrientes (SOUTO, 2017).

Na utilização de subprodutos de fontes proteicas com origem animal, a farinha de peixe ganha destaque devido ao seu balanço de aminoácidos essenciais e a alta digestibilidade dos nutrientes (YILMAZ *et al.*, 2015). Entretanto, seu elevado preço, alta demanda das indústrias de rações e escassez, desencadeia em uma contínua busca por outras fontes alternativas. O resíduo de beneficiamento de camarão é considerado alternativa viável de alimentação animal devido a riqueza em proteínas e aminoácidos essenciais, bem como a alta concentração de estimulantes como glicina, arginina, entre outros que aumentam a resposta alimentar (CARR *et al.*, 1996; KANDRA *et al.*,

2012).

De acordo com IBGE (2021), o Brasil é considerado o 10º produtor mundial na produção de crustáceos, sendo estimados 78,2 milhões de quilos apenas de camarão branco (*P. vannamei*). Devido a crescente produção, os resíduos provenientes do processamento conseqüentemente também cresceram (MEZZOMO *et al.*, 2013).

O consumo de produtos pesqueiros tem aumentado nas últimas décadas (cerca de 22% em relação a década de 1960). Devido a isso, o aproveitamento dos resíduos gerados na carcinicultura é essencial para diminuição do impacto ambiental relacionada a esta atividade, principalmente por conta do descarte inadequado (FAO, 2022; MEZZOMO *et al.*, 2013).

Os subprodutos deste setor disponibilizam fonte de elementos como quitina, pigmentos, aminoácidos e moléculas bioativas que são utilizadas em diversas indústrias de produção farmacêutica, alimentícia e cosmética (KANDRA *et al.*, 2012; PARJIKOLAEI *et al.*, 2015). Os resíduos de camarão são compostos por cefalotórax (30-40% da matéria-prima) e exoesqueleto (37% da matéria-prima) (BARBOSA *et al.*, 2020).

De acordo com YAHYA *et al.* (2021) os resíduos provenientes do processamento de camarão *P. vannamei* possuem propriedades antioxidantes e antimicrobianas, o hidrolisado líquido do subproduto possui alto teor de aminoácidos essenciais para as rações das tilápias, permitindo assim um alto valor nutricional. De acordo com Peralta *et al.* (2005), os camarões fermentados por sal mostraram atividades antioxidantes e quando a pasta de camarão passa por um processo maior de fermentação é aumentado o potencial antioxidante.

Plascencia-Jatomea *et al.* (2002) realizaram um estudo para substituir parcialmente a farinha de peixe por silagem hidrolisada proteica de cabeça de camarão para alevinos de tilápia, concluindo que é uma fonte proteica propícia para a espécie. A substituição realizada da farinha de peixe foi de 10 a 5% do hidrolisado, melhorando a taxa de crescimento. Costa *et al.* (2009) realizou estudo com silagem ácida do resíduo do camarão *P. vannamei*, sendo avaliada como fonte proteica alternativa com cinco diferentes níveis de inclusão 0, 4, 8, 12 e 16% para os alevinos de tilápia do Nilo, sugerindo que as silagens de resíduos pode ser utilizada fonte viável.

Boscolo *et al.* (2004) afirmaram que os alimentos proteicos representam um maior custo no investimento na aquicultura. Assim, os resíduos de camarões são uma alternativa de barateamento para atender demandas proteicas em rações.

Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a digestibilidade da farinha de cefalotórax de camarão integral (FCI) e farinha de cefalotórax de camarão com baixo teor de lipídeos (FCBL) oriundos do beneficiamento do camarão do Pacífico (*P. vannamei*) em dietas para tilápia do Nilo (*O. niloticus*) demonstrando se há um potencial de uso deste material na formulação de dietas com a inclusão destes dois ingredientes alternativos.

AVALIAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DE FARINHA DE CEFALOTÓRAX DE CAMARÃO (*Penaeus vannamei*) EM DIETAS PARA TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*).

EVALUATION OF THE DIGESTIBILITY OF SHRIMP (*Penaeus vannamei*) CEPHALOTHORAX MEAL IN DIETS FOR TILAPIA (*Oreochromis niloticus*).

Kesya Leal Campelo ¹ e Juliana Ferreira dos Santos ²

¹ Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

² Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

Artigo na norma da Revista Brasileira de Engenharia de Pesca.

RESUMO Com objetivo de promover conhecimento sobre ingredientes alternativos para as formulações de rações para animais aquáticos, foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína, matéria seca e energia bruta de dois ingredientes em rações para tilápia. Foram utilizados 72 juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) apresentando peso médio de $61,85 \pm 10,06$ g em um delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos, três repetições e oito peixes por caixa, alternado entre a caixa e a decandadora. Foram utilizados três tratamentos: Ração referência, com base nas necessidades nutricionais das espécies; Ração teste, que se constitui da ração referência com acréscimo da farinha de cefalotórax de camarão (*P. vannamei*) integral com ração referência; Ração teste, que se constitui da ração referência com acréscimo da farinha de cefalotórax de camarão (*P. vannamei*) com baixo teor de gordura. O CDA foi determinado pelo método indireto, utilizando celite a 1% como indicador inerte. Foram encontrados no CDA para proteína bruta 94,14% e 94,22% e valores digestíveis para proteína bruta de 51,96% e 56,90%, para matéria seca, foram encontrados 92% e 91,8%, para energia, foram encontrados 92% e valores digestíveis de 80 e 89%. O resíduo de cefalotórax de camarão foi considerado como potencial para substituição de proteína e fonte de energia em rações para a espécie.

Palavras chaves: Resíduos de camarão; carcinicultura; sustentabilidade.

ABSTRACT In order to promote knowledge about alternative ingredients for aquatic animal feed formulations, the apparent digestibility coefficients (ADC) of protein, dry matter and crude energy of two ingredients in tilapia feed were determined. Seventy-two juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with an average weight of 61.85 ± 10.06 g were used in a completely randomized experimental design with three treatments, three replications and eight fish per box, alternating between the box and the hatchery. Three treatments were used: Reference feed, based on the nutritional needs of the species; Test feed consisting of the reference feed with the addition of shrimp cephalothorax meal (*P. vannamei*) whole with reference feed; Test feed consisting of the reference feed with the addition of shrimp cephalothorax meal (*P. vannamei*) with low fat content. The ADC was determined by the indirect method using 1% celite as an inert indicator. The CDA for crude protein was 94.14% and 94.22% and digestible values for crude protein were 51.96% and 56.90%; for dry matter, 92% and 91.8%; for energy, 92%; and digestible values of 80 and 89% were found. Shrimp cephalothorax waste was considered a potential substitute for protein in feed for the species.

Palavras chaves: *shrimp waste; shrimp farming; Sustainability.*

Introdução

O consumo do pescado está em crescimento nos últimos anos e diante disso, a aquicultura vem inovando para atender esta demanda. A aquicultura trata-se de uma atividade em crescente desenvolvimento que em comparação ao século XX dobrou sua produção anual (FAO, 2022). O Brasil é atualmente um dos maiores produtores mundiais de peixe de água doce e está em quarto lugar como produtor de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), produzindo 534.005 toneladas (IBGE, 2021; PEIXE BR, 2022).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é considerada a espécie de melhor desenvolvimento na aquicultura mundial, com vantagens favoráveis para a produção em massa como: rápido crescimento, reprodução em cativeiro; aceitação do filé; resistência a variações ambientais; resistência a doenças; diversas fontes para alimentação (KOBBERSTEIN, 2003; EL-SAYED, 2006a; FURUYA, 2010).

O custo de produção de peixes, bem como de outros animais, é afetado principalmente pelo valor investido na alimentação e nutrição, variando entre 40 a 70% do total, dependendo do sistema de cultivo e escala de produção adotada (NRC, 2011; ANDRADE *et al.*, 2015). A proteína é o item mais caro da ração, sendo vital para realização de diversos processos de desenvolvimento da tilápia, como a biossíntese de anticorpos (FURUYA *et al.*, 2013).

Proveniente de origem animal, a farinha de peixe é o ingrediente mais indicado devido a sua alta digestibilidade, porém o seu valor torna este produto inviável do ponto de vista ambiental, econômico e social (YILMAZ *et al.*, 2015). Uma alternativa como fonte proteica animal é a utilização da farinha de camarão, substituindo a farinha de peixe sem prejuízo ao desempenho da espécie (EL-SAYED, 1998).

Além da fonte proteica mais barata, os resíduos provenientes da farinha de camarão são ricos em carotenoides que atuam como aditivos, potentes antioxidantes, percussores de vitaminas e atuam na pigmentação tanto nos animais quanto nas dietas que contenham (BAI *et al.*, 2015). A astaxantina, por exemplo, é o principal carotenoide encontrado em crustáceos, possuindo funções como agregar coloração avermelhada na espécie, efeito antioxidante, auxilia no crescimento, reprodução e comunicação de organismos aquáticos (NRC, 2011).

A energia possui papel fundamental na formulação de rações devido a oxidação dos nutrientes durante o funcionamento do metabolismo, sendo liberada em forma de calor ou armazenamento para processos metabólicos futuros. O conhecimento da energia digestível é essencial na formulação de alimentação suplementar e completa, sendo essencial o balanço entre a energia digestível e a proteína, evitando desperdícios e potencializando o crescimento dos peixes. A tilápia do Nilo bom aproveitamento em carboidratos e gorduras como fontes de energia (ANDRADE *et al.*, 2015).

A formulação de dietas com alternativas mais econômicas e voltadas às necessidades dos peixes, depende de análises considerando a biodisponibilidade e composição nutricional do alimento (GONÇALVES *et al.*, 2009). O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) é considerada como a forma quantitativa expressa de nutrientes que pode ser absorvida pelo animal com a alimentação ingerida e posteriormente, excretada.

Os resíduos alimentícios para utilização em ração animal é uma alternativa com dois interesses principais: redução do custo de produção e redução de impactos ambientais pelo descarte inadequado (ARVANITOYANNIS & KASSAVETI, 2008). A produção da carcinicultura no Brasil por exemplo, foi responsável por 63,2 mil toneladas (FAO, 2022) sendo assim, os resíduos provenientes desta atividade podem ter um volume significativo, sendo composto de carapaça, cauda, cefalotórax representando 40-50% deste total (MEZZOMO *et al.*, 2013). O aproveitamento destes resíduos é uma alternativa para

diminuição de impacto ambiental proveniente do descarte inadequado dessa matéria prima em diversos ambientes (MEZZOMO *et al.*, 2013).

A composição dos subprodutos gerados na atividade de carcinicultura é considerado atualmente uma alternativa positiva, pois a farinha deste material apresenta boa composição de aminoácidos, minerais, carotenoides e ácidos graxos, além disso possui atratabilidade e alta palatabilidade permitindo uma resposta alimentar positiva (CARR *et al.*, 1996; LI *et al.*, 2000; NRC, 2011).

Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a digestibilidade da farinha de cefalotórax de camarão integral (FCI) e farinha de cefalotórax de camarão com baixo teor de lipídeos (FCBL) oriundos do beneficiamento do camarão branco do Pacífico (*P. vannamei*) em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) demonstrando se há um potencial de uso deste material na formulação de dietas com a inclusão destes dois ingredientes.

Material e Métodos

As farinhas de cefalotórax de camarão (*Penaeus vannamei*) foram desenvolvidas e fornecidas pela Bioingredients®, startup vinculada ao Laboratório de Enzimologia Luiz Accioly (LABENZ) da Universidade Federal de Pernambuco, que adotou uma nova técnica que atualmente encontra-se em processo de patente. Para a produção, foram utilizados os resíduos descartados das indústrias de processamento e beneficiamento do camarão de frigoríficos do Nordeste. A farinha de cefalotórax de camarão integral (FCI) foi obtida a partir do beneficiamento do cefalotórax de maneira integral, ou seja, mantendo os nutrientes presentes na matéria-prima. Já a farinha de cefalotórax de camarão com baixo teor de lipídeos (FCBL) foi obtida após a extração de parte da fração lipídica dos resíduos.

Elaboração das dietas e Produção da ração

Com foco na descoberta dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia, foi desenvolvida a DIETA referência (tabela 1), atendendo as exigências nutricionais da tilápia do Nilo com auxílio do software SuperCrac® 6.1 Premium (FURUYA, 2010; NRC, 2011; FURUYA *et al.*, 2013).

Para a formulação das dietas testes, utilizou-se as farinhas de cefalotórax de camarão como substitutivo da composição da ração referência em 20%. A determinação foi pelo método indireto, utilizando celite (cinzas solúveis em ácido) a 1% como indicador inerte (GODDARD & MCLEAN, 2001).

Tabela 1 Composição percentual e química da ração referência utilizada para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos para a tilápia do Nilo.

Alimentos (%)	%
Farelo de Soja	64,30
Milho Grão	27,79
Amido	4,00
Fosfato Bicálcico	1,39
Óleo de Soja	0,81
Premix mineral - Vitamínico ¹	0,40
Calcário	0,36
Sal Comum	0,34
DL-Metionina	0,30
L-Treonina	0,30
B H T	0,01
Total (%)	100,00
Matéria Seca (%)	96,22
Proteína Bruta (%)	32,15
Energia Bruta (kcal/kg) (%)	4052,36
Extrato Étere (%)	3,25
Matéria Mineral (%)	8,65
Cálcio (%)	0,70
Fósforo Disponível (%)	0,40

¹ Níveis de garantia por quilograma do produto (Nutrifish Vit C 4K 000): Vitamina A, 2500000U.I.; 25-Hidroxivitamina D₃, 600000U.I.; Vitamina E, 37500U.I.; Vitamina K₃, 3750mg; Vitamina C, 50g; Vitamina B₁, 4000mg; Vitamina B₂, 4000mg; Vitamina B₆, 4000mg; Vitamina B₁₂, 4000mcg; Ácido Fólico, 1250mg; Biotina, 15mg; Niacina, 22,5g; Vitamina B₅, 12g; Cobalto, 125mg; Cobre, 2500mg; Ferro, 15g; Iodo, 375mg; Manganês, 12,5g; Selênio, 87,5mg; Zinco, 12,5g.

Os ingredientes principais das dietas (milho, farelo de soja e farinha de camarão) foram moídos em moedor de facas tipo Willey, antes do processo de mistura. A partir da formulação da dieta referência, os ingredientes (micro e macro) foram separados e pesados de acordo com a determinação pré-estabelecida. Foi adicionada a pré-mistura do milho e soja, adicionando o óleo de soja e gradativamente, enquanto eram misturados, os demais ingredientes para uma melhor homogeneização. A água foi adicionada a 60 °C realizando o processo de gelatinização.

A peletização ocorreu com a massa homogênea adicionada em moedor de carnes com matriz de abertura de 2 milímetros, com secagem em estufa de ventilação forçada a 55 °C durante 24 horas. Para a produção das dietas teste, foram utilizados 80% da dieta referência e 20% de cada dieta teste. O processo de mistura dos ingredientes e peletização foi similar ao da ração referência, apenas com o acréscimo da FCI e FCBL. Na tabela 2, estão apresentados os valores de composição bromatológica das farinhas utilizadas no experimento.

Para desenvolvimento das dietas testes, foi realizada a análise da composição bromatológica dos ingredientes (Tabela 2), formulando dois tipos de dietas: D - FCI e D - FCBL.

Tabela 2 Composição bromatológica da farinha de cefalotórax de camarão integral e da farinha de cefalotórax de camarão com baixo teor de lipídios.

Alimentos	Composição Bromatológica					Energia Bruta (kCal/kg)
	Matéria seca (%)	Proteína bruta (%)	Extrato etéreo (%)	Matéria mineral (%)	Carboidratos totais (%)	
FCI	87,86	55,19	8,72	17,59	6,36	4066,36
FCBL	97,31	60,39	2,22	24,15	10,55	4015,63

* FCI = Farinha de Cefalotórax de Camarão Integral; FCBL = Farinha de Cefalotórax de Camarão com Baixo Teor de Lipídeos.

Animais e manejo de adaptação

O experimento ocorreu entre maio e junho de 2022 na Estação de Aquicultura Professor Johei Koike (EAJK) do Departamento de Pesca e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Para o trabalho, foram utilizados 72 juvenis de tilápia do Nilo apresentando peso médio de $61,85 \pm 10,06$ g em um delineamento experimental com três tratamentos e três repetições.

O modelo experimental contou com nove caixas de alimentação com aeração constante, com volume útil de 180 L, contendo 8 peixes/caixa e nove decantadores correspondentes, com volume útil de 70 L, com formato cilíndrico e fundo cônico, com uma válvula de PVC de fechamento rápido para coleta das fezes.

A aclimação dos animais ocorreu durante 15 dias, com os peixes permanecendo dentro das caixas de alimentação e com arraçoamento *ad libitum* duas vezes ao dia, no período da manhã e no período da tarde, com dieta comercial a 32% de proteína bruta. O manejo foi realizado em sistema estático, sendo realizada renovação de água pelo método de TPA de 20% dos tanques e sifonagem. A água foi clorada e desclorada com ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$) e a salinidade foi mantida em 3 ‰.

Procedimento Experimental

Após o início do experimento, os peixes permaneceram das 8h às 17h nas caixas de alimentação com a ração sendo fornecida de 11 horas da manhã e no período vespertino, 17h até saciedade aparente. Com auxílio da rede ao fim do dia, ocorria a transferência para os decantadores para coleta diária das fezes (sistema Guelph, adaptado) utilizando uma malha de $50\mu\text{m}$. O material coletado era separado em tubos Falcon e armazenado em freezer a -20°C . O procedimento foi totalizado no dia de 25 dias.

Diariamente as caixas de alimentação eram submetidas a limpeza através de sifonagem e com auxílio de bomba, a água previamente tratada era completada. A manutenção do volume de água foi realizada diariamente com troca de 50% do volume total dos decantadores e 20% das caixas de alimentação e, após quatro dias e sete dias respectivamente, eram realizadas trocas de 100% do volume. Para evitar possíveis escapes dos animais, os tanques foram cobertos com rede de proteção.

Através de multiparâmetro, foram avaliadas as seguintes variáveis físico-químicas: pH, oxigênio dissolvido, salinidade, temperatura. Com auxílio de testes Labcon, eram feitas as medições dos níveis de amônia e nitrito. As medições eram realizadas no período da manhã e no final da tarde.

Análises bioquímicas e Cálculos de Digestibilidade

Após todas as fezes necessárias serem coletadas, as amostras passaram pelos seguintes procedimentos: secas em estufa com ventilação forçada (55,0°C/48 horas), moídas e armazenadas a - 20,0°C até a realização das análises de determinação de matéria seca, energia e proteína (SILVA & QUEIROZ, 2009). Cinza insolúvel em ácido (indicador) foi analisada usando método de Atkinson *et al.* (1984). O coeficiente de digestibilidade aparente das dietas e da farinha de camarão foram calculados com base em Cho *et al.* (1985).

A análise bromatológica da ração, dos alimentos testes e das fezes foram realizadas no Laboratório de Experimentação e Análises de Alimentos (LEAAL) do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco. Nesta etapa, foi estimada a umidade, pela secagem do material em estufa de ventilação forçada a 105°C durante 12 horas (AOAC, 1996, método 926.12); a matéria mineral, obtida após a queima em forno mufla a 600°C durante 5 horas (AOAC, 1996b, método 920.39); a proteína bruta, pelo método de Kjeldahl, usando o fator de multiplicação de 6,25 (SILVA & QUEIROZ, 2009); o extrato etéreo, por meio do extrator de Soxhlet, aplicando éter de petróleo como solvente, durante 12 horas (U.K. FEEDING STUFFS, 1982, pp. 9–11); e os carboidratos totais, quantificados pela subtração de 100% da amostra pelos resultados dos itens citados acima (WATT & MERRILL, 1963). A energia foi calculada através da bomba calorimétrica (SILVA & QUEIROZ, 2009).

Os cálculos dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, energia bruta e proteína das rações foram feitos a partir das seguintes equações:

$$CDA \% = 100 - \left[100x \left(\frac{\% \text{ Indicador Dieta}}{\% \text{ Indicador Fezes}} \times \frac{N \text{ Fezes}}{N \text{ Dieta}} \right) \right]$$

$$CDA \text{ Ing} (\%) = CDA(\%)Dt + (CDA(\%)Dt - CDA(\%)Ref) \times \frac{0,8 \times Nref}{0,2 \times Ning}$$

$$N_{\text{alimento}} = N_{\text{alimento}} \times (CDA_{\text{ing}} \div 100)$$

Em que: N = nutriente (%) ou energia (kcal kg⁻¹) nas fezes, dieta teste, dieta referência ou ingrediente; Dt = Dieta teste; Ref = Referência; Ing = Ingrediente.

Os dados de análises de água foram submetidos à análise de variância. Os dados foram analisados utilizando o programa computacional Jamovi (p<0,05). Os dados de digestibilidade não foram analisados em estatística, pois a metodologia do estudo foi avaliar a qualidade dos alimentos considerando o valor de 70% de digestibilidade como nível mínimo para aceitação do alimento como alternativa na alimentação da tilápia (PEZZATO, L.E. *et al.*, 2002; BOSCOLO, HAYASHI, MEURER, 2002).

Resultados e Discussão

O alimento necessita satisfazer tanto as necessidades nutricionais, quanto dispor de boa digestão a espécie e custo-benefício ao produtor. A utilização de fontes proteicas com menor custo que garantam crescimento é algo positivo para a indústrias de rações, bem como os aquicultores (SANTOS, 2013). Sendo assim, é de suma importância o estudo sobre a digestibilidade dos alimentos, analisando principalmente o aproveitamento de energia e proteína pela espécie (BOSCOLO, HAYASHI, MEURER, 2002). Inicialmente, é importante

conhecer as características químicas, físicas e biológicas da água, pois todas as funções fisiológicas dependem diretamente da qualidade da água, por exemplo, o oxigênio dissolvido quando em menor concentração do que esperado, causam estresse diretamente nos animais e afetam seu desempenho e alimentação (FERREIRA *et al.*, 2005).

Os parâmetros de qualidade de água nos dois ambientes do cultivo das tilápias estão descritos na Tabela 3 e na Tabela 4, apresentando a qualidade de água encontrada nos caixas de alimentação e decantadores, respectivamente. Os valores encontrados estão apresentando as condições adequadas para o crescimento e bom desenvolvimento da espécie (POPMA; GREEN, 1990).

Tabela 3 Parâmetros de qualidade de água dos tanques de alimentação do experimento.

Parâmetros Avaliados	Tanques de alimentação			P valor
	Ração referência	Ração teste farinha integral	Ração teste farinha baixo teor lipídio	
pH	7,40±0,35	7,52±0,29	7,35±0,31	0,55
T°C	26,82±0,94	26,44±0,81	27,06±0,86	0,68
O ₂ (mg/L)	6,1±0,24	6,2±0,18	5,9±0,23	0,39
Amônia (mg/L)	0,68±0,63	0,58±0,43	0,72±0,49	0,19
Nitrito (mg/L)	0,38±0,35	0,26±0,19	0,27±0,22	0,41

Tabela 4 Parâmetros de qualidade de água dos tanques de coleta de fezes do experimento.

Parâmetros Avaliados	Tanques de coleta de fezes			P valor
	Ração referência	Ração teste farinha integral	Ração teste farinha baixo teor lipídio	
pH	7,42±0,21	7,37±0,22	7,51±0,18	0,34
T°C	26,79±0,80	27,72±0,75	27,37±0,95	0,11
O ₂ (mg/L)	5,9±0,36	6,1±0,29	6,5±0,42	0,25
Amônia (mg/L)	0,60±0,47	0,38±0,33	0,45±0,37	0,28
Nitrito (mg/L)	0,24±0,18	0,23±0,15	0,29±0,18	0,22

Apesar das rações utilizadas no experimento serem diferentes em composição, não houve diferença estatística significativa devido ao mesmo manejo de renovação de água aplicado para todas as caixas e tanques.

Os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta, energia bruta e matéria seca das dietas, encontram-se na tabela 5. Os CDA dos nutrientes das farinhas de cefalotórax de camarão para a tilápia no experimento foram altos, ambos em torno dos 94% para proteína bruta (PB) e 92% para matéria seca (MS) e energia bruta (EB).

Tabela 5 Coeficientes de digestibilidade aparente (CAD) das farinhas de cefalotórax de camarão integral e cefalotórax de camarão com baixo teor de lipídios.

Alimentos	Coeficientes de digestibilidade aparente (%)		
	Matéria seca	Proteína bruta	Energia Bruta
FCI	92,025	94,147	92,496
FCBL	91,863	94,225	92,589

* FCI = Farinha de Cefalotórax de Camarão Integral; FCBL = Farinha de Cefalotórax de Camarão com Baixo Teor de Lipídeos.

O resíduo de cefalotórax de camarão é um subproduto que na sua composição possui aminoácidos, ácidos graxos, pigmentos, quitina e moléculas bioativas (KANDRA *et al.*, 2012). Sendo assim, a utilização deste material para fins alimentícios na aquicultura pode promover maior valor de mercado e economia no processamento de camarões (SOWMYA & SACHINDRA, 2012).

Os resultados encontrados de CDA para PB, ED e MS demonstram que a tilápia do Nilo possui capacidade de assimilar eficientemente os nutrientes. Os valores da PB encontrados na FCBL foram próximos ao de Boscolo (2004) e Balogun & Akegbejosamsons (1992) para farinha do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) e farinha do camarão de água-doce *Macrobrachium rosenbergii*, respectivamente.

A proteína presente no resíduo de camarão é uma fonte em potencial para alimentação animal, sendo possível encontrar valores de até 46,81% de PB em sua composição, conferindo uma ótima atratabilidade e palatabilidade (GUIMARÃES *et al.*, 2008). Este fato corrobora com Silva & Pezzato (2000) que compararam a utilização de farinha de peixe com farinha de resíduo de camarão em 20 alevinos de tilápia obtendo melhores resultado com farinha de resíduo de camarão.

Porém, o uso do resíduo do processamento de camarão deve ser limitado devido à quantidade de quitina e matéria mineral para evitar a formação de pételes fracos e com baixa hidroestabilidade. Também encontrou-se o estudo que aponta que altos conteúdos de cinzas e quitina foram fatores limitantes para a digestibilidade em tilápias utilizando farinhas dos crustáceos *Gammarus kischineffensis* e *Astacus leptodactylus* (SOUTO, 2017).

De acordo com Bomfim e Lamma (2004), o CDA possui relação de dependência com a capacidade dos peixes em absorver alimentos, sendo a tilápia capaz de utilizar diversos nutrientes de diversas fontes de alimentos.

A alta palatabilidade e atratabilidade encontrados em alimentos provenientes da farinha de camarão é ocasionada principalmente pela alta concentração de alguns estimulantes, como arginina, alanina, glicina, prolina, aumentando a resposta alimentar na espécie (CARR *et al.*, 1996; LI *et al.*, 2000; NRC, 2011). Outro fator que auxilia na aceitação das dietas seria a presença de carotenoides. De acordo com Niamnuy *et al.* (2008), a astaxantina é o principal carotenoide encontrado em crustáceos, variando entre 64% a 98% o total (LATSCHA, 1989). Atualmente, os pigmentos sintéticos têm um alto custo, e a utilização dos resíduos do camarão como fonte de pigmentos carotenoides têm sido promissora para aquicultura (SEABRA *et al.*, 2014).

Os valores de matéria seca digestível, proteína digestível e energia digestível dos ingredientes estão dispostos na Tabela 6. A FCI atingiu um valor de 51,9% e a de FCBL atingiu um valor de 56,9% de proteína digestível

Tabela 6 Valores de digestibilidade aparente das farinhas de cefalotórax de camarão integral e cefalotórax de camarão com baixo teor de lipídios

Alimentos	Valores digestíveis		
	Matéria seca digestível (%)	Proteína digestível (%)	Energia digestível (kCal/kg)
FCI	80,853	51,960	3761,242
FCBL	89,392	56,903	3718,016

* FCI = Farinha de Cefalotórax de Camarão Integral; FCBL = Farinha de Cefalotórax de Camarão com Baixo Teor de Lipídeos.

O hábito alimentar das tilápias é onívoro, mas pode apresentar tendências a carnivorismo, possuindo como principais fontes de alimento em meio natural pequenos peixes, crustáceos, larvas de insetos, entre outros organismos (FABREGAT, 2018), com boa posição na cadeia alimentar em relação a outras espécies onívoras. Segundo Santos (2014), por consequência do hábito alimentar, as funções digestivas da espécie são capazes de hidrolisar uma maior quantidade de alimentos, comparado com os carnívoros. Este fato corrobora com Degani & Revach (1991) que comprovou que as diferenças estão relacionadas a variações na fisiologia digestiva das espécies. Para se ter uma ideia da amplitude digestiva da espécie, de acordo com Molina *et al.* (2005) e Lu *et al.* (2006) a tilápia possui uma atividade digestiva capaz de digerir cianobactérias em lagos eutrofizados.

A espécie em habitat natural consome pequenos crustáceos, devido a isto pode ser atraída por rações com subprodutos de camarão em sua composição, apresentando enzimas digestivas que auxiliam na absorção dos nutrientes presentes neste ingrediente (FABREGAT, 2018). Além disso, a alimentação é escolhida de acordo com a disponibilidade do ambiente, demonstrando que a espécie possui alta plasticidade trófica (SANTOS, 2013).

Segundo Guimarães *et al.* (2011) que realizaram o experimento utilizando amido de quirera de arroz para tilápias, as rações que apresentam grande quantidade de carboidratos foram bem aproveitadas pela espécie devido sua capacidade de utilização de carboidratos com formas complexas, mostrando sua capacidade digerir dietas que tenham maiores níveis deste nutriente.

Apesar da FCBL apresentar menor quantidade de lipídios em sua composição, não houve impacto no aproveitamento pela espécie dos nutrientes fornecidos nos alimentos. Devido a isso, considera-se que as duas farinhas são potenciais fontes de alimentação para a tilápia do Nilo.

Portanto, os resultados encontrados corroboram para a continuação de pesquisas que avaliem a inclusão de materiais oriundos de carcinicultura como alternativa de proteína, ajudando a minimizar o desperdício por descarte inadequado deste insumo, além de utilizá-lo como fonte de diversos nutrientes essenciais à espécie.

Agradecimentos

Agradeço ao Laboratório de Experimentação e Análises de Alimentos (LEAAL) do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, onde foram desenvolvidas as análises bromatológicas da ração, do alimento teste e das fezes. A Estação de Aquicultura Professor Johei Koike (EAJK), onde foi realizado o experimento *in vivo*. E a

Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo suporte financeiro para realização da pesquisa.

Referências

- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 18a ed.; Gaithersburg: Published by AOAC International. Washington DC, 2005.
- Association of Official Analytical Chemists. In **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists** (method 991.20), 33. A.O.A.C., Arlington, pp. 10–12, 1995a
- Association of Official Analytical Chemists. In **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists** (method 920.39, C). A.O.A.C., Arlington, pp. 10–12, 1995b.
- Association of Official Analytical Chemists. In **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists** (method 926.12), 33. A.O.A.C., Arlington, pp. 5, 1996.
- ATKINSON, J.L.; HILTON, J.W.; SLINGER, S.J. Evaluation of acid-insoluble ash as an indicator of feed digestibility in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 41, n. 9, p. 1384-1386, 1984.
- ANDRADE, C.L.; RODRIGUES, F.S.; CARVALHO, D.P.; PIRE, S. F.; PIRES, M. F. Nutrição e alimentação de Tilápias do Nilo. **Nutri Time**, v. 12, n. 06, p. 4464-4469, 2015.
- ARVANITOYANNIS, I. S.; KASSAVETI, A. Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses. **International Journal of Food Science and Technology**, Chichester, n. 43, p. 726–745, 2008.
- BALOGUN, A.M.; AKEGBEJOSAMSONS, Y. Waste yield, proximate and mineral-composition of shrimp resources of Nigeria coastal waters. *Bioresource Technology*, v.40, n.2, p.157-161, 1992.
- BOMFIM, M. A. D. e E. A. T. LANNA. 2004. Fatores que afetam os coeficientes de digestibilidade nos alimentos para peixes. **Rev. Eletrônica Nutr.**, 1: 20-30.
- CARR, W.E.S.; NETHERTON J.C.; GLEESON, R.A.; DERBY, C.D. Stimulants of Feeding Behavior in Fish: Analyses of tissues of diverse marine organisms. *The Biological Bulletin*, 190: 149-160p, 1996.
- CHO, C.Y.; COWEY, C.B.; WATANABE, T. *Finfish nutrition on Asia: method-logical approaches to research and development*. Ottawa: International Development Research Center, 154p., 1985.
- DEGANI, G.; REVACH, A. Digestive capabilities of three commensal fish species: carp, *Cyprinus carpio* L., tilapia, *Oreochromis aureus* X *O. niloticus*, and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchel 1822). **Aquatic Fisheries Management**, v.22, p.397-403, 1991.
- EL-SAYED, A.M. *Tilapia Culture*. CABI Publishing, Massachusetts, USA, 2006a.
- FABREGAT, T. Gastrointestinal tract evaluations for oscar and angelfish: anatomic proportions and transit time. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.41, n.3, p.671-676, 2018.
- FERREIRA, R. A. R.; CAVENAGHI, A. L.; VELINI, E. D.; CORRÊA, M. R.; NEGRISOLIE.; BRAVIN, L. F. N.; TRINDADE, M. L. B.; PADILHA, F. S. Monitoramento de fitoplâncton e microcistina no Reservatório da UHE Americana. *Planta Daninha*, v. 23, n. 2, p. 203-214, 2005.
- FURUYA, W.M. *Tabelas brasileiras para nutrição das Tilápias*. Toledo: GFM, 100p, 2010.

- GODDARD, J.S.; MCLEAN, E. Acid-insoluble ash as an inert reference material for digestibility studies in tilapia, *Oreochromis aureus*. *Aquaculture*, v. 194, n. 1-2, p. 93-98, 2001.
- GONÇALVES, L.U.; VIEGAS, E.M.M.; Produção, caracterização e avaliação biológica de silagens de resíduos de camarão para tilápia-do-nilo. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, n.4, p.1021-1028, 2007.
- GUIMARÃES, I. G. et. al. Farinha de camarão em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), *Revista Brasileira de Saúde Produção Animal*, v. 9, n.1, p. 140-149, 2008.
- HALVER, J.E.; HARDY, R.W. Nutrient flow and retention. **Fish nutrition**. 3º ed. San Diego: Elsevier Science, 2002, 824p.
- KOBERSTEIN, T.C.R.D. Alguns aspectos da tilapicultura. Jaboticabal. 2003. 14p.
- KROGDAHL, A.; LEA, T.B.; OLLI, I.J. Soybean proteinase inhibitor affect intestinal trypsin activities and amino acid digestibilities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Comparative Biochemistry Physiology**, v. 107, p.215-219, 1994.
- Latscha, T. (1989). The role of astaxanthin in shrimp pigmentation. In *Advances in Tropical Aquaculture Workshop at Tahiti, Tahiti, French Polynesia*.
- LI, M.H.; ROBINSON, E.H.; HARDY, R.W. Protein sources for feeds. In: STICKNEY, R.R. (Ed.). *Encyclopedia of Aquaculture*. Wiley-Interscience, Pp. 688-694, 2000.
- MEZZOMO, N.; MARTÍNEZ, J.; MARASCHIN, M.; FERREIRA, S.R. Pink shrimp (*P. brasiliensis* and *P. paulensis*) residue: Supercritical fluid extraction of carotenoid fraction. *The Journal of Supercritical Fluids*, v. 74, p. 22-33, 2013.
- MEURER, S. **Digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia bruta de alguns ingredientes para juvenis de Piracanjuba, *Brycon orbignyanus***. Florianópolis: UFSC, 1999. 81p. Dissertação (Mestrado para aquicultura). Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.
- MONTOYA-CAMACHO, N.; MARQUEZ-RÍOS, E.; CASTILLO-YÁÑEZ, F.J.; CÁRDENAS LÓPEZ, J.L.; LÓPEZ-ELÍAS, J.A.; RUÍZ-CRUZ, S.; OCAÑO-HIGUERA, V.M. Advances in the use of alternative protein sources for tilapia feeding. **Reviews in Aquaculture**, v. 11, n. 3, p. 515-526, 2018.
- Niamnuy C, Devahastin S, Soponronnarit S & Raghavan GSV (2008) Kinetics of astaxanthin degradation and color changes of dried shrimp during storage. *Journal of Food Engineering*, 87:591-600.
- PEIXE BR - Associação Brasileira da Piscicultura. Anuário Peixe BR da Piscicultura 2022, 12 p., 2022.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C., BARROS, M.M.; QUINTERO PINTO, L.G.; FURUYA, W.M.; PEZZATO, A.C. 2002. Digestibilidade Aparente de Ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia* v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.
- POPMA, T. J.; GREEN, B. W. *Aquacultural production manual: sex reversal of tilapia in earthen ponds*. Auburn: Auburn University. **International Center for Aquaculture**, 1990.
- SANTOS, J. F. Efeito do hidrolisado protéico de camarão sobre as enzimas digestivas da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). 71 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2008.
- SEABRA, L. M. J.; DAMASCENO, K. S. F. S. C.; RICIOLI, C. S.; GOMES, C. C.; PEDROSA, L.F. C. Carotenoides totais em resíduos do camarão *Litopenaeus vannamei*. *Rev. Ceres, Viçosa*, v. 61, n.1, p. 130-133, jan/fev, 2014.

- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análises de Alimentos (Métodos Químicos e Biológicos), 3a ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 235 pp., 2009.
- SILVA, E.M.P.; PEZZATO, L.E. Respostas da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à Atratividade e Palatabilidade de Ingredientes Utilizados na Alimentação de Peixes. Revista brasileira de zootecnia, Rev. Bras. Zootec. vol.29 no.5 Viçosa, set/out 2000.
- U.K. FEEDING STUFFS (SAMPLE AND ANALYSIS) REGULATIONS. **The Determination of Oil in Feeding Stuffs**, 1119, I, 9-11, 1982.
- WATT, B.K.; MERRILL, A.L. Composition of Foods, Agriculture Handbook 8. **Superintendent of Documents, US Government Printing Office, Washington, DC**, v. 20402, 1963.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de matéria-prima com viabilidade econômica na formulação de dietas para peixes é de extrema importância na aquicultura. Por isto, a busca por alimentos alternativos é investigada de forma diversa, objetivando a mitigação dos custos em relação a produção de rações, e buscando por sustentabilidade na produção de alimentos para animais aquáticos. Os subprodutos da indústria pesqueira estão sendo estudados amplamente, sendo usados como farinhas, óleos, aditivos, dentre outros, tendo em vista que seu descarte irregular favorece a contaminação dos mananciais. O uso de subprodutos na formulação de dietas visa a redução do impacto ambiental e ainda agrega valor biológico na utilização em rações para peixes. O presente trabalho demonstrou que a farinha de cefalotórax de camarão pode ser utilizada como fonte proteica para tilápias, levando mais uma possibilidade de alimento alternativo às indústrias de rações.

REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO

- ANDRADE, C.L.; RODRIGUES, F.S.; CARVALHO, D.P.; PIRE, S. F.; PIRES, M. F. Nutrição e alimentação de Tilápias do Nilo. **Nutri Time**, v. 12, n. 06, p. 4464-4469, 2015.
- BARBOSA, A. R. M., MONTE, A. M., SILVA, A. K. M., MURATORI, M. C. S. Resíduo de camarão para produção de proteases de interesse biotecnológico. **Revista Interação Interdisciplinar**, v. 04, nº. 02, p.52-64, Jul-Dez., 2020.
- BAI, S.C.; KATYA, K.; YUN, H. Additives in aquafeed: An overview. **Feed and feeding practices in aquaculture**, p. 171-202, 2015.
- BOSCOLO, W.R., HAYASHI, C., MEURER, F., FEIDEN, A., BOMBARDELLI, R. A. Apparent Digestibility of Energy and Protein of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Corvina

(*Plagioscion squamosissimus*) by-product Meal, and Canela Crayfish (*Macrobrachium amazonicum*) Meal for Nile. **R. Bras. Zootec.**, v.33, n.1, p.8-13, 2004

BOSCOLO, W.R., HAYASHI, C., MEURER, F. Apparent digestibility of the energy and nutrients of conventional and alternatives foods for Nile tilapia. **Braz. Jour. Anim. Sci.**, 31, No. 2, 539-545. 2002.

COSTA, D.P.; MIRANDA-FILHO, K.C. 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, 2020.

EL-SAYED, A.M. Tilapia Culture. CABI Publishing, Massachusetts, USA, 2006a.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022 (SOFIA): Towards Blue Transformation. Rome, 266 p.; 2022.

GUIMARÃES, I. Digestibilidade aparente, pela Tilápia Do Nilo (*Oreochromis Niloticus*), de alimentos extrusados. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, São Paulo, 2006.

HARITH, Z.T.; SUKRI, S.M.; REMLEE, N.F.S.; SABIR, F.N.M.; ZAKARIA, N.N.A. Effects of dietary astaxanthin enrichment on enhancing the colour and growth of red tilapia, *Oreochromis* sp. **Aquaculture and Fisheries**, 2022.

IBGE. Produção da Pecuária municipal, Rio de Janeiro, v. 48, p. 1-12, 2021.

KANDRA, P.; CHALLA, M.M.; JYOTHI, H.K.P. Efficient use of shrimp waste: present and future trends. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 93, n. 1, p. 17-29, 2012.

KUBITZA, F. Nutrição e alimentação dos peixes cultivados. Jundiaí: F. Kubitza, 1999. 123p.

MAINARDES-PINTO, C.S.R.; VERANI, J.R.; ANTONIUTTI, D.M.; STEMPNIEWSKI, H.L. Estudo comparativo do crescimento de machos de *Oreochromis niloticus* em diferentes períodos de cultivo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.16 p.19-27, 1989.

MELO, A. R.; STIPP, N.A.F.; A Piscicultura em Cativeiro como Alternativa Econômica para as Áreas Rurais. **Geografia**, Londrina, v. 10, n. 2, p. 175-193, jul./dez. 2001.

MEZZOMO, N.; MARTÍNEZ, J.; MARASCHIN, M.; FERREIRA, S.R. Pink shrimp (*P. brasiliensis* and *P. paulensis*) residue: Supercritical fluid extraction of carotenoid fraction. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 74, p. 22-33, 2013.

MONTOYA-CAMACHO, N.; MARQUEZ-RÍOS, E.; CASTILLO-YÁÑEZ, F.J.; CÁRDENAS LÓPEZ, J.L.; LÓPEZ-ELÍAS, J.A.; RUÍZ-CRUZ, S.; OCAÑO-HIGUERA, V.M. Advances in the use of alternative protein sources for tilapia feeding. **Reviews in Aquaculture**, v. 11, n. 3, p. 515-526, 2018.

PARJIKOLAEI, B.R.; EL-HOURI, R.B.; FRETTÉ, X.C.; CHRISTENSEN, K.V. Influence of green solvent extraction on carotenoid yield from shrimp (*Pandalus borealis*) processing waste. **Journal of Food Engineering**, v. 155, p. 22-28, 2015.

PEIXE BR. Anuário Peixe BR da Piscicultura 2022. São Paulo: Associação brasileira da piscicultura, 79 p.; 2022.

PERALTA, E.M.; HATATE, H.; KAWABE, D.; KUWAHARA, R.; WAKAMATSU, S.; YUKI, T.; MURATA, H., 2008. Improving antioxidante activity and nutritional components of Philippine salt-fermented shrimp paste through prolonged fermentation. *Food Chem.* 111, 72-77.

PESTANA, G. T. DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS PARA PEIXES REDONDOS. Orientador: Marcos Antonio Delmondes Bomfim. 2022. 38 f. Monografia – Curso Zootecnia, Universidade Federal do Maranhão, MARANHÃO, 2022.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C., BARROS, M.M.; QUINTERO PINTO, L.G.; FURUYA, W.M.; PEZZATO, A.C. 2002. Digestibilidade Aparente de Ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia* v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.

PLASCENCIA-JATOMEA, M., OLVERA-NOVOA, MA., ARREDONDO-FIGUEROA, JL., Hall, GM., Shirai, K. Feasibility of fishmeal replacement by shrimp head silage protein hydrolysate in Nile tilapia, (*Oreochromis niloticus*), diets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2002; 82(7):753- 759p.

SENAR. Piscicultura: criação de tilápias em tanques-rede. Brasília: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 108 p.; 2018.

SOUTO, CRISTIELLE NUNES. Farinha de camarão em dietas para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). Orientador: Dr. Igo Gomes Guimarães. 2018. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, GOIÂNIA, 2015.

SOUZA, R. M., SANTANA, F.A., GARGANTINI, O.F., PRODUÇÃO DE TILÁPIA EM TANQUE-REDE. **Revista Alomorfia, Presidente Prudente**, v. 5, n. 1, p. 266-273, 2021.

YAHYA, M. A., ALFARIS, N.A., ALSHAMMARI, G.M., ALTAMIMI, J. Z., ALMOUSA, L.A., ALGAL, R. I., ALKEHAYEZ, N. M., ALJABRYN, D.H., ALSAYADI, M. M. Evaluating the effects of different processing methods on the nutritional composition of shrimp and the antioxidant activity of shrimp powder. **Saudi J Biol Sci.** 2022 Jan; 29(1): 640–649.