

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**PROTEÍNA DA FARINHA DO INSETO *Tenebrio molitor* EM SUBSTITUIÇÃO A PROTEÍNA DA FARINHA DE PEIXE EM DIETAS PARA ACARÁ BANDEIRA (*Pterophyllum scalare*)**

**Jayne Rafaela Costa**

Jaboticabal, São Paulo  
2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**PROTEÍNA DA FARINHA DO INSETO *Tenebrio molitor* EM SUBSTITUIÇÃO A PROTEÍNA DA FARINHA DE PEIXE EM DIETAS PARA ACARÁ BANDEIRA (*Pterophyllum scalare*)**

**Jayne Rafaela Costa**

**Orientador: Dr. João Batista Kochenborger Fernandes**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP - CAUNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Jaboticabal, São Paulo  
2022

Costa, Jayne Rafaela  
C837p Proteína da farinha do inseto *Tenebrio molitor* em substituição a proteína da farinha de peixe em dietas para Acará Bandeira (*Pterophyllum scalare*) / Jayne Rafaela Costa. -- Jaboticabal, 2022  
vi, 30 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2022

Orientador: João Batista Kochenborger Fernandes

Banca examinadora: Danilo Cintra Proença, Jessias Ismael da Costa

1. Aquicultura. 2. Nutrição. 3. Peixe ornamental. I. Título. II. Jaboticabal-Centro de Aquicultura.

CDU 639.3.043

Ficha Catalográfica elaborada pela STAFF - Biblioteca da UNESP  
Campus de Jaboticabal/SP - Karina Gimenes Fernandes - CRB 8/7418

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

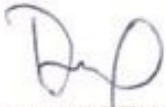
**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PROTEÍNA DA FARINHA DO INSETO *Tenebrio molitor* EM  
SUBSTITUIÇÃO A PROTEÍNA DA FARINHA DE PEIXE EM DIETAS PARA ACARÁ BANDEIRA  
(*Pterophyllum scalare*)**

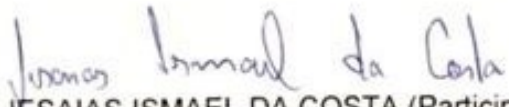
**AUTORA: JAYNE RAFAELA COSTA**

**ORIENTADOR: JOÃO BATISTA KOCHENBORGER FERNANDES**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AQUICULTURA, pela  
Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. JOÃO BATISTA KOCHENBORGER FERNANDES (Participação Virtual)  
Laboratório de Peixes Ornamentais / Centro de Aquicultura da UNESP, CAUNESP, Jaboticabal-SP

  
Prof. Dr. DANILO CINTRA PROENÇA (Participação Virtual)  
Ciências Biológicas e Nutrição / Faculdade São Luis, Jaboticabal-SP

  
Prof. Dr. JESAIAS ISMAEL DA COSTA (Participação Virtual)  
/ Centro de Aquicultura da UNESP, CAUNESP, Jaboticabal-SP

Jaboticabal, 25 de fevereiro de 2022

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	i
APOIO FINANCEIRO.....	ii
Lista de Tabelas.....	iii
Lista de Figuras.....	iv
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	6
3. Material e Métodos.....	7
3.1. Material Biológico e Delineamento Experimental.....	7
3.2. Dietas Experimentais.....	7
3.3. Avaliação dos Parâmetros de Desempenho e Eficiência Nutricional.....	9
3.4. Índices Fisiológicos.....	11
3.5. Monitoramento dos Parâmetros Físico-Químicos da Água.....	11
3.6. Análises Estatísticas.....	13
4. Resultados e Discussão.....	13
4.1. Desempenho e Eficiência Nutricional.....	13
4.2. Índices Fisiológicos.....	21
5. Conclusão.....	22
6. Referências Bibliográficas.....	23
7. Considerações Finais.....	30

“E quase que eu me esqueci  
que o tempo não para nem  
vai esperar”. **Elis Regina**

## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A família Costa que sempre foi à base e o impulso para que tudo desse certo, cada um a sua maneira me ensinando que desistir não é uma opção. Em especial agradeço minha mãe Eunice Costa, por ser o exemplo de mulher que sempre me inspirou e continuará me inspirando por toda a vida.

A Marina Bueno Miotto, profissional dedicada e pessoa especial, que nos momentos mais difíceis soube me resgatar e segurando minha mão me trouxe até aqui. Serei eternamente grata pela amizade, parceria e compreensão.

A família Bueno, que se tornou um dos pilares principais nessa construção da vida. Agradeço pela experiência, o apoio e ensinamentos.

A Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus de Jaboticabal por ter contribuído na formação da profissional que me tornei. Levarei pra sempre o orgulho de fazer parte da família FCAV e a gratidão por ter conhecido e contado com pessoas inspiradoras.

Ao Centro de Aquicultura da Unesp (CAUNESP) pela oportunidade de crescimento profissional e acadêmico.

Ao Prof. Dr. João Batista Kochenborger Fernandes pela dedicação, orientação e importantes ensinamentos durante o mestrado.

A equipe do Laboratório de Peixes Ornamentais pelos bons momentos e ajuda que contribuíram diretamente para a conclusão desta dissertação.

Ao LAVINESP e a Prof. Dra. Nilva Kazue Sakomura pelo apoio científico e estrutural cedido a nós durante o mestrado.

Aos funcionários do CAUNESP que sempre estiveram à disposição de ensinar e ajudar no que fosse preciso.

A todas as amigas que fiz durante essa jornada, pelo apoio emocional e muitas das vezes ter cedido seu tempo para ajudar.

## **APOIO FINANCEIRO**

Programa de Demanda Social, CAPES, Processo nº 88887.604549/2021-00

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição bromatológica analisada da farinha do inseto <i>Tenebrio molitor</i> .....	8
<b>Tabela 2.</b> Formulação e composição das dietas experimentais com cinco níveis de substituição (0, 25%, 50%, 75% e 100%) da proteína bruta da farinha de peixe pela proteína bruta da farinha do inseto <i>T. molitor</i> , para juvenis de acará bandeira ( <i>Pterophyllum scalare</i> ).....	8
<b>Tabela 3.</b> Médias e desvios padrão dos parâmetros físico-químicos da água monitorados diariamente e semanalmente durante 80 dias experimentais.....	12
<b>Tabela 4.</b> Médias e desvios padrão dos parâmetros de desempenho e eficiência nutricional avaliados; ganho de peso (GP); proporção de proteína bruta no ganho de peso (PB <sub>GP</sub> ); proporção de extrato etéreo no ganho de peso (EE <sub>GP</sub> ); taxa de crescimento específico (TCE); conversão alimentar aparente (CAA) taxa de eficiência proteica (TEP) e taxa de sobrevivência (S) para juvenis de acará bandeira alimentados com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela farinha do inseto <i>T. molitor</i> .....	17
<b>Tabela 5.</b> Médias e desvios padrão dos índices somáticos avaliados; índice hepatosomático (IHS); índice viscerosomático (IVS) e índice liposomático (ILS) para juvenis de acará bandeira alimentados com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela farinha do inseto <i>T. molitor</i> .....	21

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Regressão polinomial de segundo grau entre ganho de peso (GP) e níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela farinha de inseto.....	13
<b>Figura 2.</b> Regressão polinomial de segundo grau entre a proporção de proteína bruta no ganho de peso ( $PB_{GP}$ ) e níveis de substituição (eixo horizontal) da proteína da farinha de peixe pela farinha de inseto.....	15
<b>Figura 3.</b> Regressão polinomial de segundo grau entre a proporção de extrato etéreo no ganho de peso ( $EE_{GP}$ ) e níveis de substituição (eixo horizontal) da proteína da farinha de peixe pela farinha de inseto.....	16
<b>Figura 4.</b> Regressão polinomial de segundo grau entre taxa de crescimento específico (TCE) e níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela farinha de inseto.....	18

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha do inseto *Tenebrio molitor* em dietas para acará bandeira (*Pterophyllum scalare*). Foram utilizados 200 juvenis divididos em duas faixas de peso médio inicial (1,00 a 1,17g e 1,18 a 1,38g), onde os peixes foram distribuídos em 20 aquários de 90 litros, acoplados a um sistema de aeração constante e controle de temperatura. O experimento foi conduzido em blocos casualizados (DBC), composto por cinco tratamentos e quatro réplicas, sendo cada faixa de peso um bloco. Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia, até a saciedade aparente, com dietas experimentais isoproteicas (37% de PB) e isoenergéticas (4.300 Kcal EB.Kg<sup>-1</sup>), contendo níveis de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% de substituição da proteína da farinha de peixe pela farinha de inseto, por 80 dias. Os parâmetros de desempenho e eficiência nutricional, como, ganho de peso (GP), proporção de proteína bruta no ganho de peso (PB<sub>GP</sub>), proporção de extrato etéreo no ganho de peso (EE<sub>GP</sub>), taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência proteica (TEP) e sobrevivência (S) foram avaliados, assim como os índices fisiológicos. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), ao nível de significância de 5% e aplicada regressão polinomial para GP, PB<sub>GP</sub> e EE<sub>GP</sub>. Foi aplicado o Teste de Tukey (P<0,05) para os demais parâmetros de desempenho, utilizando o programa RStudio (Build 351, © 2009-2021, PBC). O emprego de níveis superiores a 29,50% de substituição na dieta podem resultar na perda do desempenho dos peixes. Para os parâmetros TCE e CAA o nível de 25% de substituição proporcionou o melhor desempenho para os peixes.

**Palavras-chave:** Aquicultura, Nutrição, Peixes ornamentais, Proteína alternativa.

**ABSTRACT**

The aim of this study was to evaluate the effects of different levels of fishmeal protein replacement by mealworm meal protein in diets for angelfish (*Pterophyllum scalare*). Were used 200 juveniles divided into two initial average weight ranges (1,00 to 1,17g and 1,18 to 1,38g), where the fish were distributed in 20 aquariums with 90 liters, coupled to a system of constant aeration and temperature control. The experiment was conducted in randomized blocks (CRB), composed of five treatments and four replicates, each weight range being a block. Fish were fed four times a day, until apparent satiety, with experimental isoprotein (37% CP) and isoenergetic (4,300 Kcal CE.Kg<sup>-1</sup>) diets, containing levels of 0%, 25%, 50%, 75% and 100% replacement of fish meal protein by insect meal for 80 days. The parameters of performance and nutritional efficiency, as, weight gain (WG), proportion of crude protein in weight gain (CP<sub>WG</sub>), proportion of ether extract in weight gain (EE<sub>WG</sub>), specific growth rate (SGR), apparent feed conversion (AFC), protein efficiency rate (PER) and survival (S), were confirmed, as well as the physiological indices. The data were submitted to variance analysis (ANOVA), at the significance level of 5% and polynomial regression was applied to WG, CP<sub>WG</sub> and EE<sub>WG</sub>. The Tukey Test (P<0.05) was applied to the other performance parameters, using the RStudio program (Build 351, © 2009-2021, PBC). The use of levels higher than 29.50% of replacement in the diet can result in loss of fish performance. For the TCE and CAA parameters, the 25% replacement level proved to be effective in the performance of the fish.

**Key words:** Aquaculture, Alternative Protein, Nutrition, Ornamental fish.

## 1. Introdução

Ao longo dos anos, a aquicultura tem feito grandes avanços na produção de uma ampla gama de organismos aquáticos, tanto para consumo humano quanto para espécies ornamentais (MAHMOOD et al., 2016). A produção de peixes ornamentais é uma prática antiga ao redor do mundo, tendo início no Brasil na década de 1920, com destaque para as espécies amazônicas entre 1950 e 1960, representando grande evolução à prática da aquariofilia desde então (CAMPELO et al., 2020). Apropriado ao elevado potencial de exportação e a oportunidade de gerar renda aos piscicultores locais, a produção e comercialização de peixes ornamentais de água doce tem conquistado cada vez mais adeptos e incentivadores (TAKAHASHI et al., 2010). Trata-se de um importante segmento de mercado dentro da aquicultura global (IBARRA et al., 2018), altamente competitivo e exigente, com valores consideravelmente elevados na proporção em que esses animais são reconhecidos como joias vivas (TARKHANI et al., 2017). Na América do Sul, os principais países exportadores são Peru, Brasil, e a Colômbia que ocupa a primeira posição no mercado internacional, devido à diversidade de espécies que possui com habilidade para aquariofilia, sobretudo na região amazônica (IBARRA et al., 2018). No estado brasileiro do Amazonas, a atividade pesqueira de peixes ornamentais é amparada por uma gama de espécies nativas e reputada como extrativista geradora de renda para a população ribeirinha, tornando o estado um dos principais exportadores da cadeia no país (YAMAMOTO et al., 2021).

Dentre as espécies exploradas, podemos mencionar as frequentemente buscadas no varejo aquarista, como o acará-disco (*Shymphysodon aequifasciata*), Oscar (*Astronatus ocelatus*), tetra cardinal (*Paracheirodon axelrodi*), coridora (*Corydoras sp.*) e o acará bandeira (*Pterophyllum scalare*), com grande destaque mercantil, responsável por alta movimentação monetária no Brasil e o no mundo (SELVATICI et al., 2017). Seu corpo pequeno e coloração atraente em conjunto ao seu comportamento surpreendentemente adaptável tornam-no extremamente popular (TARKHANI et al., 2017). Normalmente são cultivados em sistema intensivo ou semi-intensivo e suas necessidades nutricionais podem ser facilmente atendidas com dietas artificiais (MAHMOOD et

al., 2016). Nativo da bacia amazônica e extensivamente distribuído pela América do Sul, o ciclídeo de água doce popularmente conhecido por acará bandeira foi apontado como a espécie mais notória da aquariofilia, considerando o alto valor econômico correspondente a sua elegância, habilidade reprodutiva e adaptabilidade ao cativeiro (CAMPELO et al., 2019). Na natureza, possui hábito alimentar onívoro com tendência carnívora, submetido a variações sazonais que proporcionam flexibilidade na sua dieta, levando a ingestão de invertebrados aquáticos e terrestres, como os insetos adultos ou larvas. (FABREGAT et al., 2015). Sua preferência alimentar muda com a idade, podendo presumir que ao oferecer uma variedade de alimentos o peixe pode escolher o melhor para si, e diferentes fatores podem afetar essa escolha, como o volume e a disponibilidade (BRANDÃO et al. 2021).

Hábito alimentar e nutrição estão entre os processos mais relevantes em relação à produção e sobrevivência dos peixes. Na verdade, o desinteresse do peixe pelo alimento em si é um sinal de que algo não está indo bem no ambiente de criação. Além disso, o crescimento adequado depende de uma alimentação adequada, destacando a necessidade de saber que tipo de alimento possibilitará o desenvolvimento saudável desses animais (BRANDÃO et al. 2021). Apesar da importância da nutrição na criação de peixes ornamentais, pesquisas e avanços nessa área ainda são limitados (MAHMOOD et al., 2016) e embora muitos estudos estejam disponíveis sobre a variabilidade da espécie, pouco se sabe a respeito de suas exigências nutricionais, especialmente em seus primeiros estágios de vida (ESPITIA-MANRIQUE et al., 2017). Em virtude disso, novos trabalhos têm sido desenvolvidos voltando-se a espécie, incluindo sua biologia, funcionamento do sistema digestório (FABREGAT et al., 2015), comportamento e nutrição, explorando a eficácia de fontes proteicas alternativas (JAYALEKSHMI et al., 2017).

A nutrição influencia diretamente o potencial produtivo de cada peixe, sendo importante conhecer os requisitos nutricionais de cada espécie para auxiliar na formulação de dietas balanceadas (CAMPELO et al., 2019), assim como seu comportamento alimentar e os fatores que o afetam para garantir seu bem-estar (BRANDÃO et al. 2021). A exigência nutricional pode ser avaliada sob

seis diferentes grupos: as proteínas, lipídios, carboidratos, vitaminas, minerais e energia (NOGALES-MÉRIDA, et al., 2019). Dentre eles, as exigências proteicas baseiam-se no perfil de aminoácidos corporais de cada espécie (KUMAR et al., 2017) e na qualidade dos ingredientes proteicos, que além de desempenhar papel importante na sistematização do crescimento é um dos componentes mais caros da dieta (IBARRA et al., 2018). Ao passo que a população humana se desenvolve e cresce rapidamente, a aquicultura e o consumo mundial de peixes aumentam de maneira constante. A demanda por rações dependentes exclusivamente da inclusão de ingredientes oriundos da pesca predatória que não respeita a fase de reprodução dos animais, como a farinha de peixe, tem-se elevado conjuntamente (STUART et al., 2021). A produção global de peixes atingiu cerca de 179 milhões de toneladas em 2018, onde, 156 milhões foram direcionadas ao consumo humano, o equivalente a uma oferta anual estimada de 20,5 kg per capita (FAO, 2020). O restante dos produtos da pesca são, em sua maior parte, processados para produção de farinha e óleo de peixe. A farinha de peixe de qualidade possui elevada digestibilidade e equilíbrio de aminoácidos, além de ser considerado o ingrediente proteico mais importante e amplamente utilizado em dietas para produção aquícola (STUART et al., 2021). Mesmo assim, deve-se considerar a importância da produção de fontes de proteína animal alternativa, de preferência, menos nocivas ao ecossistema (TAN et al., 2018). A estratégia de substituição de ingredientes deve considerar modificações nos nutrientes essenciais da dieta e, desta forma, a farinha de peixe pode ser removida das formulações desde que sejam fornecidas fontes adequadas de proteínas e lipídios para atender às necessidades nutricionais do animal (QIU et al., 2017). Além do mais, com as oscilações de valor no mercado e disponibilidade incerta, a substituição desta fonte proteica tem sido vista como uma oportunidade de moderar custos produtivos, a longo prazo, uma vez que esses valores representam de 30 a 80% do custo total da produção (BELGHIT et al. 2018), além de estabelecer uma indústria aquícola sustentável (WU et al., 2017).

Embora a classe insecta represente aproximadamente 70% das espécies de animais, apenas algumas têm sido utilizadas como ingrediente alternativo na nutrição de peixes. São usados principalmente na forma de farinhas, normalmente

desidratados e moídos (VAN HUIS et al. 2013). As farinhas de insetos tem se destacado como ingrediente alternativo a ser incorporado à nutrição animal, assim como já são utilizadas na alimentação humana em países onde há escassez de alimentos nutritivos (SIEMIANOWSKA et al., 2013). No Brasil, a produção de insetos é realizada por pequenas e médias empresas com poucos anos de atuação, filiadas a Associação Brasileira de Criadores de Insetos (ASBRACI). Embora a legislação brasileira não proíba o consumo, a falta de regulamentação ainda não permite à produção em grande escala, que ainda é realizada, de forma geral, de maneira artesanal com custos elevados (OLIVEIRA, 2018). No entanto, larvas desidratadas de insetos como o tenebrio comum (*Tenebrio molitor*), tenébrio gigante (*Zophobas morio*), mosca soldado negra (*Hermetia illucens*), mosca doméstica (*Musca domestica*) (OGUNJI et al. 2011), gafanhotos (*Zonocerus variegatus*) (ALEGBELEYE et al. 2012), grilos (*Gryllus bimaculatus*) (TAUFEK et al. 2016) e bicho da seda (*Bombyx mori*) (XU et al. 2018) podem e são utilizadas como ingredientes na alimentação animal no Brasil (MAPA, 2017). Além do mais, sua produção torna-se vantajosa devido à elevada capacidade de converter resíduos em biomassa, podendo ser integrada à produção de fertilizantes por meio da decomposição de matéria orgânica realizada por suas larvas (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2018), podendo ser alimentadas, por exemplo, com restos de grãos de soja (DONG et al. 2013) ou resíduos de cervejaria (DEVIC et al. 2017), possibilitando a produção próximo a centros urbanos, reduzindo custos com transporte (AGRIPROTEIN, 2019). Outra vantagem na criação de insetos é não disputar diretamente por alimentos destinados ao consumo humano, não exigindo grandes áreas produtivas, restringindo o consumo de água (SIEMIANOWSKA et al., 2013) e apresentando melhor conversão alimentar (VAN HUIS et al. 2013). Em dietas para peixes, as farinhas de insetos podem substituir até 30% a farinha de peixe, melhorando o desempenho de crescimento e a eficiência alimentar (GASCO et al., 2016) não causando alterações fisiológicas (XU et al., 2019) ou imunológicas (BRUNI et al. 2018). De modo geral, possuem boa palatabilidade (MAKKAR et al. 2014), alto teor proteico, aminoácidos essenciais, ácidos graxos insaturados (BARROSO et

al 2014), vitaminas e minerais, variando sua composição nutricional de acordo com espécie, estágio de vida e condições produtivas (FONTES, et al., 2019).

Os besouros tenebrio são nativos da Europa e distribuídos em todo o mundo, sendo considerada uma praga de grãos, farinhas e alimentos (FEEDIPEDIA, 2020). Seu ciclo de vida é variável, de 450 dias, aproximadamente; as larvas eclodem após onze dias em média, e ficam maduros depois de variados estágios, normalmente após três meses e meio, durando até dezoito meses (FEEDIPEDIA, 2020). As larvas de *T. molitor* são fontes de proteína que podem ser produzidas em cativeiro, com relativa facilidade, capaz de compor parte da alimentação de diversas espécies de animais, como, aves, répteis, pequenos mamíferos e peixes (MAKKAR et al. 2014). Geralmente são comercializadas como alimento vivo, e também, podem ser vendidas enlatadas, desidratadas ou em forma de farinha, contendo altos níveis de proteína (45 a 60%) e gordura (30 a 45%) (FEEDIPEDIA, 2020). Em 2001, a farinha de larvas de *T. molitor* começou a ser estudada em dietas para juvenis de bagre africano (*Clarias gariepinus*) (NG et al. 2002), mas apenas a partir de 2014 ganhou destaque e passou a ser avaliada para outras espécies de peixes, entre elas, tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) (SÁNCHEZ-MUROS et al. 2014), “European Sea Bass” (*Dicentrarchus labrax*) (GASCO et al. 2016) e truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) (IACONISI et al. 2018).

Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de *T. molitor* sobre o desempenho de juvenis de acará bandeira.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo Geral**

Avaliar a substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha do inseto *Tenebrio molitor* em dietas para juvenis de acará bandeira (*Pterophyllum scalare*).

### **2.2. Objetivos Específicos**

Avaliar variáveis de desempenho e eficiência nutricional de juvenis de acará bandeira alimentados com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de *T. molitor*.

Avaliar os índices fisiológicos dos peixes em resposta aos níveis crescentes de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de *T. molitor*.

### **3. Material e Métodos**

Os procedimentos experimentais foram praticados de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, do decreto 6.899, de 15 de julho de 2009 e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) em conformidade às diretrizes éticas descritas pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA). Este projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP – Câmpus de Jaboticabal – SP, sob o número de protocolo 688/21.

#### **3.1. Material Biológico e Delineamento Experimental**

Os animais foram produzidos no Laboratório de Peixes Ornamentais do Centro de Aquicultura da UNESP – Câmpus de Jaboticabal – SP. Foram utilizados 200 juvenis de acará bandeira, divididos em duas faixas de peso médio inicial, sendo de 1,00 a 1,17g classificados como leves e 1,18 a 1,38g como pesados. Os peixes foram distribuídos em 20 aquários retangulares com volume de 90 litros de água, na densidade de 10 peixes por aquário, acoplados a um sistema de aeração constante e controle de temperatura média (26,8°C), mantido sob fotoperíodo artificial de aproximadamente 12/12 horas de claro/escuro. O experimento foi conduzido em blocos casualizados (DBC), composto por cinco tratamentos e quatro réplicas, sendo cada faixa de peso considerada um bloco. Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia (8h30, 11h30, 14h30 e 17h30) até a saciedade aparente, com dietas experimentais contendo níveis de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% de substituição da proteína bruta da farinha de peixe pela proteína da farinha de inseto *T. molitor*, durante 80 dias.

#### **3.2. Dietas Experimentais**

Larvas desidratadas de *T. molitor* produzidas em cativeiro foram adquiridas de uma empresa especializada em produtos e acessórios para pássaros, situada na cidade paulista de Dois Córregos (CNPJ: 02.674.780/0001-80). Todos os ingredientes empregados na formulação das dietas foram previamente analisados para determinação da composição bromatológica (Tabela 1 e 2) de acordo com a AOAC (2019), no Laboratório de Análises Bromatológicas do Laboratório de

Ciência Avícola (LAVINESP) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP – Câmpus de Jaboticabal.

**Tabela 1.** Composição bromatológica analisada da farinha do inseto *Tenebrio molitor*.

<i>Tenebrio molitor</i>		Composição Analisada		
Matéria seca (%)	Proteína Bruta (%)	Energia Bruta (kcal/kg)	Extrato Etéreo (%)	Matéria Mineral (%)
93,73	42,75	6039	27,94	3,16

Níveis de garantia da empresa: Umidade Máx.40g/Kg. Proteína Bruta Mín. 470g/Kg. Extrato Etéreo Mín. 350g/Kg. Matéria fibrosa Máx. 65g/Kg. Matéria Mineral Máx. 33g/Kg. Cálcio Mín. 500mg/Kg. Máx. 900mg/Kg. Fósforo Mín. 5000mg/Kg.

Em seguida, foram triturados em moedor de café de pequeno porte, da marca ARBEL, misturados e extrusados em extrusora experimental fabricada artesanalmente para o processamento de pequenas quantidades de ração, alimentada por um motor com 5CV de potência.

As dietas experimentais isoproteicas e isoenergéticas foram formuladas utilizando o suplemento do Excel (Solver), contendo 37% de PB e 4.300 Kcal EB.Kg<sup>-1</sup> (Tabela 2), a fim de suprir a exigência da espécie. Após o processamento, as dietas foram secas em estufa com ventilação forçada a 55°C por 24 horas, sendo então resfriadas, moídas novamente e armazenadas a -15°C em câmara fria até o início das atividades. Durante o período experimental, pela manhã os potes referente a cada tratamento eram distribuídos de acordo com sua unidade experimental, e ao final do último fornecimento de ração (17h30) eram recolhidos e mantidos em freezer horizontal a -8°C até o dia seguinte, durante todo o experimento.

**Tabela 2.** Formulação e composição das dietas experimentais com cinco níveis de substituição (0, 25%, 50%, 75% e 100%) da proteína bruta da farinha de peixe pela proteína bruta da farinha do inseto *T. molitor*, para juvenis de acará bandeira (*Pterophyllum scalare*).

Ingredientes	Níveis de substituição (%)				
	0	25	50	75	100
Farinha de peixe	13,50	10,14	6,74	3,38	0,00
Farinha de tenébrio	0,00	4,42	8,87	13,31	17,75
Glúten de milho	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Farelo de soja	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Quirera de arroz	3,00	3,00	3,00	2,85	2,66
Milho	29,08	29,08	29,08	29,08	29,08
Óleo de soja	4,00	2,94	1,89	0,96	0,09
L-lisina	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
DL-metionina	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27

L-arginina	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
L-histidina	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Fosfato Bicálcico	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Calcário	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
BHT antioxidante	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Premix	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Composição Analisada:</b>					
Matéria seca (%)	90,8	90,8	90,2	88,8	89,4
Proteína Bruta (%)	37,00	37,89	37,30	37,10	37,76
Energia Bruta (kcal/kg)	4378	4382	4396	4433	4489
Extrato Etéreo Bruto (%)	7,43	7,24	7,06	7,00	7,00
Matéria Mineral (%)	9,2	8,5	7,7	7,0	6,5

Premix vitamínico e mineral - Vitamina A: 860.000 UI/kg, Vitamina D3: 240.000 UI/kg, Vitamina E: 10.500 UI/kg, Vitamina K3: 1400 mg/kg, Vitamina B1: 2100 mg/kg, Vitamina B2: 2.150 mg/kg, Vitamina B6: 2100 mg/kg, Vitamina B12: 2200 mg/kg, Vitamina C: 25000 mg/kg, Biotina: 17mg/kg, Niacina: 10000 mg/kg, Pantotenato de cálcio 5600 mg/kg, Ácido fólico: 580 mg/kg, Cloreto de colina: 60000 mg/kg, Inositol: 3750 mg/kg, Cobre: 1800 mg/kg, Manganês: 5000 mg/kg, Zinco 8.000 mg/kg, Iôdo: 90 mg/kg, Selênio: 36 mg/kg, Cobalto: 55 mg/kg.

### 3.3. Avaliação dos Parâmetros de Desempenho e Eficiência Nutricional

Para avaliar o desempenho produtivo dos peixes, foram realizadas duas biometrias, uma ao início e outra no final do experimento. Para este procedimento, os peixes foram submetidos a jejum de 24 horas e sedados com 89,25 mg/L<sup>-1</sup> de Benzocaína (p-aminobenzoato de etila) diluído em água, de acordo com Mansano et al. (2018), sendo então contados, medidos e pesados. No final do experimento, posteriormente à biometria, todos os peixes foram eutanasiados com 200mg/L<sup>-1</sup> de Benzocaína (p-aminobenzoato de etila) de acordo com Mansano et al. (2018), secos e moídos em moinho de bola, para análise de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM). O teor de MS foi analisado através da diferença entre a pesagem inicial e final das amostras em estufa submetidas à ventilação forçada à 55°C, por 72 horas. Em seguida, para determinação da segunda matéria seca, foram pesadas amostras de 1g em cadinhos previamente aquecidos em estufa, resfriados em dessecador e pesados, sendo então submetidos novamente à secagem em estufa a 105°C por aproximadamente 16 horas. Após este procedimento as amostras foram resfriadas em dessecador e pesadas até se obter peso constante.

Os teores de PB foram determinados usando o analisador de nitrogênio LECO (FP – 258), no Laboratório de Nutrição Animal (LANA), da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP – Câmpus de Jaboticabal - SP.

A determinação dos teores de EE foi realizada em cartuchos de papel filtro Whatman utilizando aproximadamente 1g de amostra seca, em sistema de extração em éter, partindo do princípio da solubilidade dos lipídios, onde a gordura extraída é calculada por diferença de peso.

Para análise de MM, as amostras foram incineradas em mufla a 550°C, por aproximadamente uma hora, determinada por método gravimétrico através da perda de massa. Os cadinhos foram resfriados em dessecador e pesados.

Todos os métodos acima descritos foram realizados seguindo o protocolo da (AOAC, 2019) e em parceria com o Laboratório de Análises Bromatológicas do Laboratório Ciência Avícola (LAVINESP) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP – Câmpus de Jaboticabal.

O ganho de peso (GP) foi calculado pela diferença entre o peso médio final e inicial dos peixes de cada unidade experimental  $GP (g) = \text{peso médio final (g)} - \text{peso médio inicial (g)}$ . Os demais parâmetros foram determinados pelas seguintes equações:

Proporção de proteína bruta no ganho de peso ( $PB_{GP}$ ).

$$PB_{GP} (\%) = \frac{(PB_f \times P_f) - (PB_i \times P_i)}{GP} \times 100$$

Proporção de extrato etéreo no ganho de peso ( $EE_{GP}$ ).

$$EE_{GP} (\%) = \frac{(EE_f \times P_f) - (EE_i \times P_i)}{GP} \times 100$$

Taxa de Crescimento Específico (TCE).

$$TCE (\%) = \frac{\ln \text{peso médio final} - \ln \text{peso médio inicial}}{\text{período experimental (dias)}} \times 100$$

*ln: logarítimoneperiano*

Conversão Alimentar Aparente (CAA).

$$CAA = \text{consumo de ração (g)} / \text{ganho de peso (g)}$$

Consumo de Proteína Bruta (CPB).

$$CPB (g) = [\text{consumo de ração (g)} \times \text{nível de PB na ração (\%)}] / 100$$

A Taxa de Eficiência Proteica (TEP) foi obtida pela relação entre ganho de peso dos peixes e o consumo de proteína no período experimental.

$$TEP = \text{ganho de peso (g)} / CPB (g)$$

A Taxa de Sobrevivência (S) foi determinada através da seguinte equação.

$$S (\%) = n^{\circ} \text{ final de peixes} \times 100 / n^{\circ} \text{ inicial de peixes}$$

### 3.4. Índices Fisiológicos

Doze peixes por tratamento, sendo três por réplica, foram eviscerados para determinação do peso das vísceras, fígado e gordura, para cálculo dos índices Viscerosomático (IVS), Hepatosomático (IHS) e Lipossomático (HLS), representados pelas equações utilizadas também por Gasco et al. (2016), Yilmaz (2017) e Iaconisi et al. (2018).

$$\text{Índice Hepatosomático (IHS)} = \text{peso fígado} / \text{peso corporal} \times 100$$

$$\text{Índice Viscerosomático (IVS)} = \text{peso visceral} / \text{peso corporal} \times 100$$

$$\text{Índice Lipossomático (ILS)} = \text{gordura visceral} / \text{peso corporal} \times 100$$

### 3.5. Monitoramento dos Parâmetros Físico-Químicos da Água

Para garantir que a qualidade da água estivesse dentro dos padrões desejados para a espécie, os parâmetros físico-químicos da água foram monitorados durante o período experimental. O pH foi mensurado semanalmente por meio do pHmetro YSI13 EcoSense® pH100A. As temperaturas foram observados diariamente por meio de termômetro analógico e digital e o oxigênio dissolvido através de oxímetro YSI-EcoSense® DO200A. As concentrações de amônia foram determinadas semanalmente pelo método colorimétrico, com leitura no espectrofotômetro UVmini-1240, SHIMADZU no Laboratório Multiusuário do Centro de Aquicultura da Unesp de acordo com Koroleff (1976), Golterman et al. (1978) e Mackereth et al. (1978), respectivamente. Além disso, foi realizada a

troca parcial de água em todos os aquários; inicialmente a cada cinco dias e no final do experimento, a cada quatro dias.

Todos os parâmetros mantiveram-se dentro do recomendado para o desenvolvimento da espécie (NAGATA et al., 2010; DEON et al., 2017; IBARRA et al., 2018) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Médias e desvios padrão dos parâmetros físico-químicos da água monitorados diariamente e semanalmente durante 80 dias experimentais.

Parâmetros	Níveis de substituição (%)				
	0	25	50	75	100
Temperatura <sub>(T°)</sub>	26,75±0,95	26,75±0,50	27,12±1,55	26,37±1,25	27,00±0,81
pH	8,86±0,18	8,75±0,30	8,39±0,13	8,76±0,43	8,30±0,21
Oxigênio dissolvido <sub>(mg/L)</sub>	6,52±1,30	5,38±1,20	5,04±0,60	6,17±0,74	5,53±0,66
Amônia total <sub>(µg/L)</sub>	76,12±14,79	86,60±9,37	98,21±14,43	82,37±12,96	76,90±3,44

Quando produzidos em sistemas intensivos, os peixes ornamentais se alimentam e eliminam suas excretas em ambientes parcialmente pequenos, por isso, monitorar as variações dos parâmetros físico-químicos da água é importante para os animais (DEON et al., 2017). A temperatura média observada no presente trabalho (26,8°C) reafirma a encontrada por Ibarra et al. (2018), sendo valores recomendados para espécie (26,7 a 29,0°C) não sendo ideal que a mesma ultrapasse 30°C ou sofra oscilações bruscas. Espécies de peixes tropicais, em sua maioria, quando expostas a temperatura abaixo da faixa recomendada tendem a diminuir ou até mesmo cessar a alimentação, prejudicando seu desempenho (NAGATA et al., 2010). O acará bandeira por ser uma espécie nativa da bacia Amazônica é adaptado a água com valores de pH ácido, por volta de 6,0 e 6,9. No entanto, quando produzidos em cativeiro, podem apresentar tolerância a ampla faixa de pH (NAGATA et al., 2010). Como demonstrado por Takahashi et al. (2010) quando produzidos em cativeiro pode-se encontrar valores mais elevados de pH. No presente estudo observou-se um pH médio de 8,61 que não comprometeu o desempenho produtivo dos peixes, especialmente quando associado a valores baixos de amônia total, também observado neste trabalho (84,04 µg/L). O valor médio de oxigênio dissolvido (5,73 mg/L) relatado neste trabalho foi semelhante aos encontrados por Takahashi et al. (2010), Deon et al. (2017) e Ibarra et al. (2018), estando próximo ou acima de 5,00 mg/L, valores indicados para produção desta espécie de peixe.

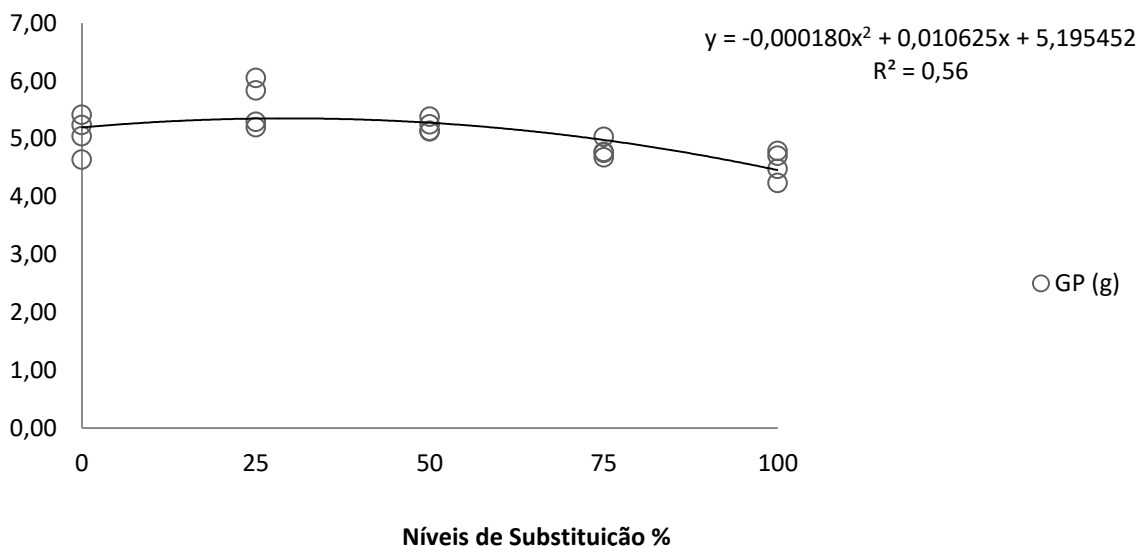
### 3.6. Análises Estatísticas

Para realização das análises estatísticas, os dados obtidos foram submetidos à verificação de normalidade através do teste de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade através do teste de Bartlett. Posteriormente os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), ao nível de significância de 5%, sendo aplicada a regressão polinomial para GP,  $PB_{GP}$ ,  $EE_{GP}$  e TCE. Para os demais parâmetros de desempenho foi aplicado o Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), utilizando o programa RStudio (Build 351, © 2009-2021, PBC).

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Desempenho Produtivo e Eficiência Nutricional

A proteína da farinha de *T. molitor* pode substituir parcialmente a proteína da farinha de peixe em dietas isoproteicas e isoenergéticas, com efeitos positivos no desempenho de crescimento do acará bandeira. Para os resultados de ganho de peso (GP), proporção de proteína bruta no ganho de peso ( $PB_{GP}$ ), proporção de extrato etéreo no ganho de peso ( $EE_{GP}$ ) e taxa de crescimento específico (TCE) a regressão polinomial de segundo grau foi a que melhor se ajustou, ( $P < 0,05$ ) o que pode ser constatado nas Figuras 1, 2, 3 e 4. O efeito quadrático entre os tratamentos demonstrou melhora do GP até o nível de substituição de 29,49% (Figura 1).



**Figura 1.** Regressão polinomial de segundo grau entre ganho de peso (GP) e níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela farinha de inseto.

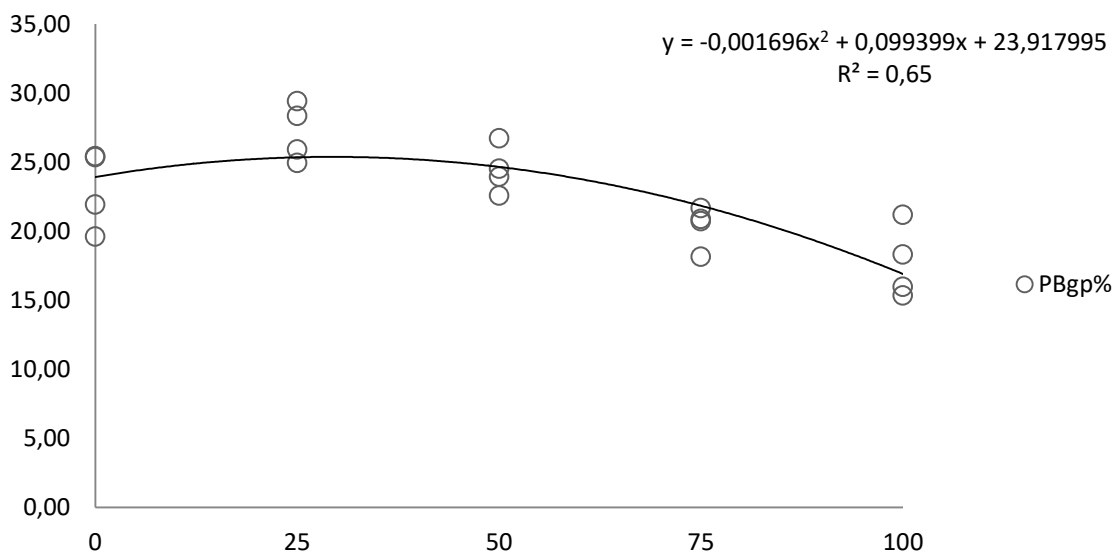
Os valores encontrados para GP por Ibarra et al. (2018) avaliando diferentes níveis de PB na dieta de juvenis de acará bandeira, foram inferiores ao relatado no presente estudo, para os peixes alimentados com 34 e 36% de PB, mostrando resultados favoráveis para rações com elevado teor proteico. Em estudo realizado por Deon et al. (2017), avaliando a influência da densidade de estocagem no desempenho produtivo do acará bandeira, concluíram que peixes produzidos em baixa densidade apresentam maior GP. Isto pode justificar os resultados obtidos no presente estudo. Embora a densidade de estocagem ideal possa variar de acordo com cada sistema, para essa espécie, quando produzida em aquários, o valor está próximo de quatro peixes para cada 10 litros de água (RIBEIRO et al., 2008).

De acordo com Mamuad et al. (2020), não foram relatadas diferenças entre os tratamentos para o GP em carpas (*Cyprinus carpio*) alimentadas com ou sem substituição de farinha de peixe por *Ptecticus tenebrifer* e *T. molitor*. Por outro lado Motte et al. (2019), que avaliaram níveis crescentes de substituição da farinha de peixe pela farinha de *T. molitor* para camarão branco do pacífico (*Litopenaeus vannamei*), observaram o maior GP para os animais alimentados com a dieta contendo 50% de substituição. Em estudos com outras espécies de peixes de hábitos alimentares diferentes, foi verificado bons resultados com a inclusão de *T. molitor* na dieta, como observado por Iaconisi et al. (2018) com truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), que demonstraram maior GP para peixes alimentados com a dieta contendo 25% de farinha de *T. molitor*. Gasco et al. (2016) também observou que juvenis de “European Sea Bass” (*Dicentrarchus labrax*), alimentados com níveis elevados de *T. molitor*, apresentaram uma redução no GP, semelhante ao demonstrado no presente estudo, sugerindo uma quantidade ideal de substituição da farinha de peixe.

A farinha de insetos contém nucleotídeos, proteínas hidrossolúveis e insolúveis, peptídeo bioativo, vitaminas, quitina, ácidos graxos e outros nutrientes (MOTTE et al., 2019). O fato do exoesqueleto dos insetos ser constituído parcialmente de quitina, um polissacarídeo insolúvel composto por nitrogênio não proteico e considerada indigestível, como apontado por NG et al. (2002), em estudo com juvenis de bagre africano (*Clarias gariepinus*) alimentados com níveis

de 60 e 100% de inclusão de *T. molitor* nas dietas, pode justificar a redução do GP acima de 29,31% de substituição da proteína de farinha de peixe pela farinha de inseto, observada no presente estudo. Essa variação também pode ser influenciada por diferentes densidades de peixes utilizadas nos trabalhos, taxa e frequência alimentar durante a fase de desenvolvimento do animal, assim como a qualidade da proteína empregada e diferentes formulações das dietas experimentais (FRANCA et al., 2017). Para alevinos de tambatinga, avaliando a redução da PB na ração com a suplementação de aminoácidos, demonstrou que reduzir de 40 para 28% não afetou o GP e conseqüentemente proporcionou menor teor de gordura muscular (ARARIPE et al., 2011).

Houve efeito significativo entre os níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela farinha de inseto ( $P < 0,05$ ) sob as médias da proporção de proteína no ganho de peso ( $PB_{GP}$ ) e de extrato etéreo no ganho de peso ( $EE_{GP}$ ) dos peixes (Tabela 2). Os maiores valores médios para  $PB_{GP}$  e  $EE_{GP}$  foram proporcionados pelas dietas contendo menor nível de inclusão de farinha de *T. molitor* na dieta (25%), havendo boa resposta até os níveis máximos de 29,31% e 29,37%, respectivamente (Figuras 2 e 3), mantendo-se dentro do valor máximo ideal encontrado para o GP.

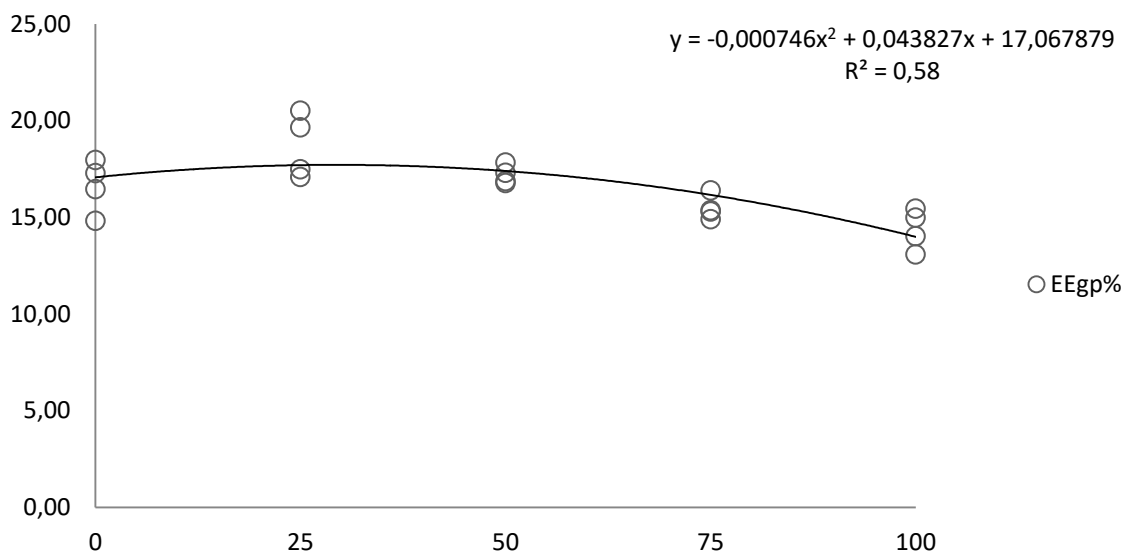


**Figura 2.** Regressão polinomial de segundo grau entre a proporção de proteína bruta no ganho de peso ( $PB_{GP}$ ) e níveis de substituição (eixo horizontal) da proteína da farinha de peixe pela farinha de inseto.

De acordo com Araripe et al. (2011), houve aumento ( $P < 0,05$ ) na  $PB_{GP}$  e queda na  $EE_{GP}$  com a redução da PB da ração, semelhante ao observado por

Furuya et al. (2005) para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), que apresentaram menor teor de gordura corporal quando alimentadas com rações contendo 27,5% de PB. Estudos demonstram que o excesso de proteína aumenta o teor de lipídios na carcaça dos peixes, desviando o uso da proteína de sua principal função, que é a produção de tecido magro (CYRINO et al., 2000; ABIMORD & CARNEIRO, 2007). Em análise muscular da tambatinga de acordo com Araripe et al. (2011), foi demonstrado decréscimo de extrato etéreo muscular e da  $EE_{GP}$  com a redução do nível de proteína bruta na ração. Como as dietas experimentais neste estudo foram isoenergéticas e isoproteicas, este fato reforça a ideia de que o maior teor de extrato etéreo muscular é consequência do excesso de proteína da dieta, consequentemente excesso de aminoácidos, nos quais, quando catabolizados, favorecem a oxidação das cadeias de carbono proporcionando formação de tecido adiposo (AMOGH et al., 2009; SARDAR et al., 2009).

Além do mais, a utilização de proteína na produção de gordura corporal acarreta em gasto energético desnecessário, elevando a excreção nitrogenada pelos peixes, acarretando em prejuízos ao ambiente (SAAVEDRA et al., 2009; FURUYA, 2007).



**Figura 3.** Regressão polinomial de segundo grau entre a proporção de extrato etéreo no ganho de peso ( $EE_{GP}$ ) e níveis de substituição (eixo horizontal) da proteína da farinha de peixe pela farinha de inseto.

De acordo com Sánchez-Muros et al. (2014), juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com 100% de substituição do farelo de soja

pela farinha de *T. molitor* não apresentaram efeitos significativos ( $P > 0,05$ ) no EE corporal. Dados encontrados por Gasco et al. (2016) na composição corporal de juvenis de robalo europeu apresentaram níveis próximos aos relatados no presente estudo para PB (16,57; 16,67 e 16,93 %) e EE (13,24; 12,51 e 12,18 %), para os níveis 0, 25 e 50% de substituição da farinha de peixe por *T. molitor*, respectivamente. Valores médios semelhantes também foram encontrados por Iaconisi et al. (2018), para PB (18,83; 18,54 e 18,55%) no filé de truta arco-íris alimentadas com os mesmos níveis (0, 25 e 50%) de substituição de *T. molitor*, porém não demonstrando diferenças estatísticas ( $P > 0,05$ ).

Se analisarmos as médias desses parâmetros de desempenho pelo teste de Tukey somente foi observado maior TCE e menor CAA para o tratamento com a inclusão de 25% da proteína da farinha de *T. molitor*. Podendo assim inferir que esse nível proporcionou melhor desempenho, principalmente pelo fato de que o consumo observado foi o mesmo para todos os tratamentos. Quando comparadas com a dieta controle baseada apenas na farinha de peixe, a TCE foi numericamente maior para os peixes alimentados com as dietas em que 25% e 50% da proteína foram substituídas. Além disso, a substituição de 25% para 75% e 100% da proteína da farinha de peixe levou a redução ( $P < 0,05$ ) do GP, TCE e no aumento da CAA (Tabela 4).

**Tabela 4.** Médias e desvios padrão dos parâmetros de desempenho e eficiência nutricional avaliados; ganho de peso (GP); proporção de proteína bruta no ganho de peso ( $PB_{GP}$ ); proporção de extrato etéreo no ganho de peso ( $EE_{GP}$ ); taxa de crescimento específico (TCE); conversão alimentar aparente (CAA) taxa de eficiência proteica (TEP) e taxa de sobrevivência (S) para juvenis de acará bandeira alimentados com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela farinha do inseto *T. molitor*.

Parâmetros	Níveis de substituição (%)					p-value	CV (%)
	0	25	50	75	100		
GP <sub>(g)</sub>	5,08±0,33 <sup>ac</sup>	5,59±0,41 <sup>a</sup>	5,22±0,12 <sup>ab</sup>	4,81±0,15 <sup>bc</sup>	4,55±0,25 <sup>c</sup>	0,0008	5,03
PB <sub>GP</sub> (%)	23,06±2,84 <sup>ab</sup>	27,13±2,08 <sup>a</sup>	24,42±1,72 <sup>ab</sup>	20,34±1,53 <sup>bc</sup>	17,68±2,64 <sup>c</sup>	0,0001	10,16
EE <sub>GP</sub> (%)	16,62±1,35 <sup>ac</sup>	18,67±1,66 <sup>a</sup>	17,18±0,49 <sup>ab</sup>	15,47±0,64 <sup>bc</sup>	14,37±1,06 <sup>c</sup>	0,0006	6,76
TCE <sub>(%,dia<sup>-1</sup>)</sub>	2,10±0,09 <sup>ac</sup>	2,20±0,03 <sup>a</sup>	2,13±0,12 <sup>ab</sup>	2,04±0,10 <sup>bc</sup>	1,99±0,11 <sup>c</sup>	0,019	2,41
CAA	1,24±0,03 <sup>ab</sup>	1,17±0,05 <sup>b</sup>	1,22±0,05 <sup>ab</sup>	1,29±0,04 <sup>ab</sup>	1,30±0,10 <sup>a</sup>	0,005	4,61
TEP	2,18±0,06	2,30±0,09	2,21±0,10	2,09±0,06	2,08±0,17	0,056	4,85
S <sub>(%)</sub>	95±5,77	95±5,77	97±5,00	95±5,77	97±5,00	0,915	5,91

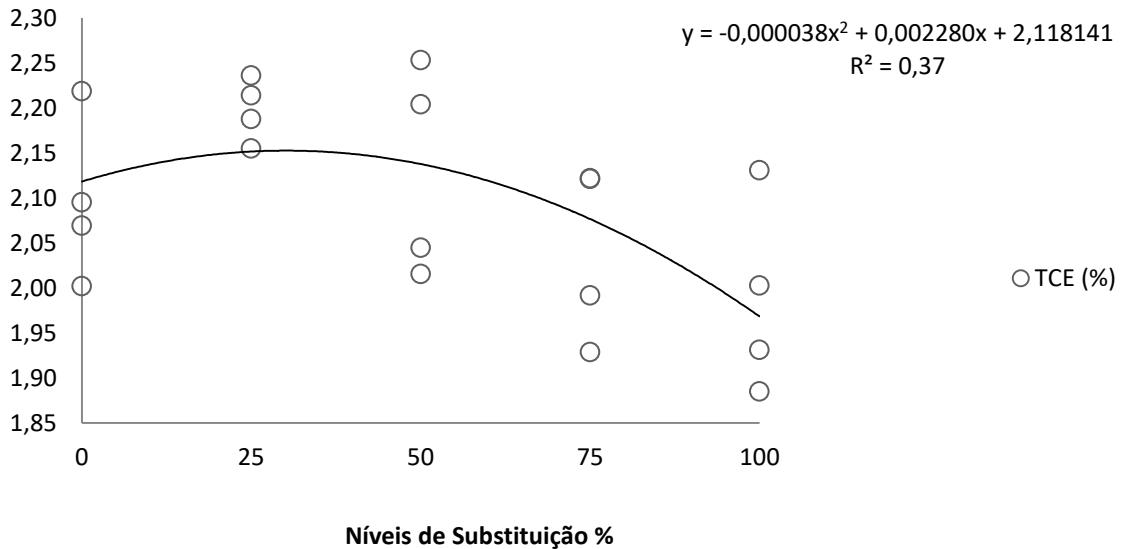
CV: Coeficiente de variação (%);

p-value: Análise de variância do modelo quadrático (GP,  $PB_{GP}$ ,  $EE_{GP}$  e TCE);

Significância do teste "F" de análise de variância (CAA, TEP e S);

Médias na linha acompanhada da mesma letra não diferem pelo teste Tukey ( $P > 0,05$ ).

Por ser comercializado por tamanho e não por peso, a TCE tem grande importância na avaliação do desempenho de peixes ornamentais (RIBEIRO et al., 2008). No presente estudo, a melhor média de TCE foi apresentada para os peixes alimentados com a dieta de 25% de substituição (Tabela 4), apresentando boa resposta até o nível de 30,16% (Figura 4).



**Figura 4.** Regressão polinomial de segundo grau entre taxa de crescimento específico (TCE) e níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela farinha de inseto.

De acordo com Mamuad et al. (2020), as carpas alimentadas com 30% de *P. tenebrifer* e *T. molitor* na dieta foram as que apresentaram melhor resposta de crescimento e atribuíram esse resultado ao alto teor proteico das farinhas de insetos. Além disso, os níveis de proteína dietética devem garantir balanço adequado de aminoácidos para manter um desenvolvimento e crescimento adequados (IBARRA et al., 2018). Até o momento, vários estudos confirmam elevadas proporções de PB em farinhas de insetos, com um alto teor de aminoácidos essenciais e com um perfil adequado, exceto para os níveis de metionina e lisina, que devem ser suplementados para corresponder às exigências de aminoácidos da espécie estudada (CHOI, et al., 2018; MOTTE, et al., 2019). Para o *L. vannamei*, houve uma tendência de aumento da TCE para o grupo que recebeu uma dieta com 25% de substituição de *T. molitor* (MOTTE et al., 2019), semelhante ao demonstrado neste experimento. Os demais grupos de camarões, alimentados com dietas de 50 e 100% de substituição, apresentaram resultados superiores ao da dieta controle, embora as médias de TCE não

apresentassem diferenças estatísticas ( $P>0,05$ ) (MOTTE et al., 2019), em contrapartida ao que foi encontrado neste estudo. Avaliando diferentes níveis de PB, Ibarra et al. (2018) relataram valores médios elevados de TCE para os níveis de 34% e 36% de PB ( $3,24\pm 0,08$  e  $3,30\pm 0,11$ , respectivamente) em dietas para juvenis de acará bandeira, valores estes, superiores aos relatados no presente estudo. Os peixes utilizam os lipídios como fonte de energia para manutenção, crescimento e reprodução, e a suplementação das dietas com fontes lipídicas pode evitar o uso da proteína como fonte energética, demonstrando que é possível utilizar níveis de até 11% de EE em dietas para o acará bandeira (IBARRA et al., 2018). Trabalhos realizados com truta arco-íris e tilápia-do-Nilo demonstram que essas espécies de peixes alimentadas com dietas de baixo nível proteico e suplementadas com aminoácidos podem manter desempenho e TCE compatíveis com os resultados observados quando alimentadas com rações de níveis de proteína mais elevados e sem suplementação aminoacídica (ARARIPE et al., 2011). No presente estudo o tamanho inicial dos animais pode ter influenciado no fator crescimento, fase em que os mesmos não apresentam mais um crescimento tão acentuado em um curto período de tempo (FRANCA et al., 2017). A diferença de tamanho e variedade dos animais em cada trabalho pode fundamentar tal variação para TCE (Luna-Figueroa et al., 2010), comparando-se os resultados já descritos na literatura para a espécie. A qualidade do processamento (desengorduramento e secagem) da farinha de *T. molitor* e a suplementação adequada de aminoácidos demonstram serem os principais fatores responsáveis pela melhoria do desempenho de crescimento de outras espécies aquáticas, como o camarão, por exemplo, (CHOI, et al., 2018; MOTTE, et al., 2019).

A CAA melhorou com 25% de substituição da proteína da farinha de peixe pela farinha de *T. molitor* (Tabela 4). O pior resultado foi observado para o tratamento de 100%. Valor próximo ( $1,20\pm 0,07$ ) foi obtido por Motte et al. (2019) para o *L. vannamei*, para o nível de 50% de substituição da farinha de peixe por farinha de *T. molitor*, apresentando uma CAA inferior apenas da dieta controle mas não diferindo ( $P>0,05$ ) dos demais tratamentos. Resultados relatados por Mamud et al. (2019) não encontraram diferenças estatísticas ( $P>0,05$ ) para

carpas alimentadas com níveis crescentes de *P. tenebrifer* e *T. molitor*, apresentando valores extremamente elevados ( $6,20 \pm 0,96$ ;  $4,81 \pm 0,80$ ;  $3,72 \pm 0,43$  e  $4,19 \pm 1,18$ ) em todos os tratamentos (0, 10, 20 e 30% de substituição, respectivamente), diferente do que pode ser observado no presente estudo. Valores elevados de CAA não são vantajosos do ponto de vista econômico, por se tratar do maior consumo de alimento pelos peixes para o ganho de um grama de peso (IBARRA et al., 2018). Diferenças observadas para este parâmetro podem ser justificadas pela frequência alimentar utilizada, uma vez que o aumento desta faz com que haja melhor aproveitamento dos nutrientes pelos peixes, evitando possíveis restrições ao consumo de ração fornecida numa única vez (LUNA-FIGUEROA et al., 2010; IBARRA et al., 2018).

Todos os níveis estudados apresentaram uma boa resposta para TEP, mas não foram apresentadas diferenças estatísticas entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ) (Tabela 4). Trabalho realizado por Motte et al. (2019), demonstrou resposta significativa ( $P < 0,05$ ) na TEP com média mais elevada para o nível de 50% ( $2.32 \pm 0.14$ ) de substituição da farinha de peixe pela farinha desengordurada de *T. molitor* para o *L. vannamei*. Alguns autores relatam que níveis elevados de proteína dietética causam valores baixos de TEP, pois parte da proteína pode ser utilizada como fonte de energia (IBARRA et al., 2018). Resultados apresentados por Araripe et al. (2011), demonstraram que a redução da proteína na ração para alevinos de tambatinga aumentou a TEP ( $P < 0,05$ ). Apesar da queda significativa no consumo diário de proteína, há indícios de que os aminoácidos cristalinos podem ter garantido o GP. Como estes aminoácidos estão sujeitos à baixa utilização em decorrência de sua rápida absorção, esse aproveitamento pelos alevinos pode ter sido influenciado pela frequência do arraçoamento, dividido em quatro vezes com repasses sucessivos, semelhante ao utilizado neste estudo evitando, desta forma, aumento da concentração plasmática de aminoácidos e compatibilizando a velocidade de síntese proteica (ARARIPE et al., 2011).

A mortalidade observada no presente estudo foi atribuída principalmente ao comportamento hierárquico demonstrado pela espécie, o que também foi relatado por Ribeiro et al. (2007) e Selvatici et al. (2017). No entanto, a taxa de sobrevivência observada foi em média de 96%, valor semelhante aos encontrados

por Koca et al. (2009) que relataram médias entre 87 e 100% em um trabalho realizado com diferentes tipos de alimentação para o acará bandeira. Elevadas taxas de sobrevivência são importantes, devido à grande procura comercial por peixes da espécie e ao fato de atingirem a dimensão comercial em curtos períodos de tempo (LUNA-FIGUEROA et al., 2010). De acordo com esses autores, é necessário dedicar mais investigação para determinar os fatores envolvidos na sobrevivência, como a qualidade da água e o tamanho das partículas de alimentação.

#### 4.2. Índices Fisiológicos

Apesar de não apresentarem diferenças estatísticas ( $P > 0,05$ ) os resultados observados para os índices hepatossomático (IHS) víscerosomático (IVS) e lipossomático (ILS) foram maiores numericamente para os peixes alimentados com dietas de 75 e 100% de substituição da proteína da farinha de peixe pela farinha de inseto, conforme demonstrado na Tabela 5.

**Tabela 5.** Médias e desvios padrão dos índices somáticos avaliados; índice hepatossomático (IHS); índice viscerossomático (IVS) e índice lipossomático (ILS) para juvenis de acará bandeira alimentados com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha do inseto *T. molitor*.

Parâmetros	Níveis de substituição (%)					p-value	CV (%)
	0	25	50	75	100		
IHS (%)	1,31±0,06	1,21±0,30	1,42±0,28	1,55±0,21	1,66±0,35	0,06	14,47
IVS (%)	7,25±0,90	6,46±0,42	7,23±0,70	8,06±0,70	8,02±1,63	0,17	13,05
ILS (%)	1,89±0,69	1,62±0,22	2,06±0,47	2,59±0,39	2,36±0,66	0,12	24,37

CV: Coeficiente de variação (%);

p-value: Significância do teste "F" de análise de variância.

De acordo com laconisi et al. (2018) os valores ideais de IHS devem estar entre 1 e 2%. Índices superiores mostram que a alimentação ou o alimento causaram problemas aos peixes, especialmente no metabolismo dos carboidratos e gorduras, podendo indicar a existência de alimentos oxidados na dieta, carência de carboidratos e vitaminas. Neste estudo, embora se mantendo dentro do ideal, o IHS aumentou numericamente com o aumento do nível de substituição, discordando com resultados obtidos por outros autores, em que a farinha de peixe foi parcialmente substituída por farinha de insetos e o maior valor apresentado foi para dieta com 25% de *T. molitor* (GASCO et al., 2016). Valores semelhantes aos apresentados no presente estudo foram encontrados por laconisi et al. (2018) e

Gasco et al., (2016) para IVS, também não apresentando diferença estatística ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos. Com relação ao ILS, foram encontrados valores inferiores aos obtidos neste trabalho por Bicudo et al. (2012), para cacharas (*Pseudoplatystoma fasciatum*), espécie de hábito alimentar diferente do acará bandeira, alimentadas com níveis crescentes de glúten de milho na dieta, apresentaram diminuição do ILS ao ponto que o glúten de milho aumentava.

## 5. Conclusão

Os diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha do inseto *T. molitor* influenciaram nos resultados de GP,  $PB_{GP}$ ,  $EE_{GP}$  e TCE para juvenis de acará bandeira, atestando que a substituição de níveis acima de 30% pode resultar na perda do desempenho dos peixes, sugerindo atenção especial aos programas nutricionais da espécie. Para o parâmetro CAA o nível de 25% de substituição proporcionou o melhor desempenho produtivo.

## 6. Referências Bibliográficas

ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D.J. Digestibility and performance of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) juveniles fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. **Aquaculture Nutrition**, v.13, p.1-9, 2007.

**AgriProtein**. Our Products. Disponível em: <https://agriprotein.com/our-products/>  
Acesso em: 3 jan. 2022.

ALEGBELEYE, W. O., OBASA, S. O., OLUDE, O. O., OTUBU, K., e JIMOH, W. Preliminary evaluation of the nutritive value of the variegated grasshopper (*Zonocerus variegatus* L.) for African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell. 1822) fingerlings. **Aquaculture Research**, v. 43, n. 3, p. 412-420, 2012.

AMOGH, A.A.; REIGH, R.C.; WILLIAMS, M.B. Absorption of amino acids from intact dietary proteins and purified amino acid supplements follows different time-courses in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.291, p.179-187, 2009.

**AOAC** - Association of Official Analytical Chemists. 2019. Official methods of analysis. 21st ed. Association of Official Analysis Chemistry, Gaithersburg, MD.

ARARIPE, M., N., B., A., ARARIPE, H., G., A., LOPES, J., B., CASTRO, P., L., BRAGA, T., E., A., FERREIRA, A., H., C., ABREU, M., L., T. Redução da proteína bruta com suplementação de aminoácidos em rações para alevinos de tambatinga. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.9, p.1845-1850, 2011.

BARROSO, F. G., DE HARO, C., SÁNCHEZ-MUROS, M. J., VENEGAS, E., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A., e PÉREZ-BAÑÓN, C. The potential of various insect species for use as food for fish. **Aquaculture**, v. 422, p. 193-201, 2014.

BELGHIT, I., LILAND, N. S., WAAGBO, R., BIANCAROSA, I., PELUSIO, N., Li, Y., e LOCK, E. J. Potential of insect-based diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, v. 491, p. 72-81, 2018.

BRANDÃO, M. L., DORIGÃO-GUIMARÃES, F., BOLOGNESI, M. C., GAUY, A. C. D. S., PEREIRA, A. V. S., VIAN, L., GONÇALVES-de-FREITAS, E. (2021). Understanding behaviour to improve the welfare of an ornamental fish. **Journal of Fish Biology**. doi:10.1111/jfb.14802.

BRUNI, L., PASTORELLI, R., VITI, C., GASCO, L., e PARISI, G. Characterisation of the intestinal microbial communities of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed

with *Hermetia illucens* (black soldier fly) partially defatted larva meal as partial dietary protein source. **Aquaculture**, v. 487, p. 56-63, 2018.

CAMPELO, D. A. V.; MARQUES, M. H. C.; MARIM, O. P.; MOURA, L. B.; EIRAS, B. J. C. F.; BRABO, M. F.; VERAS, G. C. Effects of feeding rates and feeding frequencies on growth performance, uniformity of the batch and survival rate of Amazon ornamental fish larvae. **International Journal of Fisheries and Aquaculture, Academic Journals**, v.11(2), pp. 23-28, February 2019.

CAMPELO, D. A. V.; RODRIGUES, E. R.; DIAS, B. C. B.; JUNIOR, A. S. P.; SANTOS, L. D.; BRABO, M. F. **Use of different feeds in larviculture of the amazon ornamental fish *Severum***. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n3, p 14035-14049 mar. 2020. ISSN 2525-8761.

CHOI, I.H., KIM, J.M., KIM, N.J., KIM, J.D., PARK, C., PARK, J.H., CHUNG, T.H. Replacing fish meal by mealworm (*Tenebrio molitor*) on the growth performance and immunologic responses of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Acta Scientiarum Animal Sci.** 2018; 40 doi: 10.4025/actascianimsci.v40i1.39077.

CYRINO, J., E., P., PORTZ, L., MARTINO, R., C. Retenção da proteína e energia em juvenis de "black bass" *Micropterus salmoides*. **Ciência Animal e Pastagens. Sci. agric.** (Piracicaba, Braz.), 57(4), dez 2000. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162000000400003>.

DEVIC, E., LESCHEN, W., MURRAY, F., e LITTLE, D. C. Growth performance, feed utilization and body composition of advanced nursing Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets containing Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) larvae meal. **Aquaculture nutrition**, v. 24, n. 1, p. 416-423, 2017.

DEON, M. P. P., SOUSA, P. H. A. A., AROUCO, L. R. R., LIM, B. S. L. **Influência da Densidade de Estocagem no Desempenho Produtivo do Acará-Bandeira (*Pterophyllum scalare*) Cultivado em Gaiolas.** DOI: <https://doi.org/10.17523/bia.v74n3p156> Bol. Ind. Anim., Nova Odessa, v.74, n.3, p.156-161, 2017.

DONG, G. F., YANG, Y. O., SONG, X. M., YU, L., ZHAO, T. T., HUANG, G. L., e ZHANG, J. L. Comparative effects of dietary supplementation with maggot meal and soybean meal in gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) and darkbarbel catfish

(*Pelteobagrus vachelli*): growth performance and antioxidant responses. **Aquaculture Nutrition**, v.19, n. 4, p.543-554, 2013.

ESPITIA-MANRIQUE, C.H.; FERNANDES, J.B.K.; SAKOMURA, N.K.; ARIAS-VIGOYA, A.A.; NASCIMENTO, T.M.T.; SILVA, E.P.; MANSANO, C.F.M. Description of growth and body composition of freshwater angelfish (*Pterophyllum scalare*) by Gompertz model. **R. Bras. Zootec.**, 46(8):631-637, 2017.

**FAO**. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture. Disponível em: <https://www.fao.org/3/ca9231en/CA9231EN.pdf>: Acesso em: 3 jan. 2022.

FERNANDES, C. **Acará-Bandeira: Preço, reprodução, tipos e curiosidades!** Disponível em: <https://guiaanimal.net/articles/254#>. Acesso em: 15 jan. 2022.

FONTES, T.V.; OLIVEIRA, K.R.B.; ALMEIDA, I.L.G.; ORLANDO, T.M.; RODRIGUES, P.G.; COSTA, D.V.; ROSA, P.V. 2019. **Digestibility of Insect Meals for Nile Tilapia Fingerlings**. *Animal (Basel)*., 9(4): 181. Published online 2019. Apr 20.

FRANCA, W. G.; DUTRA, F. M.; CAGOL, L.; RUIZ, M. L.; NETO, P. G. B.; PORTZ, L. Levels of digestible protein in diets for the freshwater angelfish *Pterophyllum scalare* (Gunther, 1862). **Archives of Veterinary Science**, v.22, n.3, p.01-07, 2017. ISSN 1517-784X.

FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; MACEDO, R.M.G. et al. Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1433-1441, 2005.

FURUYA, W.M. Redução do impacto ambiental por meio da ração. In: SEMINÁRIO DE AVES E SUÍNOS, 7.; SEMINÁRIO DE AQUICULTURA, MARICULTURA E PESCA, 3., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA/CNPISA, 2007. p. .121-139.

GASCO, L., HENRY, M., PICCOLO, G., MARONO, S., GAI, F., RENNA, M., Chatzifotis, S. (2016). *Tenebrio molitor* meal in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) juveniles: Growth performance, whole body composition and in vivo apparent digestibility. **Animal Feed Science and Technology**, 220, 34–45. <https://doi.org/10.1016/j.anife edsci.2016.07.003>.

GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S., OHNSTAD, M.A.M. Methods for physical and 30 Chemical Analysis of Freshwaters. **Blackweel Sci. Publ.**, London, IBP Handbook, 31 v.8, p.214, 1978.

IACONISI, V., MARONO, S., PARISI, G., GASCO, L., GENOVESE, L., MARICCHIOLO, G., e PICCOLO, G. Dietary inclusion of Tenebrio molitor larvae meal: Effects on growth performance and final quality traits of blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*). **Aquaculture**, v. 476, p. 49-58, 2017.

IACONISI, V., BONELLI, A., PUPINO, R., GAI, F., e PARISI, G. Mealworm as dietary protein source for rainbow trout: Body and fillet quality traits. **Aquaculture**, v. 484, p. 197-204, 2018.

IBARRA, L.I.; GARCIA, I. S.; ALVARADO, C.E.G.Efecto de diferentes niveles lipídicos y proteicos em la dieta sobre el desempeño productivo de juveniles del pez ángel o escalar (*Pterophyllum scalare*). **Revista Respuestas**, v.23, n.01, p.32-38, 2018.

JAYALEKSHMI, J. N.; ABRAHAM, K. M.; SOBHANAKUMAR, K. Growth Performance of Angelfish, *Pterophyllum scalare* Fed With Different Live Worm Diets. **Journal of Aquatic Biology & Fisheries**, Vol. 5. pp. 116-122, 2017. Department of Aquatic Biology & Fisheries, University of Kerala. ISSN 2321–340X. KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: Grasshoff (ed.). Methods of 10 seawater analysis. Verlag Chemie Weinheim, p.117-181, 1976.

KUMAR, S.; SÁNDOR ZS, J.; NAGY, Z.; FAZEKAS, G.; HAVASI, M.; SINHA, A. K.; DE BOECK, G.; GÁL, D. Potential of processed animal protein versus soybean meal to replace fish meal in practical diets for European catfish (*Silurus glanis*): growth response and liver gene expression. **Aquaculture Nutrition**. v. 23. Issue5. pp. 1179-1189. October, 2017.

KOCA, S. B.; DILER, I.; DULLUC, A.; YIGIT, N. O.; BAYRAK, H. Effect of different feed types on growth and feed conversion ratio of angel fish (*Pterophyllum scalare* Lichtenstein, 1823). **Journal of Applied Biological Sciences**, v.3, n.2, p.07-11. 2009.

LUNA-FIGUEROA, J.; VARGAS, Z.T.J.; FIGUEROA, T.J. 2010. Alimento vivo como alternativa en la dieta de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823). **Avances en Investigación Agropecuaria**, 14:63-72.

MACERETH, F.J.H., HERON, J., TALLING, J.F. Water Analysis: Some revised 20 methods for limnologists. **Freshwater Biological Association Scientific Publication**, 21 London, n.36, p.121, 1978.

MAKKAR, H. P., TRAN, G., HEUZÉ, V., e ANKERS, P. State-of-the-art on use of insects as animal feed. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 1-33, 2014.

Mamuad, Lovelia; Lee, Seoung Hwan; Jeong, Chang Dae; Ramos, Sonny; Miguel, Michelle; Son, A Rang; Kim, Seon Ho; Cho, Yong Il; Lee, Sang Suk (2020). Ornamental fish, *Cyprinus carpio*, fed with fishmeal replacement *Ptecticus tenebrifer* and *Tenebrio molitor*. **Aquaculture Research**, are.14953 –. doi:10.1111/are.14953.

MANSANO, C. F. M.; ROMANELI, R. S.; BOARATTI, A. Z.; RODRIGUES, A. T.; QUEIROZ, D. M. A.; KHAN, K. U.; NASCIMENTO, T. M. T.; FERNANDES, J. B. K. Efficacy of Benzocaine, Eugenol, and Menthol as Anesthetics for Freshwater Angelfish. *Journal of Aquatic. Animal Health* 30:210–216, 2018. **American Fisheries Society**. ISSN: 0899-7659 print / 1548-8667 online.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Materias-primas aprovadas pelo MAPA para uso na alimentação animal**. Brasília, 6p. 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumosagropecuarios/insumospecuarios/alimentacao-animal/registro-cadastro>. Acesso em: 05 jan. 2022.

MOTTE, C., RIOS, A., LEFEBVRE, T., Do, H., HENRY, M., & JINTASATAPORN, O. (2019). Replacing Fish Meal with Defatted Insect Meal (Yellow Mealworm *Tenebrio molitor*) Improves the Growth and Immunity of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Animals**, 9(5), 258. doi:10.3390/ani9050258.

NG, W. K., LIEW, F. L., ANG, L. P., e WONG, K. W. Potential of mealworm (*Tenebrio molitor*) as an alternative protein source in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus*. **Aquaculture Research**, v. 32, p. 273-280, 2002.

NOGALES-MÉRIDA, S.; GOBBI, P.; JÓZEFIAK, D.; MAZURKIEWICZ, J.; DUDE, K.; RAWSKI, M.; KIERONCZYK, B.; JÓZEFIAK, A. Insect meals in fish nutrition. **Reviews in Aquaculture**. 11, 1080–1103, 2019.

OGUNJI, J. O., NIMPTSCH, J., WIEGAND, C., SCHULZ, C., e RENNERT, B. Effect of housefly maggot meal (magma) diets on catalase, and glutathione

Stransferase in the liver and gills of carp *Cyprinus carpio* fingerling. **International Aquatic Research**, v. 3, n. 1, p. 11-20, 2011.

OLIVEIRA, C. Associação e congresso para representar a entomofagia. **BBC News Brasil**, São Paulo, set. 2018. Disponível em: . Acesso em: 3 jan. 2022.

QIU, X., TIAN, H., DAVIS, D. A. (2017). Evaluation of a fish meal analogue as a replacement for fish meal in practical diets for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture Nutrition**. doi:10.1111/anu.12634.

SAAVEDRA, M.; POUSÃO-FERREIRA, P.; YÚFERA, M. et al. A balance amino acid diet improves *Diplodus sargus* larval quality and reduce nitrogen excretion. **Aquaculture Nutrition**, v.15, p.517-524, 2009.

SÁNCHEZ-MUROS, MARÍA-JOSÉ; BARROSO, FERNANDO G.; MANZANOAGUGLIARO, F.. Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, p. 16-27, 2014.

SARDAR, P.; ABID, M.; RANDHAWA, H.S. et al. Effect of dietary lysine and methionine supplementation on growth, nutrient utilization, carcass compositions and haemato-biochemical status in Indian Major Carp, Ruho (*Labeo rohita* H.) fed soy proteinbased diet. **Aquaculture Nutrition**, v.15, p.339-346, 2009.

SELVATICI, P. D. C.; JÚNIOR, J. F. V.; FARIAS, W. M.; SANTOS, B. D.; MENDONÇA, P. P. Manejo alimentar de juvenis de acará bandeira (*Pterophyllum scalare*). Vol. 14, Nº 01, jan./ fev. de 2017. ISSN: 1983-9006. **Nutritime Revista Eletrônica**.

SIEMIANOWSKA, E.; KOSEWSKA, A.; ALJEWICZ, M.; SKIBNIEWSKA, K. A.; POLAK-JUSZCZAK, L.; JAROCKI, A.; JEDRAS, M. Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food. **Agricultural Sciences**. Vol.4, No.6, 287-291, 2013.

STUART, K. R.; BARROWS, F. T.; SILBERNAGEL, C.; ALFREY, K.; DRAWBRIDGE, M. A. Complete replacement of fish oil and fish meal in the diet of juvenile California yellowtail *Seriola dorsalis*. **Aquaculture Research**. v. 52. Issue 2.. pp. 655-665. February, 2021.

TAN, Q.; SONG, D.; CHEN, X.; XIE, S.; SHU, X. Replacing fish meal with vegetable protein sources in feed for juvenile red swamp crayfish,

*Procambarus clarkii*: Effects of amino acids supplementation on growth and feed utilization. **Aquaculture Nutrition**. v. 24. Issue 2. pp. 858-864. April, 2018.

TAUFEK, N. M., ASPANI, F., MUIN, H., RAJI, A. A., RAZAK, S. A., e ALIAS, Z. The effect of dietary cricket meal (*Gryllus bimaculatus*) on growth performance, antioxidant enzyme activities, and haematological response of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Fish physiology and biochemistry*, v. 42, n. 4, p. 1143-1155, 2016.

VAN HUIS, A., VAN ITTERBEECK, J., KLUNDER, H., MERTENS, E., HALLORAN, A., MUIR, G., e VANTOMME, P. Edible insects: future prospects for food and feed security. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2013.

XU, X., JI, H., YU, H., e ZHOU, J. Influence of replacing fish meal with enzymatic hydrolysates of defatted silkworm pupa (*Bombyx mori* L.) on growth performance, body composition and non-specific immunity of juvenile mirror carp (*Cyprinus carpio* var. *specularis*). **Aquaculture research**, v. 49, n. 4, p. 1480-1490, 2018.

WU, Y. B.; REN, X.; CHAI, X. J.; LI, P.; WANG, Y. Replacing fish meal with a blend of poultry by-product meal and feather meal in diets for giant croaker (*Nibea japonica*). **Aquaculture Nutrition**. v. 24. Issue 3. pp. 1085-1091. June, 2018.

YAMAMOTO, T.; SUGITA, T.; FURUITA, H. Essential amino acid supplementation to fish meal-based diets with low protein to energy ration improves the protein utilization in juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v.246, n.1-4, p.379-391, 2005.

YAMAMOTO, K. C.; RODRIGUES, H. P.; AMAZONAS, M. G. F. M.; VASCONCELOS, E. L. Q.; LOEBENS, S. C.; A Cadeia Produtiva de Peixes Ornamentais no Estado do Amazonas. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais** - v. 12 n. 2. Fevereiro, 2021.

YILMAZ, E. Effects of Green Tea Extracts on freshwater angelfish, *Pterophyllum scalare* Growth Performance. *Mar. Sci. Tech. Bull.* 6(1-2): 1-4, 2017. ISSN: 2147-9666.

## 7. Considerações Finais

Considerando esses resultados, a farinha do inseto *T. molitor* pode ser uma boa fonte de proteína alternativa para substituir a proteína da farinha de peixe nas dietas de acará bandeira. De fato, a maioria dos trabalhos até o momento, utilizando a farinha do inseto como substituto da farinha de peixe não permite uma substituição completa. Este estudo demonstrou a necessidade de futuras pesquisas sobre o uso da farinha de *T. molitor* como fonte de proteína alternativa viável tanto para o acará bandeira quanto outras espécies de peixes ornamentais, mediante avaliação das exigências de aminoácidos essenciais, ácidos graxos essenciais, bem como o conceito de proteína ideal (balanço de aminoácidos) e as demandas digestíveis de energia e proteína. Além disso, reconhece-se que a composição de nutrientes, o processamento, o frescor e a qualidade da proteína podem levar a diferentes resultados de digestibilidade e valor nutricional das fontes de proteína animal utilizadas na formulação das dietas para peixes. Outro ponto a ser considerado seria avaliar a digestibilidade das dietas experimentais, a fim de entender o efeito do processamento na disponibilidade e aproveitamento dos nutrientes para o desempenho de crescimento do acará bandeira. Outro ponto que deve ser considerado em futuros estudos é avaliar os efeitos de níveis elevados de proteína em rações para as espécies produzidas em aquários, visando avaliar parâmetros de qualidade de água. Outra linha de pesquisa que merece destaque em futuros trabalhos é uma avaliação de viabilidade econômica na utilização da farinha do inseto como potencial substituto da farinha de peixe ou em conjunto dela, em forma de aditivo capaz de trazer benefícios tanto para o peixe quanto para o aquarista.