



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

NATHÃ COSTA DE SOUSA

FARINHA DE TENÉBRIO (*TENEBRIO MOLITOR*) EM DIETAS PARA
ALEVINOS DE JUNDIÁ (*RHAMDIS QUELEN*)

PALOTINA

2021

NATHÃ COSTA DE SOUSA

FARINHA DE TENÉBRIO (*TENEBRIO MOLITOR*) EM DIETAS PARA
ALEVINOS DE JUNDIÁ (*RHAMDIA QUELEN*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável do Setor Palotina, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável.

Área de concentração: Produção de Organismos Aquáticos

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Lilian Carolina Rosa da Silva.

Coorientador: Prof. Dr. Diego Vicente da Costa

PALOTINA

2021

Costa de Sousa, Nathã
C837 Farinha de tenébrio (*Tenebrio molitor*) em dietas para
alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) / Luciana Wolfran. –
Palotina, 2021.
36f.

Orientadora: Lilian Carolina Rosa da Silva.
Coorientador: Diego Vicente da Costa.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná,
Setor Palotina, Programa de Pós-graduação em Aquicultura e
Desenvolvimento Sustentável.

1. Piscicultura. 2. Nutrição animal. 3. Digestibilidade.
I. Silva, Lilian Carolina Rosa da. II. Costa, Diego Vicente da.
III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDU: 639.3



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR PALOTINA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AQUICULTURA E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - 40001016078P2

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AQUICULTURA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **NATHÁ COSTA DE SOUSA** intitulada: **Farinha de tenébrio (*Tenebrio molitor*) em dietas para alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*)**, sob orientação da Profª. Dra. LILIAN CAROLINA ROSA DA SILVA, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

PALOTINA, 25 de Março de 2021.

Assinatur Eletrônica

09/04/2021 14:50:23.0

LILIAN CAROLINA ROSA DA SILVA

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

09/04/2021 15:57:32.0

FÁBIO MEURER

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

09/04/2021 21:17:54.0

LUIZ VITOR OLIVEIRA VIDAL

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA)

Rua Pioneiro 2153 - PALOTINA - Paraná - Brasil
CEP 85950-000 - Tel: (44) 3211-8529 - E-mail: pgads@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 88977

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jspe>
insira o código 88977

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação a minha família e amigos,
obrigado por tudo que fizeram por mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus por ter criado o universo, agradeço à teoria do criacionismo por passar informações de Deus à sociedade, e principalmente por ele me deixar existir até a presente data;

Meus amigos que fiz durante essa longa jornada em especial os moradores da república calango aceso;

Ao curso de Engenharia de Pesca-UEMA, pela formação profissional e pessoal, que foram fundamentais para conseguir seguir no mestrado;

A Universidade Federal do Paraná- Setor Palotina por proporcionar alimentação diária;

Aos membros da banca, por aceitarem o convite para avaliação deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Diego Vicente da Costa, pela colaboração;

À Profª Dra. Lilian Carolina Rosa da Silva, pela orientação;

A CAPES, pela bolsa, tornando possível a execução do projeto.

RESUMO

Estudos relacionados com o uso de dietas a base de insetos é uma alternativa para alimentação de peixes de cultivo, podendo substituir as principais fontes proteicas como o farelo de soja e a farinha de peixe. O estudo foi realizado no Laboratório de Carcinicultura e no Laboratório de Produção e Reprodução de Peixes, Setor Palotina da Universidade Federal do Paraná e foi dividido em digestibilidade e desempenho. A digestibilidade teve como objetivo avaliar o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, energia bruta, extrato etéreo e cinzas da farinha de tenébrio para juvenis de jundiá. Para o estudo foi utilizada uma ração referência e outra ração composta de 70% de ração referência e 30% do alimento teste sendo realizada a correção da quantidade de minerais e vitaminas. Foi utilizado o método indireto de coleta de fezes com adição de 0,1% de óxido de cromo (Cr_2O_3) como indicador interno nas rações. Foram utilizadas três gaiolas com 15 juvenis em cada, estocadas em caixas de alimentação de 1000L durante o dia sendo realizada a alimentação até a saciedade aparente. Após as 18:30h os exemplares foram transferidos para três incubadoras de formato cônico para coleta de fezes pela manhã sendo armazenadas sob refrigeração. O objetivo do experimento de desempenho foi avaliar os parâmetros zootécnicos e de rendimento de carcaça de jundiás alimentados com dietas com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de tenébrio. O trabalho foi realizado no Laboratório de Produção e Reprodução de Peixes da UFPR, Setor Palotina, para o experimento foram utilizados 20 peixes de peso vivo médio de $17 \pm 4,35\text{g}$ em cada caixa os peixes foram mantidos em 20 caixas de 1000L em um sistema de recirculação, que contava com um soprador para oxigenação dos animais. Os peixes foram alimentados com dietas contendo níveis crescentes de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de tenébrio, sendo distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições de dietas com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de tenébrio em níveis de 0%, 15%, 30%, 45% e 60%. As rações foram formuladas de forma a serem isoproteicas e isoenergéticas e atenderam a exigência nutricional da espécie. Durante a execução dos dois experimentos a qualidade de água se manteve adequada para espécie. Os resultados demonstram que os nutrientes e energia da farinha de tenébrio apresentaram valores adequados de digestibilidade aparente apresentando valores de CDA de matéria seca 84,7%, proteína bruta 85,95%, extrato etéreo 93,65%, energia bruta 84,86% e cinzas 87,19%. Os resultados do desempenho zootécnico dos animais foram submetidos ao teste de Levene e Shapiro-Wilk para verificação da homogeneidade e normalidade das variâncias, respectivamente. Os dados foram submetidos a análise de variância (Anova one-way) à 5% de probabilidade e não apresentaram diferenças significativas nas variáveis de peso final, ganho de peso, consumo de ração aparente, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência alimentar, taxa de crescimento específico, ganho de peso médio diário. A composição da carcaça também não apresentou diferença significativa entre o peixe inteiro e em cabeça e vísceras nas variáveis de matéria seca, cinzas, proteína bruta e extrato etéreo. Conclui-se que a proteína da farinha de tenébrio pode substituir em até 60% a proteína da farinha de peixe em rações para jundiá.

Palavras-chave: Piscicultura, Nutrição, Alimentos alternativos, Desempenho, Digestibilidade.

ABSTRACT

Studies related use of insect-based diets is an alternative for feeding farmed fish, and can replace main protein sources such as soybean meal and fish meal. The study was carried out at Laboratório de Carcinicultura, Setor Palotina of Universidade Federal do Paraná, the work was divided into digestibility and performance. The digestibility objective was to evaluate the apparent digestibility coefficient of crude protein, crude energy, ether extract and mineral residue of tenebrio meal for jundiá juveniles. For the study was used a reference diet and diet composed of 70% basal diet and 30% of test food being performed to correct the minerals and vitamins amount. The indirect method was used to collect feces with addition of 0.1% chromium oxide (Cr₂O₃) as an internal indicator in feed. Three cages with 15 juveniles in each were used, stored in 1000L feeding boxes during day and feeding until apparent satiety. After 18:30h the specimens were transferred to three conical-shaped incubators for feces collect in morning and stored under refrigeration. The objective performance experiment was to evaluate zootechnical parameters and carcass yield of silver catfish fed diets with different levels replacement of fish meal protein by tenebrio meal protein. The work was carried out at Laboratório de Produção e Reprodução de Peixes da UFPR, Setor Palotina, for experiment 20 fish live weight of $17 \pm 4,35$ g in each box, the fish were kept in 20 1000L boxes in a recirculation system, which had a blower for animals oxygenation. The fish were fed diets containing increasing levels replacement of fishmeal protein by tenebrio protein, being distributed in a completely randomized design with five treatments and four replicates diets with different levels replacement of fishmeal protein by protein tenebrio meal at levels of 0%, 15%, 30%, 45% and 60%. The rations were formulated to be isoprotein and isoenergetic and met nutritional requirement of species. During execution of two experiments, the water quality remained adequate for species. The results show that the nutrients and energy of the tenebrio meal presented adequate apparent digestibility values, with CDA values dry matter 84.7%, crude protein 85.95%, ether extract 93.65%, gross energy 84.86% and 87.19% mineral residue. The zootechnical performance results the animals were submitted to Levene and Shapiro-Wilk tests to verify the homogeneity and normality variances, respectively. The data were subjected to variance analysis (one-way Anova) at 5% probability and showed no significant differences in the variables of final weight, weight gain, apparent feed intake, apparent feed conversion, feed efficiency rate, feed rate. specific growth, average daily weight gain, carcass composition also did not show significant difference between whole fish and in head and viscera in the variables dry matter, mineral residue, crude protein and ether extract. It is concluded that the protein from tenebrio meal can replace up to 60% the protein from fish meal in rations for silver catfish.

Keyword: Fish farming, Nutrition, Alternative foods, Performance, Digestibility

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição percentual da dieta referência e dieta teste, utilizada para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e energia da farinha de tenébrio para o jundiá.....	21
Tabela 2. Parâmetros físicos e químicos da água obtidos durante o período experimental do ensaio de digestibilidade.....	22
Tabela 3. Composição percentual das dietas com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de tenébrio, utilizada para a determinação de desempenho zootécnico para <i>Rhamdia quelen</i>	25
Tabela 4. Composição química das dietas com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de tenébrio, utilizada para a determinação de desempenho zootécnico para <i>Rhamdia quelen</i>	25
Tabela 5. Parâmetros físicos e químicos da água de entrada e saída do sistema de recirculação, durante o período experimental dos ensaios de desempenho zootécnico.	26
Tabela 6. Composição química das dietas experimentais, e ingrediente teste, utilizados na determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes e da energia para <i>Rhamdia quelen</i>	27
Tabela 7. Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB) da farinha de tenébrio.....	28
Tabela 8. Parâmetros de desempenho zootécnico de jundiás (<i>Rhamdia quelen</i>) submetidos à alimentação com dietas com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe pela farinha de tenébrio.	28
Tabela 9. Composição química do peixe inteiro e sem cabeça e vísceras dos peixes, em relação a matéria seca, submetidos à alimentação dietas com diferentes níveis de substituição da farinha de peixes pela farinha de tenébrio.	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	AQUICULTURA	14
2.2	<i>RHAMDIA QUELEN</i>	15
2.3	<i>TENEBRIO MOLITOR</i>	16
2.4	DIGESTIBILIDADE.....	18
3	OBJETIVOS	18
3.1	OBJETIVO GERAL.....	19
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4	MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1	LOCAL DE ESTUDO.....	19
4.2	DIGESTIBILIDADE.....	19
4.2.1	Manejo dos animais	21
4.2.2	Monitoramento da qualidade de água.....	22
4.2.3	Análises bromatológicas	22
4.3	DESEMPENHO	23
4.3.1	Monitoramento da qualidade de água.....	25
4.3.2	Análises estatísticas	26
5	RESULTADOS	27
5.1	DIGESTIBILIDADE.....	27
5.1.1	Composição química dos ingredientes e dietas	27
5.1.2	Coefficiente de digestibilidade aparente (CDA) da farinha de tenébrio para <i>Rhamdia quelen</i>	27
5.2	DESEMPENHO	28
5.2.1	Índices de Desempenho	28
6	DISCUSSÃO	29

7 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura constitui a área de produção animal que mais tem se desenvolvido no mundo, com crescimento de produção e mercado no mundo todo (FAO, 2020). O fato é decorrente da expansão do mercado na busca de mais alimentos, o que ocasionou uma grande demanda para o setor aquícola aumentando o desenvolvimento de técnicas de produção, tecnologia e a produtividade ao longo dos anos.

Segundo a FAO (2020) no ano de 2018 foram produzidas 179 milhões de toneladas de pescado no mundo, composta principalmente por pescado proveniente de águas interiores, que representa 82 milhões de toneladas, deste 54 milhões representam a produção de peixes (47 milhões espécies de água doce e 7,3 milhões espécies marinhas); 17,7 milhões de moluscos e 9,4 milhões crustáceos. No cenário mundial o Brasil ocupa a 13ª posição na produção de peixes em cativeiro, e atualmente está na posição nº 8º na produção de peixes de água doce (FAO, 2020).

Devido ao aumento da demanda de pescado está havendo maior busca por conhecimento e de técnicas que possibilitam ter maior produção e renda no menor tempo possível (BARTZ et al., 2018). Devido ao pacote tecnológico mais avançado, grande parte da produção no Brasil são de espécies exóticas, mesmo com uma grande diversidade que o país possui de espécies de peixes nativos, os mais produzidos carecem de informações sobre vários quesitos relacionados a sua produção.

Dentre as espécies nativas de interesse comercial no Brasil, o jundiá (*Rhamdia quelen*) é nativo da América do Sul e possui distribuição neotropical, possui ampla ocorrência na região sul do Brasil, sua produção tem aumentado ao longo dos anos, devido ao bom crescimento no clima subtropical que é predominante na região (BALDISSEROTTO & RADUNZ NETO, 2004).

O habitat natural da espécie são lagos e poços profundos dos rios tendo preferência por águas mais calmas, tem hábito noturno e durante o dia procura abrigo. As primeiras alimentações em ambiente natural são compostas principalmente de zooplâncton; os adultos são onívoros com tendência a carnivoría (BALDISSEROTTO & RADUNZ NETO, 2004).

Na piscicultura a espécie tem um grande potencial de mercado, apresentando fácil reprodução em laboratórios de larvicultura, fácil manejo, eficiência alimentar e não apresentam espinhas intramusculares, tornando-a ideal para a indústria frigorífica (LOPES et al., 2006). A espécie exibe alta prolificidade e ganho de peso mesmo em períodos de baixa temperatura, sua reprodução induzida também apresenta bons resultados (GOMES et al.,

2000). Em relação a sua alimentação em cativeiro, ainda são escassas as informações sobre as exigências nutricionais da espécie, sendo comum a utilização de rações para outras espécies de bragre para compor a dieta no jundiá no seu cultivo. Sendo importantes estudos nutricionais dos ingredientes que compõe sua dieta (BALDISSEROTTO & RADUNZ NETO, 2004).

Muitos ingredientes podem ser utilizados em rações para peixes, em sua maioria, as rações comerciais têm como matéria-prima o milho, farelo de soja, farinha de peixe, dentre outros e o aumento da produção dessas matérias-primas apresentam importantes desafios ambientais. Segundo Lang & Caraher (2009), a produção de um quilograma de algumas espécies de peixe em cativeiro com farinha de peixe demanda de dois a cinco quilogramas de recursos pesqueiros capturados, e devido a produção pesqueira estar em estagnação (FAO, 2020), existe a necessidade de busca de fontes alternativas de matéria-prima para a formulação de rações para piscicultura.

Nos últimos anos, a criação de insetos tem atraído considerável atenção científica, a formulação de dietas a base de insetos é uma opção sustentável para alimentação de peixes de cultivo, em países da África e na Ásia, por exemplo, a alimentação humana com insetos é comum e é considerada uma forma de aproveitar recursos naturais.

Na União Europeia (UE) os insetos são utilizados comercialmente como alimento vivo para animais e a Comissão Europeia permite proteínas de insetos em rações para a aquicultura (Regulamento da Comissão (UE), 2017/893). Já no Brasil o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) não dispõe de regulamentação específica para o uso de farinhas de inseto na alimentação animal, entretanto, existem empresas que tem registro no órgão como produtoras de inseto para alimentação animal.

A farinha de insetos é composta principalmente de animais na fase de larva ou ninfa, por apresentar menor nível de quitina, maior teor de proteína bruta, que pode variar de 45 a 68%, e ótimo perfil de aminoácidos, além de serem ricos em ácidos graxos essenciais e minerais. A principal desvantagem é a presença de quitina e queratina que são um polissacarídeo e proteína pouco digestíveis para peixes (CHAALALA, LEPLAT & MAKKAR, 2018). O besouro *Tenebrio molitor* tem se destacado na produção de alimento pra uso em animais, recentemente a Agência Europeia de Segurança Alimentar (EFSA) aprovou a larva de tenébrio como alimento humano, se tornando o primeiro inseto aprovado como comestível na União Europeia. A produção de larvas de insetos para alimentação possui como característica um baixo investimento inicial, sendo menos dependente de extensões de

terra e recursos hídricos em relação a agricultura (CHAALALA, LEPLAT & MAKKAR, 2018).

O *Tenebrio molitor* é pertencente à família Tenebrionidae da ordem Coleoptera, se desenvolve preferencialmente nas regiões temperadas do hemisfério norte, é de origem européia e suas larvas são fáceis de reproduzir, de se alimentar e tem um perfil nutricional de alto valor, são comumente usadas como alimentos para pets e animais como aves, répteis, pequenos mamíferos, anfíbios e peixes (GHALY & ALKOAİK, 2009), (MAKKAR et al., 2014).

As larvas de *Tenebrio molitor* podem conter em sua composição química cerca de 53,6 a 63,5% de umidade, 17,9 a 26,2% de proteína, 6,1 a 21,9% de teor lipídico, 0,9 a 1,8 de cinzas (GHALY & ALKOAİK., 2009), (SIEMIANOWSK et al., 2013), (YI et al., 2013). Também possuem a capacidade de reciclar resíduos de baixa qualidade, em um tempo relativamente curto, em nutrientes de alta qualidade rico em energia, proteína e gordura (AGUILAR-MIRANDA et al., 2002).

Em estudo realizado por Belforti et al (2015) com truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), utilizando níveis de inclusão da farinha de *Tenebrio molitor* em substituição à farinha de peixe com tratamentos de 0%, 25% e 50%, os autores comprovaram a viabilidade de sua utilização para a alimentação da espécie em até 50% de substituição da farinha de peixe pela farinha de tenébrio. Essa substituição atendeu as demandas nutricionais da truta arco-íris comprovando que a utilização da farinha de tenébrio em dietas para peixes pode se tornar uma ótima alternativa de matéria-prima para a fabricação de ração.

Segundo estudo realizado por Tubin et al. (2020) os resultados indicaram que a inclusão de farinha de tenébrio em até 10% em dietas para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivado em sistemas de bioflocos é viável, sem redução no desempenho zootécnico, composição da carcaça, índices somáticos e hematológicos, entretanto níveis acima de 10% ocasionaram problemas na sobrevivência e na composição da carcaça dos animais alimentados com a farinha de tenébrio.

O Brasil apresenta um mercado com um grande potencial e possui uma ampla área para exploração da produção de farinhas de inseto, principalmente devido a fatores climáticos e também a uma ampla variedade de espécies. A farinha de tenébrio produzida em larga escala pode ser uma fonte de proteína mais viável, em relação a outros tipos de matéria-prima empregada para formulação de rações para o jundiá, e o seu cultivo está muito abaixo de suas possibilidades, pois vários parâmetros biológicos sobre a espécie estão faltando ou dispersos na literatura, então o estudo sobre a utilização do inseto na sua dieta pode ser mais

sustentável, colaborando assim com diminuição da pegada ecológica em relação a principais matérias primas hoje empregadas em rações na aquicultura.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AQUICULTURA

A aquicultura vem se destacando nas últimas décadas como uma atividade competitiva e sustentável na produção de alimentos saudáveis, este segmento é utilizado e está se desenvolvendo amplamente no mundo inteiro, principalmente no Brasil (FAO, 2020).

Estima-se que no ano de 2018 a produção global de peixes tenha atingido cerca de 179 milhões de toneladas, sendo deste 82 milhões oriunda da aquicultura cerca de US\$ 250 bilhões em valor estimado de venda total (FAO, 2020).

O consumo de peixe é uma importante fonte de proteína para grande parte da população mundial e pode contribuir ainda mais para a crescente demanda por pescado que vem aumentando notadamente desde o início do ano de 1990 (DAVIES et al., 2019), devido as práticas predatórias de pesca que vêm continuamente reduzindo os estoques naturais de pescados.

A produção da aquicultura no Brasil, segundo o anuário 2021 da Associação Brasileira de Piscicultura cresceu cerca de 5,93% no ano de 2020 com a produção de 806.930t sobre 2019 (758.006 t), isso representa um crescimento de 39,4% no país em relação ao ano de 2014, onde a produção foi de 578.800t.

A produção nacional de peixes nativos representa 34,7% da produção nacional em 2020, recuando 3,21% em relação a 2019, problemas sanitários e estruturais, logística da produção no seu processamento e comercialização, além de problemas burocráticos com licenciamento ambiental, foram os principais fatores apontados como responsáveis pela queda na produção de peixes nativos em 2020 cuja produção total foi de 278.671t.

No país existe grande diversidade de espécies cultivadas, sendo que mais de 25 destas são cultivadas comercialmente na aquicultura do Brasil (HARVEY et al., 2017),

A principal espécie nativa produzida é o tambaqui (*Colossoma macropomum*), com produção de 44978 t (PEIXEBR, 2020). Sua produção concentrada principalmente na região norte e nordeste, onde a aquicultura de espécie nativa é predominante, diferente da região sul onde a principal espécie cultivada é a tilápia (*Oreochromis niloticus*) que é exótica, sua

participação na produção total de peixes no Brasil é de 60.6%, a principal espécie nativa cultivada na região sul do Brasil é o jundiá (*Rhamdia quelen*) (PEIXEBR, 2020).

2.2 RHAMDIA QUELEN

O jundiá, *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824), é uma espécie dulcícola, tem distribuição neotropical sendo endêmica na Américas Central e do Sul (PERDICES et al., 2002). Segundo Silfvergrip (1996), o gênero *Rhamdia* é formado de apenas 11 espécies dentre 100 anteriormente descritas na literatura. Segundo o autor, o *Rhamdia quelen* tem a seguinte divisão taxonômica: classe: Osteichthyes, Série: Teleostei, Ordem: Siluriformes, Família: Pimelodidae, Gênero: *Rhamdia*, Espécie: *quelen*.

Tem como característica bom desempenho em baixas temperaturas suportando invernos frios, o crescimento do *Rhamdia quelen* aumenta com o incremento da temperatura, tendo fácil domesticação e adaptação a condições de cultivos, boa eficiência alimentar, grande aceitação no mercado consumidor devido ao sabor agradável de sua carne e a ausência de espinhos intramusculares (MARTINELLI et al., 2013 ; LOPES et al., 2006)

O *Rhamdia quelen* tem hábitos noturnos, bentônico especulador do substrato, tendo preferência por locais mais profundos e calmo dos rios com rochas grandes ou com troncos submersos (GOMES et al., 2000). Seu hábito alimentar é omnívoro com tendência carnívora, no que diz respeito da escolha do alimento, são generalistas (BALDISSEROTTO & RADUNZ NETO, 2004), o que contribui para sua adequação ao alimento artificial e para domesticação.

Segundo estudo realizado por Ferreira et al. (2001), a espécie pode iniciar a maturação gonadal em temperaturas a partir de 17 °C, o seu período reprodutivo se estende de agosto a março com desova é assíncrona, onde os óvulos são liberados em várias ocasiões durante o período reprodutivo, apresentam dois picos ao longo do ano, na primavera e no verão, os cardumes costumam desovar em locais com água calma, limpa e em ambiente bentônico pedregoso, não apresentando cuidado parental para as proles (BALDISSEROTTO, 2004).

No Brasil sua produção ainda é pequena em relação a outras espécies, segundo o último censo agropecuário (2017) a produção total da espécie foi cerca de 36 mil toneladas, seu principal mercado está concentrado na região sul onde está quase a sua totalidade de sua produção, o estado do Rio Grande do Sul é o principal produtor nacional da espécie, 20.378t (56,57%), seguido de Santa Catarina, 9.507t (26.39%) e Paraná, 5.265t (14.61%) (PEIXEBR, 2020)

O aumento da produção de *Rhamdia quelen* aumentou após a determinação de um protocolo da inversão sexual para espécie, que pode determinar até 100% de fêmeas nos alevinos, graças a esse avanço a produtividade no sistema de cultivo pode aumentar em até 30%. No monocultivo semi-intensivo com ração comercial a espécie tem seu melhor crescimento, sendo possível a projeção de até 02 ciclos de cultivo anuais (AMARAL H.Jr et al., 2008).

Apesar do aumento do cultivo da espécie no Brasil, sua produção ainda está muito abaixo de suas potencialidades, pois há falta de pacote tecnológico suficiente para alcançar a alta eficiência na produção da espécie. Essa espécie vem sendo produzida comercialmente na região Sul do país, devido a adaptação com o clima predominante na região apresentando crescimento satisfatório durante o período de baixas temperaturas.

Para suplementar a dieta para espécie em níveis proteicos, uma das alternativas que pode se ajustar as necessidades nutricionais da espécie é a utilização da farinha das larvas de *Tenebrio molitor*, que tem como características ser a alternativa mais sustentável, econômica e nutritiva.

2.3 TENEBRIO MOLITOR

Tenebrio molitor, (Linnaeus, 1798) é conhecido popularmente como bicho-da-farinha ou simplesmente tenébrio, pertencente à família Tenebrionidae da ordem Coleoptera é uma espécie de besouro escuro, holometábolo, ou seja, eles passam por quatro estágios de vida: fase de ovo, a fase larval, a fase de pupa e a fase adulta (SPANG, 2013).

Desenvolve preferencialmente nas regiões temperadas do hemisfério norte. As larvas geralmente medem cerca de 2,5 cm ou mais, enquanto os adultos geralmente têm entre 1,25 e 1,8 cm de comprimento.

As larvas de tenébrio são comumente usadas como ração para répteis, peixes e pássaros em cativeiro (KLASING et al., 2000; ZANUNCIO et al., 2008). A forma larval é a mais importante quando se destina à produção de alimentos, podem ser consumidas vivas, desidratadas, resfriadas, congeladas, e também na forma de farinha, são geralmente usados devido ao seu alto teor proteico e seu valor nutricional (OTUKA et al., 2006).

Lins Junior (2018) observou que as larvas de *Tenebrio molitor* demoraram de cerca de 15 a 17 semanas para completar seu ciclo até a fase adulta sendo alimentadas com dieta à base de trigo e milho.

A dieta padrão para o *Tenebrio molitor* é a base de farelo de trigo que é uma ótima fonte de proteína para a espécie (MENEZES et al., 2014), geralmente são encontradas em armazéns de produtos alimentares, sendo conhecidas como praga.

Segundo Otuka et al. (2006), a propagação do *Tenebrio molitor* é facilmente alcançada em grandes quantidades com baixo custo, em países orientais já existem empresas que produzem comercialmente grande quantidade de larvas e farinha de tenébrio para diversos tipos de uso.

Estudo realizado por Costa & Silva (2018), no cultivo experimental em laboratório, as larvas de *Tenebrio molitor* tiveram desenvolvimento satisfatório utilizando resíduos de plástico na sua alimentação, concluindo que as larvas podem ser uma importante ferramenta para destinação para resíduos à base de poliestireno expandido (isopor).

Peng et al. (2020) testou a biodegradação de cloreto de polivinila (PVC) em larvas de *Tenebrio molitor* usando pó microplástico de PVC rígido (MPs) e os resultados indicaram que as larvas podem sobreviver a uma taxa de sobrevivência de 80% com PVC MPs como dieta única por até 5 semanas e são capazes de realizar ampla biodegradação de MPs de PVC.

A espécie é considerada uma boa fonte alternativa de proteína para humanos, gado e aquicultura, que podem ser produzidas de maneira ambientalmente sustentável, embora tenha questões de segurança a serem consideradas (BELLUCO, 2013; RUMPOLD & SCHLUTER, 2013; SCHLUTER, 2017).

Relatos de inclusão de farinha de tenébrio na alimentação de peixes dourados (*Sparus aurata*) indicam que porcentagens de 25 e 50% substituindo a farinha de peixe foram bem aceitos pela espécie, a inclusão de 25% teve resultados mais promissores, sem efeitos negativos nas características morfológicas do trato digestivo e bons resultados em termos de conversão alimentar (PICCOLO et al., 2017).

De acordo com Veldkamp et al. (2012) as larvas de *Tenebrio molitor* se encontram entre as espécies de insetos mais adequadas para a produção em larga escala, podendo representar uma alternativa de alimento com potencialidade de substituir a farinha de peixe na alimentação de peixes, (RUMPOLD & SCHLUTER, 2013) que é uma das principais matérias-primas para produção de ração na aquicultura, possuindo excelentes características nutricionais e podem ser criados de forma ambientalmente sustentável.

Existem diversos estudos que investigam o *Tenebrio molitor* na alimentação, por ser uma espécie de inseto comumente criada em diversas regiões no mundo (MLcek et al., 2014). Vários estudos mostram que a composição química do *Tenebrio molitor* é adequada para uso alimentar (YI et al., 2013; YOO et al., 2013)

2.4 DIGESTIBILIDADE

Segundo Hegsted (1971), a digestibilidade é a porcentagem do nutriente do alimento ingerido que o animal consegue absorver no intestino. A determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) de ingredientes utilizados na formulação de ração permite formular dietas eficientes e nutricionalmente para cada espécie, além de reduzir a excreção de nutrientes não digeridos que irão compor a maior parte dos resíduos acumulados no meio aquático consequentemente reduzindo o potencial poluente das rações no ambiente de cultivo (BUZZOLO et al., 2018).

As atividades enzimáticas e o trato digestório diferem consideravelmente entre as espécies em termos de sua estrutura microscópica, (KUPERMAN & KUZMINA, 1994) (CHAKRABARTI et al., 1995), sendo difícil utilizar dados de digestibilidade para diferentes espécies de peixes, a absorção dos nutrientes também pode ser influenciada pelo estágio do ciclo de vida da espécie, fatores que são importantes de serem levados em consideração ao formular rações específicas visando ao máximo desempenho e ao menor desperdício. (NRC,2012).

Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade em peixe pode ser utilizados dois métodos, direto e indireto, no método direto ou técnica de coleta total, ocorre a mensuração do alimento ingerido e toda a excreção (BELAL, 2005). É utilizado geralmente para animais terrestres, nos peixes pode ser utilizados também, mas no meio aquático existe dificuldades para fazer a coleta total, e por submeter os animais à imobilização e alimentação forçada gerando estresse que pode afetar significativamente o resultado (NRC, 2011).

O método indireto comumente utilizado para animais aquáticos, permite a coleta parcial das fezes e a alimentação livre do animal. Este método envolve o uso de um marcador inerte na dieta (KITAGIMA & FRACALOSSI, 2010)

No método indireto é necessário que a quantidade do indicador na dieta e nas fezes permanece constante ao longo da digestão do animal e que, toda quantidade de marcador ingerido, aparecerá nas fezes que depois são avaliados (NRC, 2011), é importante que o indicador interno utilizado, não afete a digestão ou a palatabilidade da dieta teste e que sejam facilmente determinados (BELAL, 2005).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de tenébrio em dietas para *Rhamdia quelen*.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar o coeficiente de digestibilidade aparente proteína bruta, energia bruta, extrato etéreo e cinzas da farinha de tenébrio para juvenis de *Rhamdia quelen*.
- Avaliar o desempenho zootécnico do *Rhamdia quelen* alimentados com dietas contendo níveis de 0%, 15%, 30%, 45% e 60% de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de tenébrio.
- Avaliar a composição bromatológica do corpo do *Rhamdia quelen* alimentados com dietas contendo níveis crescentes da proteína da farinha tenébrio.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo desta pesquisa foi submetido à Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA da Universidade Federal do Paraná- setor Palotina, que analisou e aprovou sob o número de Protocolo nº 09/2019.

4.1 LOCAL DE ESTUDO

O estudo de Digestibilidade foi conduzido no Laboratório de Carcinicultura da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento em Aquicultura Sustentável (NPDA), o de desempenho zootécnico no Laboratório de Reprodução e Produção do Pescado (LAPERP) pertencentes a Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina entre julho de 2019 e novembro de 2020.

4.2 DIGESTIBILIDADE

A estrutura física do experimento de digestibilidade foi constituída por duas caixas de 1000L uma para reposição de água e outra de uso exclusivo para alimentação dos peixes, na caixa de alimentação foram colocadas três gaiolas com 40cm de diâmetro de boca e 60cm de

profundidade e os animais foram distribuídos nas gaiolas ficando 15 juvenis de jundiá em cada.

Para a coleta de fezes foram utilizadas três incubadoras de formato cônico com 180L de capacidade, e na parte final um recipiente onde as fezes ficavam armazenadas para posterior coleta. Para armazenamento das fezes foram utilizados três potes identificados para cada incubadora, e um refrigerador para armazenar os potes.

A caixa de alimentação e as incubadoras foram equipadas com aeração ininterrupta por mangueiras com pedras porosas ligadas a um soprador de ar, e na caixa de alimentação também foi adicionado um biofiltro de aeração submersa na parte central da caixa de alimentação para auxiliar na retenção de compostos orgânicos na água. A caixa de alimentação era sifonada duas vezes ao dia para retirada de fezes e restos de ração, com troca parcial da água diariamente afim de manter a água com baixa turbidez. A água das incubadoras era trocada a cada coleta de fezes sendo a água repostada com a água da caixa de reposição.

Para determinação do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes e energia foi utilizado a ração referência e a ração teste, utilizando o método indireto de coleta de fezes com 0,1% de óxido de cromo III (Cr_2O_3) como indicador interno nas rações (NRC, 2011).

A farinha de tenébrio foi adquirida no Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, no Campus Montes Claros, a qual foi acondicionada no freezer em temperatura de -5°C , até serem utilizadas na formulação da ração teste.

Na Tabela 1 estão as rações que foram confeccionadas em laboratório e a sua composição, sendo a dieta teste composta de 70% ração referência e 30% da farinha de tenébrio, houve correção das fontes minerais e vitamínicas para que a exigência em minerais e vitaminas fosse atendida, os ingredientes foram pesados, misturados e umedecidos com água a 55°C e então peletizados em uma peletizadora experimental com a matriz de 1,0 mm e após esse processo, as rações foram secas em estufa de ventilação forçada de ar por 24h à temperatura de 55°C , em seguida foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenados em freezer até o fornecimento aos animais.

Tabela 1. Composição percentual da dieta referência e dieta teste, utilizada para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e energia da farinha de tenébrio para o jundiá.

Ingrediente	Quantidade (%)	
	Referência	Teste
Farelo de soja	74,43	52,1
Milho	21	14,7
Fosfato bicálcico	2,82	2,82
Premix ¹	1	1
Sal	0,5	0,5
Calcáreo	0,15	0,15
Cr ₂ O ₃	0,1	0,1
Farinha de tenébrio	0	28,63

¹Complemento vitamínico e mineral níveis de garantia por quilograma do produto: Ácido fólico: 200 mg; Ácido pantotênico: 4.000 mg; Biotina: 40 mg; Cobre: 2.000 mg; Ferro: 12.500 mg; Iodo: 200 mg; Manganês: 7.500 mg; Niacina: 5.000 mg; Selênio: 70 mg; Vitamina A: 1.000.000 UI; Vitamina B1: 1.900 mg; Vitamina B12: 3.500 mg; Vitamina B2: 2.000 mg; Vitamina B6: 2.400 mg; Ácido ascórbico: 50.000 mg; Vitamina D3: 500.000 UI; Vitamina E: 20.000 UI; Vitamina K3: 500 mg; Zinco: 25.000 mg.

4.2.1 Manejo dos animais

Durante o dia os animais que estavam nas gaiolas permaneceram em caixa de 1000L para a alimentação que foi realizada duas vezes ao dia. Antes do início da coleta de fezes foi realizado um período de adaptação para ração referência e após a coleta de fezes da ração referência houve adaptação para a ração teste de cinco dias, neste período os peixes permaneceram apenas na caixa de alimentação sendo arraçoados à vontade, duas vezes ao dia.

Após o período de adaptação de cada ração às 18:30h as gaiolas com os exemplares eram transferidos e estocados nas incubadoras para a coleta de fezes, cada gaiola era colocada individualmente em uma incubadora, permanecendo até a manhã do dia seguinte, nesse horário era fechado o registro para a retirada das fezes decantadas no copo coletor de cada cuba, após a coleta eram armazenadas em refrigerador a -5°C , a coleta de fezes foi realizada até a obtenção da quantidade suficiente para as análises bromatológicas.

Após o término da coleta foi realizada análise bromatológica das rações, ingrediente teste e fezes para determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta, extrato etéreo, energia bruta e cinzas.

4.2.2 Monitoramento da qualidade de água

Os parâmetros físicos e químicos da água como temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg/L) foram monitorados diariamente pela manhã (08h30) e à tarde (18h30) durante a execução do experimento com auxílio do medidor multiparâmetro da marca AKSO, modelo AK87/AK88.

O pH, dureza, alcalinidade e as concentrações de nitrato, nitrito e amônia foram mensuradas semanalmente, utilizando a metodologia do APHA (2005) no Laboratório de Qualidade de Água e Limnologia da UFPR.

Os parâmetros da água mantiveram-se dentro do recomendado para a espécie de *Rhamdia quelen*, com a temperatura média do sistema de $24,22 \pm 2,33$, oxigênio dissolvido de $7,29 \text{ (mg/L)} \pm 0,66$ e o pH de $7,78 \pm 0,34$, os outros parâmetros (Tabela 2) como amônia, nitrito, nitrato, alcalinidade e dureza, encontram-se também dentro da faixa ideal recomendado pela literatura para a espécie estudada (BALDISSEROTTO & RADUNZ NETO, 2004).

Tabela 2. Parâmetros físicos e químicos da água obtidos durante o período experimental do ensaio de digestibilidade.

Parâmetro	Média
Amônia (mg L ⁻¹)	$0,27 \pm 0,32$
Nitrito (mg L ⁻¹)	$0,17 \pm 0,16$
Nitrato (mg L ⁻¹)	$8,61 \pm 7,04$
Dureza (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	$75,11 \pm 45,37$
Alcalinidade (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	$70,78 \pm 30,89$
pH	$7,78 \pm 0,34$
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	$7,29 \pm 0,66$
Temperatura (°C)	$24,22 \pm 2,33$

4.2.3 Análises bromatológicas

Para as análises bromatológicas das rações, ingrediente teste e fezes quanto aos valores de matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, energia bruta, extrato etéreo e cinzas foram feitas no Laboratório de Nutrição Animal da UFPR, Setor Palotina, de acordo com a metodologia descrita por AOAC (2010).

A concentração do cromo, foi determinada no Laboratório de Análises de Solos da Universidade Estadual de Maringá, utilizando um espectrômetro de emissão ótica por plasma indutivamente acoplado (ICP-OES), marca THERMO SCIENCE modelo iCAP 6000 series (linha de emissão de Cr 267,716nm e 284,325nm). Os coeficientes de digestibilidade aparente das rações foram determinados de acordo com Mukhopadhyay & Ray, (1997).

a) Coeficiente de Digestibilidade aparente (CDA) da dieta referência (DR) e ração teste (DT):

$$100-100=\left(\frac{\% \text{ marcador na dieta}}{\% \text{ marcador na fezes}}\right)$$

b) Coeficiente de Digestibilidade aparente dos nutrientes da DR e DT:

$$100-100\left(\frac{\% \text{ marcador na dieta}}{\% \text{ marcador nas fezes}} \times \frac{\% \text{ nutrientes nas fezes}}{\% \text{ nutrientes na dieta}}\right)$$

c) Coeficiente de Digestibilidade aparente do ingrediente teste:

$$\frac{100}{\% \text{ ingrediente teste}}\left(\text{CDA da DT} - \frac{\% \text{ DR}}{100} \times \text{CDA DR}\right)$$

d) Digestibilidade aparente dos nutrientes do ingrediente teste:

$$\frac{100}{\% \text{ ingrediente teste}}\left(\text{CDA do nutriente DT} - \frac{\% \text{ DR}}{100} \times \text{CDA do nutriente da DR}\right)$$

4.3 DESEMPENHO

Para a avaliação do desempenho a estrutura foi composta por 20 caixas de polietileno com capacidade de 1000L em sistema de recirculação, equipados com biofiltro e soprador. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo os níveis de substituição da proteína da farinha de peixes pela proteína da farinha de tenébrio de 0%, 15%, 30%, 45% e 60% nas dietas para jundiá (Tabela 3), foram utilizados 20 peixes por caixa com cerca de $17 \pm 4,35$ g de peso vivo.

As rações foram formuladas de acordo com Baldisserotto (2003) e Garcia et al. (2003) sendo isoproteicas e isoenergéticas para atender todas as exigências nutricionais da espécie (Tabela 4) os procedimentos para fabricação da ração foram os mesmos realizados para o estudo de digestibilidade.

Inicialmente foi realizada a biometria dos peixes e posteriormente distribuídos nas caixas de forma aleatória, os peixes escolhidos para o estudo estavam em estado de saúde adequado e sem deformidades. Durante o experimento os peixes foram alimentados duas vezes por dia até a saciedade aparente, nos horários de 08:00 e 18:00, o peso da ração consumida em cada caixa era registrado. Os peixes foram mantidos nessa condição por 60 dias, ao final do experimento, foram mantidos em jejum de 24 horas para esvaziamento do trato digestório.

No final do experimento os peixes foram anestesiados com benzocaína a 100 mg L^{-1} por 60 segundos ou até aparentarem estar anestesiados, após foi realizada a biometria dos animais e as medidas das variáveis para determinação dos índices de desempenho zootécnico: peso final, ganho de peso (peso inicial – peso final), consumo de ração aparente (consumo de ração/quantidade de peixes), conversão alimentar aparente (consumo de alimento/ganho de biomassa), taxa de eficiência alimentar (ganho de biomassa/consumo de alimento *100), taxa de crescimento específico $[(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial})/\text{tempo}]$, ganho de peso médio diário (ganho de biomassa/dias de experimento).

Para análise da composição química do corpo, foram utilizados 4 peixes por tratamento, os animais foram eutanasiados com benzocaína em concentração de 300 mg L^{-1} , e a composição do corpo foi realizada através de análises bromatológicas, realizados no Laboratório de Nutrição Animal, na Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina, de acordo com a metodologia descrita por de AOAC (2010).

Tabela 3. Composição percentual das dietas com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de tenébrio, utilizada para a determinação de desempenho zootécnico para *Rhamdia quelen*.

Ingredientes	%				
	0	15	30	45	60
Farelo de soja	38,93	39,36	39,79	40,22	40,65
Milho	25,26	25,22	25,18	25,14	25,10
Farinha de peixe	20,0	18,0	16,0	14,0	12,0
Farinha de tenébrio	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0
Farinha de vísceras	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Farelo de trigo	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Premix ¹	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
BHT ²	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Celulose	0,0	0,43	0,86	1,29	1,72
Óleo de soja	4,20	3,37	2,55	1,73	0,91

¹Complemento vitamínico e mineral níveis de garantia por quilograma do produto: Ácido fólico: 200 mg; Ácido pantotênico: 4.000 mg; Biotina: 40 mg; Cobre: 2.000 mg; Ferro: 12.500 mg; Iodo: 200 mg; Manganês: 7.500 mg; Niacina: 5.000 mg; Selênio: 70 mg; Vitamina A: 1.000.000 UI; Vitamina B1: 1.900 mg; Vitamina B12: 3.500 mg; Vitamina B2: 2.000 mg; Vitamina B6: 2.400 mg; Ácido ascórbico: 50.000 mg; Vitamina D3: 500.000 UI; Vitamina E: 20.000 UI; Vitamina K3: 500 mg; Zinco: 25.000 mg. ²BHT=butil-hidroxitolueno

Tabela 4. Composição química das dietas com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de tenébrio, utilizada para a determinação de desempenho zootécnico para *Rhamdia quelen*.

Composição química	%				
	0	15	30	45	60
Energia bruta (kcal/kg)	4210,0	4218,4	4226,7	4235,1	4243,4
Extrato etéreo (%)	8,0	7,9	7,7	7,6	7,5
Proteína bruta (%)	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
Fibra bruta (%)	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3
Amido (%)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Fósforo (%)	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
Matéria mineral (%)	7,4	6,9	6,3	5,8	5,2
Matéria seca (%)	92,0	91,8	91,7	91,6	91,5

4.3.1 Monitoramento da qualidade de água

O oxigênio dissolvido e a temperatura das caixas foram aferidas diariamente pela manhã (8h00) e à tarde (18h00) com auxílio de oxímetro e termômetro, respectivamente. A determinação da dureza, alcalinidade total, concentrações de nitrato, nitrito e amônia total foi

realizadas no Laboratório de Qualidade de Água e Limnologia - UFPR utilizando a metodologia da (American Public Health Association - APHA, 2005).

Devido ser um sistema de recirculação de água, os parâmetros foram medidos na entrada de água e na saída do sistema, contudo mantiveram-se dentro do recomendado para a espécie *Rhamdia quelen*, com a temperatura média na entrada de $27,2 \pm 1,78$, oxigênio dissolvido de $7,02 \text{ (mg/L)} \pm 1,15$ e o pH de $8,0 \pm 0,38$.

Os parâmetros amônia, nitrito, nitrato, alcalinidade e dureza (Tabela 5) encontram-se também dentro da faixa ideal recomendado para a espécie (BALDISSEROTTO & RADUNZ NETO, 2004).

Tabela 5. Parâmetros físicos e químicos da água de entrada e saída do sistema de recirculação, durante o período experimental dos ensaios de desempenho zootécnico.

Parâmetro	Média	
	Entrada	Saída
Amônia (mg L ⁻¹)	0,22 ± 0,34	0,24 ± 0,38
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,05 ± 0,07	0,02 ± 0,01
Nitrato (mg L ⁻¹)	11,10 ± 5,76	13,06 ± 7,57
Dureza (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	39 ± 7,42	38,40 ± 6,66
Alcalinidade (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	97,60 ± 6,66	96,60 ± 6,99
pH	8,0 ± 0,38	8,0 ± 0,26
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	7,02 ± 1,15	6,80 ± 1,17
Temperatura (°C)	27,2 ± 1,78	27,40 ± 1,50

4.3.2 Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos ao teste de Levene e Shapiro-Wilk para verificação da homogeneidade e normalidade das variâncias, respectivamente. Os dados foram submetidos a análise de variância (Anova one-way) à 5% de probabilidade usando o software GraphPad Prism. Valores foram expressos em média ± desvio padrão.

5 RESULTADOS

5.1 DIGESTIBILIDADE

5.1.1 Composição química dos ingredientes e dietas

Na Tabela 6 são apresentadas as médias dos valores da composição química da dieta referência, dieta teste e ingrediente teste do experimento de digestibilidade.

A farinha de tenébrio apresentou maior quantidade de nutrientes em relação as dietas, consequentemente o incremento dessa farinha na dieta teste fez com que os valores de alguns importantes nutrientes ficassem maiores, em relação a dieta referência, fator que pode ser observado no valor de extrato etéreo que aumenta cerca de 9x em relação a dieta referência, consequentemente também houve um aumento no valor de energia bruta.

Tabela 6. Composição química das dietas experimentais, e ingrediente teste, utilizados na determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes e da energia para *Rhamdia quelen*.

Amostra	Nutrientes				
	MS (%)	PB (%)	EE (%)	CZ (%)	EB (kcal/kg)
Ração referência	95,58	36,04	0,9	8,23	4173,5
Ração tenébrio	94,98	39,24	8,71	7,85	4741
F. tenébrio	90,91	48,6	28,82	3,25	5982

UM= umidade; MS= matéria seca; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; CZ= cinzas; EB= energia bruta.

5.1.2 Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da farinha de tenébrio para *Rhamdia quelen*.

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes do alimento estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB) da farinha de tenébrio.

Nutrientes	Valores de CDA (%)
MS	84,7
PB	85,95
EE	93,65
EB	84,86
CZ	87,19

MS= matéria seca; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; EB= energia bruta; CZ= cinzas.

5.2 DESEMPENHO

5.2.1 Índices de Desempenho

Os parâmetros avaliados durante os 60 dias de experimento, mostram que os valores médios avaliados de desempenho zootécnico (Tabela 8) do jundiá alimentados com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe pela farinha de tenébrio não apresentaram diferenças significativas em relação a ração controle ($P>0,05$).

Tabela 8. Parâmetros de desempenho zootécnico de jundiás (*Rhamdia quelen*) submetidos à alimentação com dietas com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe pela farinha de tenébrio.

Variáveis	Tratamentos					p-value
	0%	15%	30%	45%	60%	
Sob (%)	91,25±4,79	93,75±7,50	95±4,08	88,75±4,79	91,25±8,54	0,6554 ^{ns}
PI (g)	335,61±16,69	347,37±26,32	354,46±15,30	329,92±13,50	340,95±30,98	0,5487 ^{ns}
PF (g)	751,67±92,11	758,83±93,69	859,94±57,40	775,70±75,36	740,59±34,18	0,2798 ^{ns}
GP (g)	416,03±104,06	411,46±106,85	477,80±64,15	445,78±63,65	399,64±27,30	0,6415 ^{ns}
CRA (g)	31,31±3,61	30,01±5,09	30,95±2,82	32,32±2,27	32,64±2,33	0,8095 ^{ns}
CAA	1,41±0,25	1,39±0,18	1,24±0,13	1,29±0,06	1,49±0,12	0,2421 ^{ns}
TEA (%)	72,37±12,84	72,79±10,43	81,29±7,79	77,37±3,67	67,51±5,90	0,2684 ^{ns}
TCE	1,26±0,27	1,24±0,28	1,38±0,16	1,32±0,11	1,22±0,12	0,8137 ^{ns}
GPM (g)	6,93±1,73	6,86±1,78	7,96±1,07	7,43±1,06	6,66±0,45	0,6414 ^{ns}

Sob = sobrevivência; PI= Peso inicial; PF= Peso final; GP= Ganho de peso; CRA = Consumo de ração aparente; CAA = Conversão Alimentar Aparente; TEA= Taxa de eficiência alimentar; TCE = Taxa de crescimento específico; GPM= Ganho de peso médio diário; R²= coeficiente de determinação; ns = não significativo.

A composição química dos peixes *Rhamdia quelen* inteiros e sem cabeça e vísceras (Tabela 9) avaliados através de análises bromatológicas mostram que os valores médios dos tratamentos com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe pela farinha de tenébrio também não apresentaram diferenças significativas da ração controle ($P>0,05$).

Tabela 9. Composição química do peixe inteiro e sem cabeça e vísceras dos peixes, em relação a matéria seca, submetidos à alimentação dietas com diferentes níveis de substituição da farinha de peixes pela farinha de tenébrio.

Variáveis	Tratamentos (%)					<i>p-value</i>
	0	15	30	45	60	
Peixe inteiro						
MS (%)	97,02±0,51	96,40±0,95	96,91±0,24	96,75±0,50	97,09±0,29	0,4624 ^{ns}
CZ (%)	13,43±2,14	14,68±1,10	15,08±0,74	14,88±1,05	14,06±1,38	0,4529 ^{ns}
PB (%)	58,22±1,91	60,16±3,06	60,03±1,85	61,73±1,01	59,44±1,59	0,2223 ^{ns}
EE (%)	21,16±2,57	18,10±2,72	19,88±1,73	17,26±2,15	19,58±3,25	0,2663 ^{ns}
Sem cabeça e vísceras						
MS (%)	96,79±0,30	97,04±0,31	96,82±0,21	96,95±0,16	96,82±0,30	0,6271 ^{ns}
CZ (%)	8,76±0,59	7,97±0,83	8,77±0,80	8,63±1,04	8,89±0,31	0,4748 ^{ns}
PB (%)	67,14±2,56	64,52±2,10	64,68±2,45	66,01±2,92	68,01±1,03	0,1937 ^{ns}
EE (%)	18,74±1,41	20,75±1,70	19,25±2,39	18,99±2,12	17,67±0,78	0,2333 ^{ns}

MS= matéria seca; CZ= cinzas; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo.

6 DISCUSSÃO

Os coeficientes de digestibilidade aparente da farinha de tenébrio obtidos no experimento demonstram que em comparação com a dieta experimental, a ração é mais vantajosa em relação aos nutrientes, apresentando maiores valores proteicos (39,4%), extrato etéreo (8,71%) e energia bruta (4741 Kcal/g) demonstrando que a farinha de tenébrio é uma fonte rica em nutrientes comparados a outros alimentos de origem animal (LIMA et. al., 2006).

Os CDAs dos nutrientes e energia da ração referência e teste apresentaram valores altos de CDA, o que significa que a dieta teve um bom aproveitamento pelo animal, a mesma tendência do presente estudo foi observada por Fontes et al. (2019) com inclusão de 20% de diferentes farinhas de inseto na dieta, a farinha de tenébrio para alevinos de tilápia obteve

valores de CDA de MS 95,8%, PB 85,4%, EB 82,1% e lipídeos 90,6% valores semelhantes encontrados no presente estudo para o jundiá principalmente no CDA da proteína, energia e lipídeo que foi de 85,9%, 84,86 e 93,65 respectivamente.

Oliveira Filho & Fracalossi (2006) em pesquisa com jundiá, obteve valores de digestibilidade aparente para a farinha de peixe de 77,7% da proteína bruta, 74,8% da energia bruta e 58,6% da matéria seca, os valores encontrados de CDA para farinha de peixe são relativamente menores que os encontrados neste trabalho para farinha de tenébrio.

Segundo o estudo de Lira (2015) com tambaqui (*Colossoma macropomum*) a inclusão da farinha de tenébrio, também não influenciou na digestibilidade dos nutrientes em relação a farinha de peixe, as frações digestíveis encontradas foram 40,7% para PB, EE 27,9% e MS 78,4%, mostrando que o tambaqui assim como o jundiá tem capacidade de digerir e absorver os nutrientes contidos na farinha de tenébrio.

No estudo de Gasco et al. (2016) com o robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*) a digestibilidade da dieta contendo tenébrio não foi reduzida em comparação com a dieta contendo farinha de peixe, a de farinha de tenébrio na dieta em 25% de substituição foi melhor nos valores de CDA da proteína (92%) e matéria seca (80%) em comparação a dieta com a farinha de peixe, que assim como no presente estudo apresentou valores de CDA promissores para espécie.

Para o estudo de desempenho a sobrevivência dos peixes durante o experimento de desempenho é considerada boa, do total dos peixes utilizados houve desaparecimento de 8%, fato que pode ser explicado devido a interações agonísticas, causada pela baixa densidade de estocagem, como demonstra o estudo de (PIAIA & BALDISSEROTTO, 2000) que concluiu que devido a baixa densidade de estocagem o jundiá acaba formando território distinto e individual.

O jundiá é considerado um peixe onívoro com tendência a carnivoría e por isso é exigente em relação à qualidade da proteína (MEYER & FRACALOSSO, 2005). Segundo o estudo de Fracalossi et al. (2004) os jundiás criados em tanques de terra alimentados com dieta comercial (32% PB) apresentaram CAA de 1,4:1, valores similares a esse estudo.

A farinha de tenébrio na dieta para *Sparus aurata* a 25 e 50% na substituição da farinha de peixe (PICCOLO et. al., 2017), teve resultado semelhante ao presente estudo, mostrando que não houve efeitos negativos no desempenho da espécie estudada, no entanto a dieta com 25% de substituição da farinha de peixe pela farinha de tenébrio apresentou melhor resultado para peso corporal final, ganho de peso, taxa de conversão alimentar a taxa de eficiência protéica para o *S. aurata* sendo diferente do encontrado no presente estudo onde

não foi observada diferenças significativas nas variáveis de desempenho com a substituição de até 60% de farinha de tenébrio pela farinha de peixe.

No estudo de Jabir et al. (2012) a farinha de peixes na dieta para tilápia vermelha foi substituída pela farinha de tenébrio gigante (*Zophobas morio*) em 0, 25, 50 e 100%, os resultados mostraram que o nível de substituição em até 50% na ração não proporcionou diferença no desempenho dos animais, assim como no presente estudo, mas no tratamento com substituição de 25% a conversão alimentar e o ganho de peso diário foram melhores que ao tratamento controle, que correspondeu a 7,5% de inclusão da farinha na dieta.

No tambaqui (*Colossoma macropomum*) os parâmetros de desempenho não obtiveram diferença significativa entre os tratamentos com níveis de 0, 10, 20 e 30% (LIRA, 2015), os resultados encontrados foram semelhantes ao encontrados no presente estudo onde também não foram encontradas diferenças significativas nos níveis testados.

As análises da composição corporal dos peixes estudados, peixe inteiro e sem cabeça e vísceras não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Nos juvenis de peixe-mandarim alimentados com dieta contendo 7 e 14% de substituição da farinha de peixe pela farinha de larvas do tenébrio aumentaram o conteúdo de matéria seca muscular e corporal, quando comparado com peixes da dieta controle (SANKIAN et al. 2018).

Tubin et al. (2020) em estudo com farinha de tenébrio em dietas de tilápias cultivadas em sistema bioflocos em níveis de inclusão de 0, 5, 10, 15 e 20%, tiveram como resultado que o nível de inclusão de até 10% da farinha de tenébrio não afetou a composição da carcaça e níveis acima de 10% ocasionaram perda de produtividade e aumento no teor de lipídeos, diferente do presente estudo que não houve perda de produtividade e composição de carcaça em níveis de até 60% de substituição.

Segundo Shearer (1994 apud SOUZA et al., 1999), a análise da composição bromatológica do peixe permite a determinação da transferência de nutrientes da alimentação para o peixe, tornando presumível as transformações na composição da carcaça.

Os resultados de diversos estudos mostram a viabilidade da inclusão da farinha de tenébrio em dietas para diversas espécies aquícolas, não apresentando impactos negativos relacionados à substituição da farinha de peixe pela farinha de *Tenebrio molitor* sobre o desempenho dos animais estudados.

Os resultados obtidos no presente estudo sugerem que a farinha de tenébrio pode compor a dieta para espécie a espécie estudada sem comprometer a digestibilidade e desempenho alcançada na dieta padrão. A digestibilidade do ingrediente é considerada alta, o que evidencia que o uso para da farinha de tenébrio pode ser usado em substituição da farinha de

peixes em dietas aquícolas para o jundiá em níveis de até 60% sem causar redução em seu desempenho e composição de carcaça.

7 CONCLUSÃO

Existe viabilidade na substituição em até 60% da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de tenébrio em dietas para o jundiá (*Rhamdia quelen*) evidenciando seu potencial uso para compor as dietas da espécie estudada.

REFERÊNCIAS

- A.O.A.C. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17 edição. AOAC, Gaithersburg, MD, USA, 2000.
- AGUILAR-MIRANDA, E. D. et al. Characteristics of maize flour tortilla supplemented with ground *Tenebrio molitor* larvae. Journal of agricultural and food chemistry, v. 50, n. 1, p. 192-195, 2002.
- AMARAL, H. JR., ALMEIDA, D.R., SILVA, F. Q., e Garcia S. Performance of Jundiá (*Rhamdia quelen*), in different cultivation systems for the north coast zone of Santa Catarina, Brazil. Vol.IX. N 12. p. 01-07, 2008.
- AWWA, WEF. APHA. Standard Methods for the Examination of Water & WasteWater, v. 194 21, 2005
- BALDISSEROTTO, B. Biologia do jundiá. In: BALDISSEROTTO. B.; NETO, J. R. Criação de jundiá. Santa Maria: Editora UFSM, p. 67-72, 2004.
- BALDISSEROTTO, B. The culture of silver catfish (Jundiá) (*Rhamdia quelen*). In: WORLD AQUACULTURE, 2003, Salvador, World Aquaculture Society, Salvador, p.73, 2003
- BALDISSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J. Jundiá (*Rhamdia sp.*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, C. L. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: UFSM, 2004. p. 303-319.
- BARTZ, R.L.; MOREIRA, G.C.; SCHMIDT, C.A.P.; VINCENZI, S.L. Comparação de duas tabelas de arraçamento utilizadas no cultivo de tilápias na Região Oeste do Paraná. Brazilian Journal of Development, v.4, n.7, p.3945-3958, 2018.
- BELAL, I. E. H. A review of some fish nutrition methodologies. Bioresource Technology, v. 96, n. 4, p.395-402, 2005.
- BELLUCO, Simone et al. Edible insects in a food safety and nutritional perspective: a critical review. Comprehensive reviews in food science and food safety, v. 12, n. 3, p. 296-313, 2013

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Brasília. Diário Oficial da União, 2017

BRASÍLIA, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo, 2021.

BUZZOLO, H.; NASCIMENTO, T.M.T.; SANDRE, L.C.G. et al. Apparent digestibility coefficients of feedstuff used in tambaqui diets. *Bol. Inst. Pesca*, v.44, p.316-322, 2018.

CHAALALA, Syrine; LEPLAT, Achille; MAKKAR, Harinder. Importance of insects for use as animal feed in low-income countries. In: *Edible Insects in Sustainable Food Systems*. Springer, Cham, p. 303-319, 2018.

CHAKRABARTI, I. et al. Digestive enzymes in 11 freshwater teleost fish species in relation to food habit and niche segregation. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, v. 112, n. 1, p. 167-177, 1995.

Commission Regulation (EU) 2017/893 of 24 May 2017 amending Annexes I and IV to Regulation (EC) No 999/2001 of the European Parliament and of the Council and Annexes X, XIV and XV to Commission Regulation (EU) No 142/2011 as regards the provisions on processed animal protein. *OJ L 138*, 25.05.2017: 92–116

COSTA, Eduardo Pigozzi da; SILVA, Mariana Garcia Martinez da. Degradação de poliestireno expandido por larvas de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae). *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 5, n. 9, p. 281-289, 2018.

DA UNIÃO EUROPEIA, Jornal Oficial. Regulamento (UE) 2021/882 Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, Série L, No 194/16. *Jornal Oficial da União Europeia*, 2021.

DAVIES, I.P. et al. Governança da aquicultura marinha: armadilhas, potencial e caminhos para frente. *Marine Policy*, 104, 29-36, 2019.

FERREIRA, A. A.; NUÑER, A. P. O.; LUZ, R. K. Avaliação qualitativa e quantitativa do sêmen de jundiá, *Rhamdia quelen*. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 27, n. 1, p. 57-60, 2001.

FONTES, Táfanie Valácio et al. Digestibility of insect meals for Nile tilapia fingerlings. *Animals*, v. 9, n. 4, p. 181, 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). The state of world Fisheries and Aquaculture. Fisheries and Aquaculture Department, Rome, 2020.

FRACALOSSO, D. M. et al. Desempenho do jundiá, *Rhamdia quelen*, e do dourado, *Salminus brasiliensis*, em viveiros de terra na região Sul do Brasil. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 26, n. 3, p. 345-352, 2004.

GARCIA, J. R. E.; ESQUIVEL, B.; BAASCH, S. S. Effects of stocking density growth of Jundiá *Rhamdia quelen* in cages in southern Brazil. In: WORLD AQUACULTURE, 2003. Salvador, Anais, World Aquaculture Society, Salvador p. 255, 2003.

GASCO, Laura et al. Farinha de *Tenebrio molitor* em dietas para juvenis de robalo (*Dicentrarchus labrax* L.): desempenho de crescimento, composição corporal total e digestibilidade aparente in vivo. *Animal Feed Science and Technology*, v. 220, p. 34-45, 2016.

GHALY, A. E., & ALKOAİK, F. N. The yellow mealworm as a novel source of protein. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, v. 4, n. 4, p. 319-331, 2009.

GOMES, L. C.; GOLOMBIESKI, J. I.; GOMES, A. R. C.; BALDISSEROTTO, B. Biologia do Jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 179-185, 2000.

HARVEY, B., SOTO, D., CAROLSFELD, J., BEVERIDGE, M; BARTLEY, D.M. Planning for aquaculture diversification: the importance of climate change and other drivers. FAO Technical Workshop - FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings . Rome: FAO, 2017.

HEGSTED, D.M. Methods of Estimating Protein Quality, 1971. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ae906e/ae906e24.htm>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Agropecuário, 2017.

JABIR, Mdar; RAZAK, Sa; VIKINESWARY, S. Composição Química e Digestibilidade de Nutrientes da Farinha de Super Worm em Juvenis de Tilápia Vermelha. *Pak. Veterinario. J.*, 32 , 489–493, 2012.

KITAGIMA, R.E.; FRACALOSSİ, D.M. Validation of a methodology for measuring nutrient digestibility and evaluation of commercial feeds for channel catfish. *Scientia Agricola*, v. 67, p. 611-615, 2010.

KLASING, K. C., THACKER, P., LOPEZ, M. A., AND CALVERT, C. C. Increasing the calcium content of mealworms (*Tenebrio molitor*) to improve their nutritional value for bone mineralization of growing chicks. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 31(4):512-517, 2000.

KUPERMAN B.I.; KUZMINA V.V. The ultrastructure of the intestinal epithelium in fishes with different kinds of feeding. *Journal of Fish Biology*, 44: 181-193, 1994.

LANG, T., Barling, D., & CARAHER, M. Food policy: integrating health, environment and society. OUP Oxford, 2009.

LIMA, D.M., COLUGNATI, F., PADOVANI, R., RODRIGUEZ-AMAYA, D.B., SALAY, E, GALEAZZI, M. TACO- tabela brasileira de composição de alimentos. Unicamp, 2006.

LINS JUNIOR., J. C. Desenvolvimento de larvas de *Tenebrio molitor* em diferentes dietas visando a produção de insetos para consumo humano. Connectionline, n. 18, ISSN 1980-7341, 2018.

LIRA, J. A. Avaliação da farinha de tenébrio (*Tenebrio molitor*) na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). 2015. 53p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Nilton Lins, Instituto nacional de pesquisas da Amazônia, Manaus, 2015.

LOPES, P. R., POUHEY, J. L., ENKE, D. B., MARTINS, C. R., & TIMM, G. Desempenho de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* alimentados com diferentes níveis de energia na dieta. Biodiversidade Pampeana, v. 4, n. 1, 2006.

MAKKAR, H. P et al. State-of-the-art on use of insects as animal feed. Animal Feed Science and Technology, Amsterdam, v. 197, p. 1-33. 2014.

MARTINELLI, S.G.; NETO, J.R.; SILVA, L.P.; BERGAMIN, G.T.; MASCHIO, D.; FLORA, M.A.L.D.; NUNES, L.M.C.; POSSANI, G. Densidade de estocagem e frequência alimentar no cultivo de jundiá em tanques-rede. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 48, n. 8, p. 871-877, 2013.

MENEZES, C.W.G.; CAMILO, S.S.; FONSECA, A.J.; ASSIS JUNIOR, S.L.; SOARES, M.A. A dieta alimentar da presa *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pode afetar o desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v.81, n.3, p. 250-256, 2014.

MEYER, Gustavo; FRACALOSSO, Débora Machado. Estimativa das necessidades dietéticas de aminoácidos de jundiá (*Rhamdia quelen*) com base na composição de aminoácidos musculares. Scientia Agricola , v. 62, n. 4, pág. 401-405, 2005.

MLcek, J.; ROP, O; BORKOVCOVA, M.; BEDNAROVA, M. A comprehensive look at the possibilities of edible insects as food in Europe e a review. Polish Journal of Food Nutrition Sciences, v. 64, n. 3, p. 147-157, 2014.

MUKHOPADHYAY, N; RAY, A.K. The apparent total and nutrient digestibility of sal seed *Shorea robusta* meal in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. Aquaculture Research, West Bengal, n. 28, p.683-689, 1997.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC): Nutrient requirements of fish and camarão. *Aquacult Int* 20, 601–602 , 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requeriments of fishes. Washington: The national academy press, p. 392, 2011.

OLIVEIRA FILHO, Paulo Roberto Campagnoli de; FRACALOSSO, Débora Machado. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, n. 4, p. 1581-1587, 2006.

OTUKA, A. K., VACARI, A. M., MARTINS, M. I. E. G., & DE BORTOLI, S. A. Custo de produção de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) criado com diferentes presas. O Biológico, 2: 1-4, 2006.

PEIXEBR. Anuário Brasileiro da Piscicultura Peixes BR 2020. Associação Brasileira de Piscicultura, 2020.

PEIXEBR. Anuário Brasileiro da Piscicultura Peixes BR 2021. Associação Brasileira de Piscicultura, 2021.

PENG, Bo-Yu et al. Biodegradation of polyvinyl chloride (PVC) in *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) larvae. *Environment International*, v. 145, p. 106106, 2020.

PERDICES, Anabel et al. História evolutiva do gênero *Rhamdia* (Teleostei: Pimelodidae) na América Central. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 25, n. 1, pág. 172-189, 2002.

PIAIA, Rosamari; BALDISSEROTTO, Bernardo. Densidade de estocagem e crescimento de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824). *Ciência Rural*, v. 30, n. 3, p. 509-513, 2000.

PICCOLO, G. et al. Effect of *Tenebrio molitor* larvae meal on growth performance, in vivo nutrients digestibility, somatic and marketable indexes of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Animal feed science and technology*. v. 226, p. 9. 2017.

RUMPOLD, Birgit A.; SCHLÜTER, Oliver K. Composição nutricional e aspectos de segurança de insetos comestíveis. *Nutrição molecular e pesquisa de alimentos*, v. 57, n. 5, pág. 802-823, 2013.

SANKIAN, Zohreh et al. Efeitos da inclusão dietética de farinha de larva amarela (*Tenebrio molitor*) sobre o desempenho de crescimento, utilização de alimentos, composição corporal, índices bioquímicos plasmáticos, parâmetros imunológicos selecionados e atividades de enzimas antioxidantes de juvenis de tangerineira (*Siniperca scherzeri*). *Aquaculture*, v. 496, p. 79-87, 2018.

SCHLUTER, Oliver et al. Safety aspects of the production of foods and food ingredients from insects. *Molecular nutrition & food research*, v. 61, n. 6, p. 1600520, 2017.

Siemianowska, E., Kosewska, A., Aljewicz, M., Skibniewska, K. A., Polak-Juszczak, L., Jarocki, A., Jędras, M. Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as european novel food. *Agricultural Sciences*, 4, 287-291, 2013.

SILFVERGRIP, A.M.C. A sistemática revisão do neotropical catfish genus *Rhamdia* (Teleostei, Pimelodidae). Stockholm, Sweden, 1996. 156p. (PhD Thesis) - Department of Zoology, Stockholm University and Department of Vertebrate Zoology, Swedish Museum of Natural History, 1996.

SOUZA, M. L. R. et al. Estudo da carcaça do bagre africano (*Clarias gariepinus*) em diferentes categorias de peso. *Acta Scientiarum*, v. 21, n. 3, p. 637-644, 1999.

SPANG, B. Insects as food: assessing the food conversion efficiency of the mealworm (*Tenebrio Molitor*). Environmental study master thesis: The Evergreen State College. 2013.

TUBIN, Jiovani Sergio Bee et al. *Tenebrio molitor* meal in diets for Nile tilapia juveniles reared in biofloc system. *Aquaculture*, v. 519, p. 734763, 2020.

VELDKAMP, T.; VAN DUINKERKEN, G.; VAN HUIS, A.; LAKEMON, C. M. M. OTTEVANGER, E.; BOSCH, G.; VAN BOEKEL, M. A. J. S. Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets - a feasibility study. Wageningen UR Livestock Production, report 638, pp.1–48, 2012.

YI, L.; LAKEMON, C. M. M.; SAGIS, L. M. C.; EISNER-SCHADLER, V.; van HUIS, A.; van BOEKEL, M. A. J. S. Extraction and characterisation of protein fractions from five insect species. Food Chemistry, v. 141, p. 3341-3348, 2013.

YOO, J.; HWANG, J.-S.; GOO, T.-W.; YUN, E.-Y. Comparative analysis of nutritional and harmful components in Korean and Chinese mealworms (*Tenebrio molitor*). Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, v. 42, p. 249-254, 2013.

ZANUNCIO, J. C.; PEREIRA, F. F.; JACQUES, G. C.; TAVARES, M. T.; A. J.; SERRÃO. (*Tenebrio molitor*, Linnaeus) (Coleoptera: Tenebrionidae), a new alternative host to rear the pupae parasitoid (*Palmistichus elaeisis*, Delvare & Lasalle) (Hymenoptera: Eulophidae). The Coleopterists Bulletin, 62:64-66, 2008.