



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
UNIDADE ACADÊMICA DE BIOLOGIA E QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ADRIAN GUTEMBERG FARIAS DA SILVA

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE FARINHA DE
INSETOS UTILIZADOS NA PISCICULTURA

CUITÉ – PB

2023

ADRIAN GUTEMBERG FARIAS DA SILVA

**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE FARINHA DE
INSETOS UTILIZADOS NA PISCICULTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, da Unidade Acadêmica de Biologia e Química (UABQ), do Centro de Educação e Saúde (CES), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Marisa deOliveira Apolinário.

CUITÉ – PB

2023

S586p Silva, Adrian Gutemberg Farias da.

Produção e caracterização física e química de farinha de insetos utilizados na piscicultura. / Adrian Gutemberg Farias da Silva. - Cuité, 2023. 58 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2023.

"Orientação: Profa. Dra. Marisa de Oliveira Apolinário". Referências.

1. Piscicultura. 2. Peixes. 3. Farinha de insetos. 4. Peixes - farinha de insetos. 5. Ração - peixe - composição nutricional. 6. Ração aquícola. 7. Piscicultura - ração - farinha de insetos. I. Apolinário, Marisa de Oliveira. II. Título.

CDU 639.3(043)

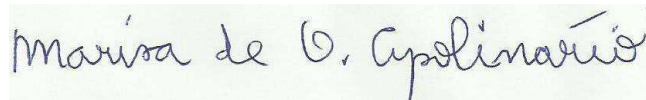
ADRIAN GUTEMBERG FARIAS DA SILVA

**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE FARINHA DE
INSETOS UTILIZADOS NA PISCICULTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, da Unidade Acadêmica de Biologia e Química (UABQ), do Centro de Educação e Saúde (CES), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Apresentada e aprovado em: 14 /06/ 2023

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Marisa de Oliveira Apolinário
(Orientadora – CES/UFCG)



Prof.^a Dr.^a Glageane da Silva Souza
(Membro titular – CES/UFCG)



Prof. Me. José Franscidavid Barbosa Belmino
(Membro titular – SEDUC/PMS-PB)

DEDICO,

Este trabalho à minha querida mãe Eliane
Targino de Farias (*In memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela saúde, força e orientação durante todo o processo.

Aos professores do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do CES/UFCG, meu muito obrigado por todo o conhecimento transmitido, pelo incentivo e apoio ao longo dessa jornada acadêmica.

À minha querida orientadora, Prof.^a Marisa de Oliveira Apolinário, agradeço imensamente por sua paciência, dedicação e expertise, que foram fundamentais para o sucesso deste trabalho. Sem sua ajuda, este trabalho não teria sido possível. Sempre me conduziu com muito carinho ao longo do meu percurso acadêmico. Seu apoio incondicional e suas palavras de conforto foram fundamentais para que eu pudesse seguir em frente e concluir este trabalho com sucesso. Muito obrigado por tudo.

Agradeço ao professor Fernando Kidelmar Dantas de Oliveira pela sua contribuição na revisão dos dados estatísticos da pesquisa. Sua competência, atenção e dedicação foram fundamentais para que os resultados fossem precisos e confiáveis.

Aos meus amigos, pela compreensão e incentivo em momentos difíceis, e pela companhia em momentos de descontração, agradeço de coração. Em especial a Eloísa de Araújo Lindolfo, Sebastiana Mirela Silva Barreto, Mickael Tomé de Souza, Giovanna Raphaella de Mattos da Silva e Peterson David Soares de Lima Medeiros, por toda ajuda em laboratório, nas análises estatísticas, fotografias e apoio.

À banca examinadora, pelos comentários e sugestões construtivas que foram essenciais para a melhoria do meu trabalho, agradeço profundamente.

À minha família, pelo amor incondicional, apoio e suporte, agradeço de todo o coração. Em especial ao meu companheiro de vida Ricardo Igor de Oliveira por segurar meu mundo todas as vezes que me vi sem chão, suas palavras de encorajamento foram uma força motriz para mim.

Gostaria de expressar minha gratidão a todos os servidores do Centro de Educação e Saúde (CES), por terem feito parte da minha trajetória acadêmica. Desde os profissionais que atuam na secretaria, salas de aula, limpeza,

biblioteca, laboratórios e demais setores.

Também meu profundo agradecimento pela disponibilidade e suporte na utilização de recursos importantes durante o desenvolvimento da minha pesquisa. Em especial, agradeço ao Laboratório de Estudos de Peixes e Aquicultura (LAPEAq/CES/UFCG), à Unidade de Beneficiamento de Pescado (CES/UFCG) e ao Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que possibilitou o desenvolvimento da minha pesquisa.

Enfim, agradeço à UFCG-CES por ter me proporcionado uma formação acadêmica sólida e completa, que com certeza fará a diferença em minha vida pessoal e profissional. Levarei comigo sempre o orgulho de ter feito parte desta instituição, que é referência em educação e desenvolvimento.

A todos, deixo os meus sinceros agradecimentos!

“A ignorância gera mais frequentemente confiança do que o conhecimento: são os que sabem pouco, e não aqueles que sabem muito, que afirmam de uma forma tão categórica que este ou aquele problema nunca será resolvido pela ciência”.

Charles Darwin

RESUMO

A grande demanda por ingredientes com alto teor proteico e menor custo de produção como alternativa para suprir a utilização de farinha de peixe nas formulações para rações aquícolas, faz com que novas fontes de proteína animal possam ser estudadas, entre elas a farinha de insetos. Os insetos têm sido considerados uma fonte promissora de nutrientes para organismos aquáticos, oferecendo uma alternativa aos alimentos convencionais escassos ou insustentáveis, que representam o maior custo na piscicultura, variando de 65% a 80% dos custos totais. Nesse contexto, a busca por ingredientes nutritivos e viáveis que possam reduzir o custo da ração sem comprometer o crescimento dos peixes tem sido objeto de diversas pesquisas. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo elaborar farinhas originadas de “quatro espécies de insetos”: Barata Cinérea, Barata de Madagascar, Grilo Preto e Larvas de Tenébrio, que tem se mostrado potenciais a serem utilizadas na formulação de rações para diferentes espécies de peixes, a partir do processo de desidratação. Os insetos foram adquiridos congelados em uma biofábrica em Recife-PE, devidamente registrada e que atende aos requisitos na criação de insetos destinados à alimentação humana. A produção das farinhas ocorreu no Laboratório de Estudos de Peixes e Aquicultura (LAPEAq) e na Unidade de Pescado (CES/UFCG), onde as farinhas foram produzidas. Os parâmetros observados nestes estudos foram: Matéria Seca (MS), Umidade, Matéria Mineral (MM), Proteína Bruta (PB) e Extrato Etéreo (EE), que foram analisadas no Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias da UFPB (CCA/UFPB). Quanto a Matéria Seca (MS) e Umidade não houve diferença significativa entre as farinhas estudadas, a Matéria Mineral (MM) e Proteína Bruta (PB), da Barata de Madagascar possui a maior quantidade em comparação com os outros insetos, o Extrato etéreo (EE) as Larvas de Tenebrio e da Barata da Cineréa possuem os maiores teores. Portanto, conclui-se que a utilização de insetos na nutrição em aquicultura se mostra viável e promissor em relação custo/benefício visando maior desenvolvimento zootécnico dos animais e à sustentabilidade da cadeia produtiva, com ênfase na piscicultura.

Palavras-chave: Rações. Farinha de Insetos. Composição nutricional.

ABSTRACT

The great demand for ingredients with high protein content and lower production cost as an alternative to supply the use of fish meal in aquaculture feed formulations, means that new sources of animal protein can be studied, including insect meal. Insects have been considered a promising source of nutrients for aquatic organisms, offering an alternative to scarce or unsustainable conventional foods, which represent the highest cost in fish farming, ranging from 65% to 80% of total costs. In this context, the search for nutritious and viable ingredients that can reduce the cost of the feed without compromising the growth of the fish has been the subject of several studies. In this sense, this work aims to elaborate flours originating from four species of insects: cinerea cockroach, Madagascar cockroach, black cricket and tenebrio larvae, which have shown potential to be used in the formulation of feeds for different species of fish, from the dehydration process. The insects were acquired frozen in a biofactory in Recife-PE, duly registered and that meets the requirements in the creation of insects intended for human consumption. The work was carried out at the Fish and Aquaculture Studies Laboratory (LAPEAq) and at the Fishing Unit (CES/UFCG), where the meals were produced. The parameters observed in these studies were: Dry matter (DM), Moisture, mineral matter (DM), Crude protein (CP) and Ethereal extract (EE), which were analyzed at the Food and Animal Nutrition Laboratory of the Center for Agricultural Sciences at UFPB (CCA/UFPB). As for Dry Matter (DM) and Humidity, there was no significant difference between the flours studied, Mineral Matter (MM) and Crude Protein (CP), Madagascar Cockroach has the highest amount compared to other insects, and Ethereal Extract (EE) the tenebrio larvae and the cineréa cockroach have the highest levels. Therefore, it is concluded that the use of insects in aquaculture nutrition is viable and promising in terms of cost/benefit, aiming at a greater zootechnical development of the animals and the sustainability of the production chain, with emphasis on fish farming.

Keywords: Rations. Insect flour. Nutritional composition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Barata Cinérea (<i>Nauphoeta cinerea</i>) adulta.....	27
Figura 2. Barata Gigante de Madagascar (<i>Gromphadorhina portentosa</i>) adulta.....	27
Figura 3. Grilo Preto (<i>Gryllus assimilis</i>) adulto	28
Figura 4. Larva de Tenébrio (<i>Tenebrio molitor</i>).....	28
Figura 5. Amostra de farinha de insetos da marca comercial <i>Cricket Powder</i> (Tailândia).....	29
Figura 6. Desidratador utilizado no processo de desidratação dos insetos	30
Figura 7. Insetos congelados na biofábrica para serem desidratados.....	30
Figura 8. Insetos no processo de desidratação para a elaboração das farinhas.....	31
Figura 9. Farinha de Barata Gigante de Madagascar adulta peneirada pronta para análise química	32
Figura 10. Farinhas de insetos utilizadas na pesquisa, devidamente ensacadas....	32
Figura 11. Equipamentos utilizados na realização das análises do teor de Umidade (A) e Proteína Bruta (B).....	35
Figura 12. Equipamento utilizado na realização da análise do teor de cinzas (4.2.3)	36
Figura 13. Países que se destacam pela produção e comercialização de insetos no mundo.....	38
Figura 14. Empresas que produzem e comercializam insetos no Brasil	38

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1. Espécies analisadas (100% da matéria seca)	40
Tabela 2. Médias, desvio padrão e coeficiente de variação referentes às análises bromatológicas realizadas na farinha de barata Cinérea Adulta	41
Tabela 3. Médias, desvio padrão e coeficiente de variação referentes às análises bromatológicas realizadas na farinha de Barata Gigante de Madagascar adulta	42
Tabela 4. Médias, desvio padrão e coeficiente de variação referentes às análises bromatológicas realizadas na farinha de Grilo Preto adulto	43
Tabela 5. Médias, desvio padrão e coeficiente de variação referentes às análises bromatológicas realizadas na farinha de larvas de Tenébrio	44
Tabela 6 – Análises bromatológicas da amostra de farinha de insetos da marca comercial <i>Cricket Power</i> (Tailândia)	45
Tabela 7 – Análises bromatológicas comparativas das farinhas de diferentes insetos, Barata cinérea adulta (<i>Nauphoeta cinerea</i>), Barata gigante de Madagascar adulta (<i>Gromphadorhina portentosa</i>), grilo preto adulto (<i>Gryllus assimilis</i>) e larvas de tenebrio (<i>Tenebrio molitor</i>)	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	17
2.1 Geral.....	17
2.2 Específicos	17
3. REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 A importância da aquicultura na produção de alimentos e o potencial da piscicultura.....	18
3.2 Aspectos da nutrição na aquicultura: a busca por fontes alternativas na produção de rações para a piscicultura.....	19
3.3 Insetos como alimento na aquicultura: potencialidades e valor nutricional	21
3.4 Produção de Insetos no Brasil	24
3.5 Produção de Insetos em outros países	25
4. MATERIAS E MÉTODOS.....	27
4.1 Os materiais.....	27
4.2 Os métodos.....	31
4.3 Análises das farinhas de insetos	33
4.2.1 Teor de umidade.....	33
4.2.2 Teor de proteína bruta	34
4.2.3 Teor de cinzas ou matéria mineral	34
4.2.4 Teor de lipídios ou extrato etéreo.....	35
4.2.5 Teor de matéria seca	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1 Países que se destacam na produção e comércio de insetos no mundo	37
5.2 Análises bromatológicas das farinhas de insetos produzidas	40
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
REFERÊNCIAS	48

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial é um fator que tem gerado preocupação em vários setores, principalmente em relação à demanda por alimentos (FUKASE e MARTINS, 2020). A previsão de crescimento populacional mundial, segundo as estimativas mais recentes da Organização das Nações (ONU), 2019 a população mundial em 2050 será de aproximadamente 9,7 bilhões de pessoas. Isso significa que serão mais pessoas necessitando de alimentos para suprir suas necessidades alimentares (HENCHION *et al.*, 2017), incluindo carnes, que são uma fonte proteica preferida pela maioria dos consumidores (GANDHI e ZHOU, 2014). Para atender à demanda crescente da população é preciso adotar práticas agrícolas e pecuárias sustentáveis, investir em tecnologias inovadoras que possam melhorar a produtividade, reduzir o desperdício e aumentar a eficiência na produção de alimentos.

A aquicultura, que consiste no cultivo de organismos aquáticos ou semi-aquáticos em espaços confinados e controlados, tem se destacado como um dos setores de produção animal que mais cresce em todo o mundo, especialmente a piscicultura, que tem apresentado taxas de crescimento médio anual de cerca de 5 % nos últimos dez anos, de acordo com relatório da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2020).

Ainda segundo a FAO (2022), a produção gerada pela aquicultura bateu em 2020 um recorde de 122,6 milhões de toneladas, incluindo 87,5 milhões de toneladas de animais aquáticos no valor de US\$ 264,8 bilhões e 35,1 milhões de toneladas de algas no valor de US\$ 16,5 bilhões. É importante notar que o crescimento constante da aquicultura é uma tendência que deve continuar nos próximos anos, e isso pode representar desafios significativos em termos de fornecimento de insumos e recursos naturais.

No Brasil, de acordo com o levantamento da Associação Brasileira de Piscicultura (Peixe BR), a produção brasileira de peixes cultiváveis chegou a 860.355 toneladas em 2022, o que equivale a um aumento de 2,3% em relação às 841.005 toneladas produzidas em 2021 (PEIXE BR, 2023). E esses números não param por aí, projeções da FAO (2020), preveem que a produção global de pescado

pela aquicultura atinja a marca de 204 milhões de toneladas até o ano de 2030. Esse número representa quase a metade do aumento observado na década anterior.

Como consequência desse aumento, espera-se que a produção da farinha de peixe, que é o principal insumo utilizado na formulação de rações para peixes, alcance a marca de 5,3 milhões de toneladas (FAO, 2018), que é geralmente adicionada nas dietas para melhorar a eficiência alimentar e o crescimento (BARROSO *et al.* 2014).

É considerável destacar que a farinha de peixes adicionada às rações aquícolas representa uma parcela significativa dos custos de produção, variando entre 65% a 80% dos custos totais, conforme apontado por Barone (2017). Esse altocusto tem um grande impacto nos sistemas de criação e na viabilidade econômica da atividade, e sua falta pode afetar qualidade da ração, que é um fator crítico que influenciam o desempenho e a saúde dos peixes cultivados. Nesse sentido, a larvicultura e a nutrição animal são áreas de grande relevância na aquicultura, buscando desenvolver técnicas e inovações que permitam a redução do uso de farinha de peixe e, conseqüentemente, a diminuição dos custos de produção.

Diante disso, é preciso produzir larvas de alta qualidade para os demais segmentos da cadeia produtiva, assim como é preciso fornecer uma alimentação balanceada em cada estágio de desenvolvimento para que eles atinjam sua plenitude e potencialidade.

Devido ao aumento da atividade da aquicultura e ao crescimento populacional global é necessário encontrar novas alternativas para se fornecer um alimento com alto teor de proteínas para a produção de pescados, visto que o valor nutricional influencia de forma direta na sua qualidade, e a farinha de peixe, não consegue alcançar essa velocidade de crescimento, indicando a necessidade de se encontrar uma alternativa sustentável que contenha um alto valor proteico. Acrescido ao fato de que a farinha de peixe é um produto seco obtido a partir da cocção e secagem de peixes inteiros ou de seus subprodutos, oriundos da pesca extrativa, que pode se tornar um recurso limitado (VASCONCELOS, 2019).

Nos últimos anos os pesquisadores buscam alimentos alternativos para substituir os ingredientes tradicionais que são utilizados na nutrição animal, sejam totais ou parcialmente, e as razões pela busca desses alimentos alternativos são inúmeras, com destaque para a flutuação de preços, sazonalidade da oferta, inconstância de qualidade e insustentabilidade. Nessa perspectiva, é necessário

entender quais características um alimento deve possuir para ser considerado adequado nas dietas animais. Se forem analisados os fatores nutricionais, socioeconômicos e mercadológicos, pode-se concluir que esse alimento deve ter baixo custo, estar prontamente disponível, ter alto valor nutricional, não ser contestado no mercado por outros fins e ser produzido de forma sustentável. No entanto, quando todos esses fatores são levados em consideração, as opções de ingredientes para nutrição animal tornam-se limitadas.

Mas como alternativa, os insetos surgem como um insumo animador para a dieta de peixes, visto que são uma fonte natural de alimento para uma variedade de espécies importantes da aquicultura, tornando-os um elemento futuro promissor na nutrição. Dessa forma, a adoção de alternativas para a implementação de um sistema sustentável é uma tendência mundial, e a utilização de rejeitos alimentares para cultivar insetos pode ser uma opção viável e sustentável na alimentação animal, como destacado por Christ-Ribeiro *et al.* (2017). Muitas espécies de insetos podem converter resíduos alimentares em ingredientes de alta qualidade para uso em formulações de ração animal, sendo boas fontes de aminoácidos, minerais e ácidos graxos (GASCO, BIANCAROSA e LILAND, 2020).

Nesse contexto, questões fundamentais e relevantes sobre os recursos finitos da Terra vêm sendo estudadas e debatidas ao longo do tempo, indicando que há um desejo por novas descobertas. Uma opção frente a esse desafio é utilizar os insetos como fonte nutricional, que, são os animais macroscópicos mais abundantes no planeta e representam 73% dentro da fauna total descrita (SANTOS, 2021). Além de que historicamente, se fez presente em muitas culturas de todo o mundo, fazendo os insetos como parte da dieta humana, a então chamada entomofagia. De acordo com estimativas recentes, aproximadamente 2.111 espécies de insetos são consumidas em cerca de 140 países (JONGEMA, 2017), esse hábito alimentar é documentado em todo o mundo: na Ásia, Austrália, África e nas Américas (GONÇALVES, CHAVEZ e JORGE, 2022).

De acordo com Jongema (2017), 92% das espécies conhecidas de insetos comestíveis são colhidas na natureza, 6% são semi-domesticadas e 2% são cultivadas. Existem algumas exceções envolvendo insetos que são criados principalmente para fins de obtenção de produtos de valor comercial, como seda e mel (FAO, 2013; JONGEMA, 2017) Recentemente, existem algumas outras espécies de insetos que foram cultivadas intensivamente; por exemplo, a produção

industrializada de grilos domésticos (*Acheta domesticus*) nos Estados Unidos da América principalmente para uso em alimentos para animais de estimação e como isca de pesca (MORALES *et al.* 2020).

Com o aumento populacional global existem preocupações quanto a segurança alimentar, o qual tem impulsionado a exploração de várias fontes alternativas de alimentos para humanos (insetos, fungos, carne cultivada, micro e macro algas) e rações para animais (insetos, correntes secundárias de alimentos, subprodutos de biocombustíveis) que são nutricionalmente saudáveis e podem ser obtidos de forma sustentável (PARODI *et al.*, 2018; FAO e OMS, 2019), essas soluções têm o potencial de fornecer recursos para a escassez de alimentos e para os desafios ambientais associados à produção de alimentos convencionais. Na natureza, os insetos já fazem parte da alimentação de peixes, por isso seu uso em dietas para aquicultura é encorajado (SANTOS, 2021). E estão emergindo rapidamente como um grupo viável de alimentos e rações, com a produção em massa ganhando popularidade globalmente (FAO, 2021). Isso pode ser atribuído ao valor nutricional significativo dos insetos, bem como aos benefícios ambientais e melhorias nos meios de subsistência associados à criação de insetos (FAO, 2013; DOBERMANN, SWIFT e FIELD, 2017).

Atualmente, ainda são escassas as informações a respeito da caracterização da farinha de alguns insetos que são consumidos e introduzidos nas rações aquícolas. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo produzir farinha de insetos utilizando quatro espécies diferentes: Barata Cinérea (*Nauphoeta cinerea*) adulta, Barata Gigante de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) adulta, Grilo Preto (*Gryllus assimilis*) adulto e Larvas de Tenébrio (*Tenebrio molitor*), utilizando o processo de secagem dos insetos por um desidratador, tendo em vista que não foram observados dados na literatura comparando a produção de farinha destes insetos neste tratamento térmico. Os resultados podem fornecer informações valiosas para aprimorar a produção de farinhas de insetos e incentivar seu uso na alimentação animal, preenchendo lacunas em relação à caracterização das farinhas produzidas a partir desses insetos.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

- Produzir e caracterizar farinha de insetos utilizando as espécies: Larvas de Tenébrio (*Tenebrio molitor*), Barata Cinérea adulta (*Nauphoeta cinerea*), Barata Gigante de Madagascar adulta (*Gromphadorhina portentosa*) e Grilo Preto adulto (*Gryllus assimilis*) submetida ao tratamento térmico de estufa de circulação de ar, fomentando sua utilização em rações para a piscicultura.

2.2 Específicos

- Realizar um levantamento das empresas que produzem e comercializam insetos no mundo e no Brasil;
- Avaliar as alterações físicas e químicas durante o processo de fabricação da farinha de insetos no tratamento térmico realizado;
- Analisar a composição bromatológica da farinha de insetos produzida através da comparação entre as quatro espécies de insetos utilizadas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A importância da aquicultura na produção de alimentos e o potencial da piscicultura

A aquicultura é uma atividade importante na produção de alimentos para uma população mundial, e a nutrição é um fator chave para garantir a saúde e o crescimento dos peixes cultivados. Ela consiste em um sistema de produção de organismo aquáticos, tais como peixes, crustáceos, moluscos e plantas aquáticas, sendo realizado tanto em água doce como salgadas (MACHADO, 2019), e envolve a criação desses organismos em ambientes controlados, como tanques, lagos ou jaulas. É o setor tecnológico de produção de proteína animal que mais cresceu nos últimos anos, superando outros sistemas de criação (FAO, 2016). Uma vez que, no ambiente controlado permite um maior controle sobre as condições ambientais, alimentação e saúde dos animais, o que pode resultar em uma maior produtividade e eficiência na produção de alimentos. É necessário sublinhar a importância de aquicultura na garantia da segurança alimentar global à luz de sua capacidade para produzir alimentos saudáveis em escala mundial de forma competitiva e maneira sustentável (SIQUEIRA, 2017).

A piscicultura, ramo da aquicultura que tem a finalidade a criação de peixes para produção comercial, é o setor principal de produção, representou em 2018 um total de 82,1 milhões de toneladas, o que equivale a 46% da produção global (SEAFOOD, 2020). A piscicultura também pode ser uma alternativa sustentável à pesca marinha, que tem sido afetada pela sobrepesca e pela degradação dos ecossistemas marinhos. A produção de peixes de cultivo pode reduzir a pressão sobre as populações de peixes selvagens e contribuir para a conservação dos ecossistemas aquáticos.

Entre os principais produtores de peixes, o Brasil aparece no 13^o no ranking mundial, logo atrás das Filipinas e Japão (SEAFOOD, 2020). A Ásia lidera a produção com 89% do total global em termos de volume nos últimos 20 anos. A China é o maior produtor mundial de peixes, com uma produção de mais de 40 milhões de toneladas em 2018, seguida pela Indonésia, Índia, Vietnã e Bangladesh (FAO, 2020). De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2020) apesar do Brasil não estar entre os maiores produtores de peixes do

mundo, possui um grande potencial para o desenvolvimento da piscicultura, devido à sua extensa costa e abundância de recursos hídricos. E uma diversa variedade de peixes nativos têm se destacado como potenciais espécies para a aquicultura, tanto no Brasil quanto no mundo.

3.2 Aspectos da nutrição na aquicultura: a busca por fontes alternativas na produção de rações para a piscicultura

Com o desenvolvimento da aquicultura como atividade industrial e a sua intensificação, houve um aumento da busca por ingredientes de alta qualidade para utilização na formulação e processamento de dietas, visto que, os alimentos são as fontes básicas de nutrientes necessários para o desenvolvimento dos animais, principalmente no caso dos peixes, dietas que atendam às diferentes fases de vidas (ALMEIDA *et al.*, 2014) Alguns estudos recentes destacam a importância de ingredientes de alta qualidade na formulação de dietas balanceadas e eficientes para diferentes fases de vida dos peixes (STOCKHAUSEN *et al.*, 2019). Dado que, o alimento exerce influência direta sobre o desempenho e sobrevivência dos peixes, portanto, caso ocorra uma deficiência durante o seu desempenho, pode causar alta taxa de mortalidade, retardo de crescimento ou baixo desempenho reprodutivo, com possíveis consequências na prole (BRUNO *et al.*, 2016). Ainda segundo Bruno *et al.* (2016), a seleção de ingredientes e a formulação de dietas devem levar em consideração a espécie, tamanho, idade e ambiente de cultivo dos peixes, bem como fatores econômicos e ambientais.

Conforme enfatizado por Rodrigues, Bergamin e Santos (2013) em sua pesquisa sobre o manejo alimentar na piscicultura, a proporção de proteína bruta nos alimentos varia de acordo com as fases de desenvolvimento dos peixes. Para a larvicultura e alevinagem, recomenda-se uma concentração de proteína bruta entre 55% e 40%. Na fase de recria, esse valor deve ser reduzido para 40% a 32%. Para a fase de engorda, a concentração de proteína bruta recomendada é de 32% a 28%, e, por fim, para a reprodução, é indicado um valor entre 32% e 24%.

Como componente mais caro na produção da maioria dos cultivos é a ração, equivalendo a cerca de 70% dos custos com a produção, a farinha de peixe é o ingrediente proteico mais utilizados na produção de rações aquícolas na aquicultura.

E constitui-se um componente essencial para a formulação de dietas principalmente de para espécies carnívoras, piscívoras e peixes marinho (MILLES *et al.*, 2016). A farinha de peixe de alta qualidade apresenta composição completa de aminoácidos indispensáveis, fosfolipídios e ácidos graxos para uma boa reprodução e pleno desenvolvimento, especialmente de larvas (MILLES *et al.*, 2016).

No entanto, a farinha de peixe também é um recurso finito e sua disponibilidade pode ser limitada, gerando preocupações sobre a sustentabilidade ambiental. O uso crescente de farinha de peixe na aquicultura levanta questões sobre a sustentabilidade da pesca que a produz. A farinha de peixe é uma fonte finita e altamente competitiva de proteína e gordura, e seu uso pode contribuir para o esgotamento dos estoques de peixes selvagens e para a degradação do meio ambiente (TACON; HASAN; METIAN, 2009). Ela é um produto do processamento de rejeitos pesqueiros sem valor comercial ou resíduos de filetagem, sendo a maior parte obtida da pesca extrativista (FAO, 2016).

Várias espécies marinhas são usadas para produzir farinha e óleo de peixe, no entanto, nos últimos anos, houve uma estabilização do número de organismos capturados, devido a fatores como o desequilíbrio trófico nos mares devido a sobrepesca (FAO, 2016). Sendo a piscicultura uma alternativa sustentável à pesca marinha, que tem sido afetada pela sobrepesca e pela degradação dos ecossistemas. Além disso, a competição pelas fábricas de rações para outros animais tem aumentado o custo da farinha de peixe, restringindo o uso dessa matéria-prima na aquicultura por ser uma proteína cara (FAO, 2016), e o aumentada demanda por alimentos de origem animal em geral, também contribuiu para o aumento do preço da farinha. No entanto, a substituição total da farinha de peixe é um desafio, já que ela é uma fonte de proteína de alta qualidade, rica em aminoácidos essenciais para o crescimento e desenvolvimento dos animais.

3.3 Insetos como alimento na aquicultura: potencialidades e valor nutricional

À medida que a disponibilidade de farinha de peixe como fonte proteica nas fórmulas diminui, fábricas de rações e institutos de pesquisas estão sendo incentivados a buscar outras fontes de proteína para substituí-la parcial ou total, uma das alternativas para garantir a eficiência e sustentabilidade dessa atividade é o uso de insetos como alimento para peixes cultivados.

Segundo Van Huis (2013) os insetos podem ser utilizados como fonte alternativa para alimentação de animais de produção por apresentarem vantagens como: elevado teor de proteína e ácidos graxos essenciais, minerais e fibras, alta taxa de crescimento, baixa conversão alimentar rápida reprodução, ciclo de vida curto e produção com baixo impacto ambiental, isso porque, os insetos constituem parte da alimentação natural de diversas espécies de importância para a aquicultura, como tilápia, tambaqui, truta, carpa, pirarucu, matrinxã, rãs, dentre outras (COSTA, 2019). Além disso, a produção de insetos como alimento animal apresenta outras vantagens, como a utilização de resíduos orgânicos como substratos para a criação, o que pode reduzir os custos de produção e ajudar a resolver problemas de gestão de resíduos.

A produção de insetos consome menos recursos naturais, como terra, água e energia, em comparação com a produção de outras fontes de proteína animal, como carne bovina e suína (NASCIMENTO *et al.*, 2020). Sendo, os insetos encontrados em grande abundância na natureza e atualmente são documentadas mais de 2.000 espécies exploradas para alimentação (EFSA, 2015), o que indica que há uma grande variedade de fontes potenciais de proteína disponíveis e outros milhares a serem descobertas.

Embora os estudos com insetos para a alimentação animal tenham iniciado há cerca de 40 anos, apenas no começo do ano 2000 é que começaram a receber maior atenção na área de aquicultura (SANCHEZ-MUROS *et al.*, 2014). Neste sentido a introdução de insetos em dietas alimentares para expansão sustentável da nutrição aquícola pode ser uma alternativa viável para atender à crescente demanda por proteína animal.

Alguns autores destacam a importância dos insetos como fonte de proteína alternativa e sustentável podendo ser utilizados em animais de cultivos (DICKE; VAN HUIS, 2014). Para Rumpold e Schluter (2013), a utilização de insetos tem vantagens

como: facilidade de reprodução, grande variedade de espécies com aproveitamento dos diferentes estágios de desenvolvimento corpóreo. Muitas espécies têm uma alta taxa de crescimento, o que significa que podem ser criadas e reproduzidas em larga escala com relativa facilidade e baixo custo, isso torna o uso de insetos uma opção viável para a produção de alimentos e outros produtos em uma grande escala.

A criação de insetos para fins comerciais pode ser uma alternativa ambientalmente correta, isso porque os insetos consomem menos recursos naturais e emitem menos gases de efeito estufa do que espécies animais tradicionais, como o gado e aves, uma outra vantagem disso, é que os resíduos produzidos pelos insetos podem ser usados como fertilizantes naturais, reduzindo o efeito ambiental da produção, tendo o aproveitando integral deste animais. E seus valores de proteína bruta podem alcançar 77,13% segundo Rumpold e Schluter (2013) e gordura 58,6 (SÁNCHEZ-MUROS *et al.*, 2014). Além disso, os insetos possuem a capacidade de sintetizar peptídeos antimicrobianos, que podem ajudar a proteger os animais contra bactérias, fungos, parasitas e vírus (JÓZEFIAK e ENGBERG, 2017).

Em geral, dependendo do estágio de desenvolvimento do peixe e as espécies específicas, receitas para peixes de cultivo normalmente contêm entre 20% e 60% de proteína. De acordo com a Meyer, Fraacalossi e Barba (2010), é importante ressaltar que a formulação da ração deve levar em consideração não apenas a quantidade de proteína, mas também outros nutrientes, que auxiliem na concentração energética. A composição da ração deve ser balanceada para atender às necessidades nutricionais dos peixes, com base em suas espécies e estágios de desenvolvimento, bem como nas condições de cultivo.

A ração para a Tilápia deve conter cerca de 30% de proteína (SHIAU,1995), enquanto a ração para a Pacu deve ter a exigência mínima de 27% de proteína (BICUDO, 2008), dependendo do tamanho e da fase de desenvolvimento, a Truta 42 a 48% (NRC, 1993) e o Tucunaré 41% de proteína (SAMPAIO, 1998).

Apesar da grande diversidade de espécies, apenas algumas têm sido utilizadas como ingrediente alternativo na nutrição de peixes, sendo usados principalmente na forma de farinha, normalmente desidratados e moídos (VAN HUIS *et al.* 2013). Essas farinhas de insetos é o elemento substituto na nutrição de peixes, e seu processo começa na criação desses animais em instalações que atendam todas as suas exigências, antes de serem recolhidos e preparados para a segregação, os insetos são alimentados com uma dieta específica para garantir que

eles sejam saudáveis e nutricionalmente equilibrado. Quando a secagem, diversos podem ser os processos, deste de ao sol, como estufa, desidratador, forno micro-ondas ou liofilização. Durante o procedimento, a água é retirada dos insetos, o que auxilia na preservação dos nutrientes e na redução da atividade microbológica. Após a secagem, os insetos são moídos até chegar na textura de farinha, que é então peneirada para garantir uma textura uniforme, a farinha de insetos resultante é embalada e pode ser armazenada por longos períodos de tempo.

Diferentes estágios e espécies são usados, tais como: Tenébrio (*Tenebrio molitor*), Mosca-soldado Negro (*Hermetia illucens*), Mosca Doméstica (*Musca domestica*), Gafanhotos (*Zonocerus variegatus*), Grilos (*Gryllus bimaculatus*) e Bicho da Seda (*Bombyx mori*). Nesses estudos, a composição nutricional variou de 43,20 - 67,90% (Proteína bruta) e 6,87 – 28,60% (Extrato etéreo), com maiores valores de proteína para farinha de pupa hidrolisada do Bicho-da-seda (XU *et al.*, 2018) e de gordura na farinha de larva do *T. molitor*. Outra questão é o exoesqueleto dos insetos constituído parcialmente de quitina, que segundo estudos, proporcionou floraintestinal mais saudável e diversa em truta arco-íris alimentadas com dieta contendo 30% de farinha de pré-pupa e larvas de Mosca-soldado Negra (HUYBEN *et al.* 2019). Os insetos mais consumidos para alimentação animal pertencem às ordens Coleoptera (31%), Lepidoptera (18%), Hymenoptera (14%), Orthoptera (13%), Hemiptera (10%), Isoptera (3%), Odonata (3%), Diptera (2%) e outras ordens (5%) (STAMER, 2015).

Alguns estudos apontam os percentuais da utilização de insetos em substituição às farinhas tradicionais e seu desempenho no cultivo de peixes (SANTOS, 2021). Lira (2015), estudando a introdução de até 30% de farinha de larvas de Tenébrio na alimentação de Tambaquis juvenis, não constatou influência na digestibilidade dos nutrientes e no desempenho, evidenciando seu potencial para compor dietas desses peixes.

Ezewudo *et al.* (2015) observaram que a substituição de 50-60% da farinha de peixe por farinha de larvas de Mosca (*Musca domestica*) na alimentação de alevinos de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) proporcionou crescimento e desempenho satisfatórios. Tubin (2019) fornecendo farinhas de larvas de Tenébrio e de Barata Cinérea em dietas de Tilápias, cultivadas em sistema bioflocos, nos níveis de inclusão de 0, 5, 10, 15 e 20%, recomendou que o uso da farinha de Tenébrio na fase de berçário em tilápias, no máximo de 10% sem afetar seu desempenho

zootécnico. Já a farinha de Barata Cinérea, não afetou a conversão alimentar, sobrevivência e produtividade. Fontes *et al.* (2019) estudaram a digestibilidade aparente dos nutrientes e do coeficiente de energia de farinhas de insetos em duas espécies de baratas *Nauphoeta cinerea* e *Gromphadorhina portentosa*, uma espécie de grilo (*Gryllus assimilis*) e duas espécies de Tenébrios (*Zophobas morio* e *Tenebrio molitor*) para alevinos de Tilápia, observaram que as farinhas de *Tenebrio molitor* e *Zophobas morio* apresentaram a boa digestibilidade.

Já Belghit *et al.* (2019) forneceram farinha de larva de Mosca-soldado com níveis de inclusão de 0, 5, 10 e 15% nas rações para Salmão em substituição à farinha de peixe e identificaram que não houve efeitos no peso final.

3.4 Produção de Insetos no Brasil

No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) carece de regulamentação específica sobre a criação de insetos. Apesar de algumas espécies de insetos alimentícios (mosca-soldado negra, tenébrio comum, tenébrio gigante, barata cinérea e grilo preto) constarem no Sistema Integrado de Produtos e Estabelecimentos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) com status ativo para a alimentação de animais não ruminantes. Isso pode trazer dificuldades para a produção e comercialização de ração animal à base de insetos, uma vez que há falta de diretrizes claras para a indústria e para os consumidores (NASCIMENTO, 2020). No entanto, a tendência mundial indica que regulamentações específicas possam surgir em breve.

O MAPA é o órgão responsável pela fiscalização da fabricação de ração para animais no Brasil, conforme os decretos 7.045/2009 e 6.296/2007, bem como a lei 6.198/1974. Embora as legislações não tratem especificamente do uso de aditivos na ração, a Instrução Normativa (IN) nº 13 de 2004 apresenta algumas considerações sobre o assunto. Na seção 3 da IN, que trata dos princípios gerais para o registro de nova fórmula de ração, é mencionada a necessidade de estudos científicos para avaliar os riscos à saúde animal decorrentes do uso de aditivos (BRASIL, 2004). A atualização da IN nº 13/2004, a IN 44/2015 do MAPA, também aborda o uso de aditivos na fabricação de ração, sem mencionar especificamente o uso de insetos. No entanto, o item 2.1 da IN 44/2015 apresenta considerações que

podem ser aplicadas a insetos, uma vez que esses organismos possuem valor nutritivo significativo para a alimentação animal. (BRASIL, 2015).

Embora não haja regulamentações específicas no Brasil sobre o uso de insetos como alimento, é aconselhável observar estudos e orientações de órgãos reguladores internacionais (NASCIMENTO, 2020). A FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), diante dessas dificuldades, considera que a produção de ração animal pode ser um dos impulsionadores da criação de regulamentações específicas para a área (FAO, 2013, 2017). Nascimento (2020) destaca que é importante que o assunto seja amplamente discutido em diversos meios de comunicação e haja formalização por parte dos órgãos reguladores brasileiros.

3.5 Produção de Insetos em outros países

Na União Europeia (UE) a avaliação dos riscos da utilização de insetos na alimentação animal é incumbida à Autoridade de Segurança Alimentar Europeia (EFSA) dentro dos limites da UE (EFSA, 2015; FINKE *et al.*, 2015; PARLAMENTO EUROPEU, 2002). A EFSA estabeleceu um conjunto de insetos permitidos para a alimentação animal, que devem ser criados dentro de parâmetros pré-definidos (COMISSÃO EUROPEIA, 2017).

O Regulamento 2017/1017 da Comissão Europeia estabelece que a utilização de insetos na alimentação animal é permitida desde que considerados seguros e não apresentem riscos patogênicos (COMISSÃO EUROPEIA, 2017). Atualmente, as espécies de insetos permitidas são Grilos (*Acheta domesticus*, *Gryllodes sigillatus*, *Gryllus assimilis*), Tenébrio comum (*Tenebrio molitor*), larva do Cascudinho (*Alphitobius diaperinus*), Mosca-soldado Negra (*Hermetia illucens*) e Mosca Doméstica (*Musca domestica*) (COMISSÃO EUROPEIA, 2017; SOGARI *et al.*, 2019).

Na China, as regulações são conduzidas pela Administrative Measures for Feed and Feed Additives (LÄHTEENMÄKI-UUTELA *et al.*, 2017). E é necessária uma autorização governamental para o uso de aditivos na alimentação animal. Após a aprovação, esses materiais passam a integrar o Catálogo de Materiais para Rações (FMC), e ficam sujeitos ao Departamento Administrativo Agrícola (Agricultural Administrative Department) que é a entidade que tem a subordinação

de todos os órgãos responsáveis pela autorização de aditivos a serem inseridos na alimentação animal (BYRNE, 2018; LÄHTEENMÄKI-UUTELA *et al.*, 2017).

Embora em países asiáticos sejam comum a prática de entomofagia, e produtos à base de insetos sendo encontrados facilmente em mercados locais. As coreias, Sul e Norte possuem abordagens diferentes em relação ao uso de insetos na alimentação animal (NASCIMENTO, 2020). Segundo Nascimento (2020) ambos os países são governados por seus próprios ministérios da agricultura, no entanto, a República da Coreia do Norte carece de regulamentos específicos sobre o uso de insetos na produção de ração animal. O órgão responsável pela análise de perigos e pontos críticos de controle tem recebido solicitações para desenvolver regulamentações nesse sentido. Na República da Coreia, a proteína de inseto é classificada como de origem animal, mas a legislação proíbe o uso desse tipo de proteína na alimentação animal, tornando a produção de ração com esse material ilegal (JO; LEE, 2016).

A Autoridade Australiana de Pesticidas e Medicina Veterinária (APVMA) regula e controla os materiais usados na fabricação de rações na Austrália. Para ser usado estes materiais devem ser registados numa organização antes de poderem ser utilizados. No entanto, suplementos que fazem parte da dieta normal de um animal não exigem um registro específico (LÄHTEENMÄKI-UUTELA *et al.*, 2017).

E nos Estados a Administração Federal de Alimentos e Medicamentos (FDA) é a responsável pelo controle e regulamentação da fabricação de rações. Para auxiliar na regulamentação, existe a Associação de Oficiais de Controle de Rações Americanas (AAFCO). Todos os aditivos utilizados na fabricação de ração, de forma direta ou indireta, precisam estar de acordo com a lei de Aditivos Alimentares americana § 348. A AAFCO compõe uma lista de aditivos permitidos na fabricação de ração, na qual a Mosca-soldado Negra é o único inseto permitido e apenas para a aquicultura (LÄHTEENMÄKI-UUTELA *et al.*, 2017; LII, 2018; SOGARI *et al.*, 2019).

Quanto ao México, já se tem uma tradição de consumo humano de insetos e muitos habitantes consomem esses alimentos regularmente (NASCIMENTO, 2020). Por outro lado, não existem regulamentações específicas para a utilização de insetos na fabricação de ração animal no país, o que significa que nenhum registro é exigido para o uso de insetos na ração. As legislações gerais de segurança alimentar animal, juntamente com a Lei Federal de Sanidade Animal e o

Regulamento de Sanidade Animal, são aplicadas para evitar riscos (LÄHTEENMÄKI-UUTELA *et al.*, 2017; MEXICO, 2016, 2018).

4. MATERIAS E MÉTODOS

4.1 Os materiais

Inicialmente, a produção das farinhas de insetos foi realizada no Laboratório de Estudos de Peixes e Aquicultura (LAPEAq) e na Unidade de Beneficiamento de Pescado, ambos localizados no Centro de Educação e Saúde (CES/UFCG). Foram utilizadas quatro espécies de insetos: Barata Cinérea (*Nauphoeta cinerea*) adulta (Figura 1), Barata Gigante de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) adulta (Figura 2), grilo adulto (*Gryllus assimilis*) adulto (Figura 3) e larvas de tenébrio (*Tenebrio molitor*) (Figura 4).

Figura 01. Barata cinérea adulta (*Nauphoeta cinerea*).



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Figura 02. Barata Gigante de Madagáscar adulta (*Gromphadorhina portentosa*).



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Figura 03. Grilo preto (*Gryllus assim*).



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Figura 04. Larva de Tenébrio (*Tenebrio molitor*).



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Para a produção das farinhas, os insetos foram adquiridos desidratados em uma biofábrica localizada em Recife-PE, devidamente registrada e que atende aos requisitos na criação de insetos destinados à alimentação animal, também foi adquirida a farinha de inseto da marca *Cricket Powder* (Tailândia) à base de grilos *Gryllus assimilis* para fins de comparação (Figura 05).

A inclusão dessa amostra permitiu a avaliação de diferentes características e propriedades nutricionais entre as farinhas de insetos obtidas na pesquisa e aquelas provenientes de fornecedores internacionais. Essa abordagem comparativa contribuiu para uma análise mais abrangente e fornecer resultados relevantes para o desenvolvimento de futuros produtos e formulações baseadas em insetos, a farinha comercial também passou por análises bromatológicas da mesma forma que as produzidas no estudo.

Figura 05. Amostra de farinha de insetos da marca comercial *Cricket Powder* (Tailândia).



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O processo de desidratação dos insetos consiste em remover a umidade, tornando-os mais estáveis e com maior tempo de conservação. Na biofábrica onde os insetos foram adquiridos, o processo de desidratação foi realizado utilizando um desidratador da marca Pardal (Figura 6), que funciona com o aquecimento dos insetos a uma temperatura específica. No caso de grilos, tenébrios e barata cinérea, o processo de desidratação foi realizado durante 24 horas a 60° C. Já a barata de Madagascar foi desidratada por 48 horas com a mesma temperatura.

Figura 06. Desidratador utilizado no processo de desidratação dos insetos.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A técnica de desidratação a uma temperatura específica é importante para garantir que os insetos sejam desidratados sem que haja degradação de seus nutrientes ou alteração em sua qualidade. Uma temperatura muito alta pode levar à desnaturação de proteínas e à degradação de nutrientes, enquanto uma temperatura muito baixa pode levar a uma desidratação incompleta.

Figura 07. Insetos congelados na biofábrica para serem desidratados.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Figura 08. Insetos no processo de desidratação para a elaboração das farinhas.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

4.2 Os métodos

Os insetos desidratados provenientes da biofábrica foram triturados em um liquidificador marca Arno Power Mix Plus 550 W, por 20 minutos até o ponto de farinha (Figura 9). Em seguida foram peneirados para a obtenção de grãos menores e retirada das partes indesejáveis (asas, tórax, outros resíduos). Na sequência as farinhas foram ensacadas (Figura 10), identificadas e armazenadas no freezer, sendo retirada amostras das farinhas para a realização das análises físicas e químicas.

Figura 9. Farinha de Barata Gigante de Madagáscar adulta peneirada pronta para análise química.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Figura 10. Farinhas de insetos utilizadas na pesquisa, devidamente ensacadas.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Também foi realizado um levantamento bibliográfico abrangente e minucioso sobre as empresas que produzem e comercializam insetos em todo o mundo. Para a pesquisa foi utilizada a plataforma *Web of Science*, como fonte primária de informações, além de dados disponíveis sobre as empresas na internet. Essa busca ajudou a identificar as principais empresas, bem como as tendências e inovações que são ofertadas pelo mercado, como alimentação humana e animal.

4.3 Análises das farinhas de insetos

Inicialmente as amostras de farinhas de insetos (Figura 9) foram submetidas as análises físicas e químicas no Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), campus de Areia. As análises foram realizadas de acordo com as metodologias descritas pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990) para as análises de umidade, proteína, cinzas, matéria mineral e extrato etéreo. Além disso, foi utilizado o fator de conversão recomendado pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) para a conversão do teor de nitrogênio em proteína, que foi de 6,25. As amostras foram analisadas em duplicatas e os resultados foram expressos com base na matéria úmida, por garantir maior precisão dos resultados.

Esse tipo de análise busca conhecer a composição nutricional dos alimentos. Na formulação de dietas animais é essencial para garantir a inclusão adequada de nutrientes, evitando deficiências ou excessos.

4.2.1 Teor de umidade

Para a experiência do teor de umidade, seguiu-se o método recomendado pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), que consistiu em pesar uma amostra da farinha de inseto em um recipiente com aproximados 2g da amostra e levá-la a uma estufa com circulação de ar a 105 °C por 24 horas. Após esse período, o recipiente é retirado da estufa, deixado em dessecador e pesado novamente. O teor de umidade é calculado pela diferença entre o peso inicial da amostra e o peso final, dividido pelo peso inicial e multiplicado por 100, uma vez que todo e qualquer alimento em sua composição à presença de água, seja muito abundante ou pouco

abundante, e perde água quando a amostra utilizada perde peso devido ao uso do calor (IAL, 2008). As análises foram realizadas em duplicatas.

O teor de umidade das amostras foi calculado pela equação:

$$TU = (\%) = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100$$

Sendo:

m_i = Massa inicial da amostra (g);

m_f = Massa da amostra seca (g);

TU= Teor de umidade.

4.2.2 Teor de proteína bruta

A determinação de proteína bruta foi feita através do método recomendado pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL,2008). O método recomendado para a aquisição de proteína bruta (PB) é o método de Kjeldahl, que envolve a digestão ácida da amostra, seguido de uma destilação, para então ocorrer à titulação. Para converter o teor de proteína, é aplicado um fator de conversão de 6,25.

4.2.3 Teor de cinzas ou matéria mineral

O teor de cinzas foi determinado pelo método de calcinação em mufla, seguindo o método recomendado pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), onde a amostra de farinha de insetos foi colocada em um cadinho previamente pesado e levada a uma mufla a 550-600°C por um período de 4 horas. Após esse tempo, o cadinho foi retirado da mufla e deixado em uma dessecadora até atingir a temperatura ambiente. Em seguida, o cadinho foi pesado novamente e a diferença de peso correspondeu ao teor de cinzas da amostra e o teor de matéria mineral presente na amostra. É importante lembrar que as análises devem ser realizadas em duplicata para garantir a precisão dos resultados.

O teor de cinzas nas amostras foi calculado pela equação:

$$\text{TCz (\%)} = \frac{mf}{mi} \times 100$$

Sendo:

mf = Massa da amostra incinerada (g);

mi = Massa inicial da amostra úmida (g);

TCz = Teor de cinzas.

4.2.4 Teor de lipídios ou extrato etéreo

A força do teor de lipídios em alimentos é geralmente realizada por meio da ingestão de solventes. No caso da análise das farinhas de insetos, foi utilizado o método da Associação de Químicos Oficiais Analíticos (AOAC) (1990), que envolve uma mistura de clorofórmio e etanol como solventes. Inicialmente, uma amostra de farinha de insetos é colocada em um béquer e, em seguida, adiciona-se a mistura de clorofórmio e etanol. A mistura é então mantida e deixada em repouso para que os lipídios sejam extraídos. Após a ingestão, a solução é filtrada em um funil de separação, onde é fornecida uma solução salina para separar a fase lipídica da fase aquosa. A fase lipídica é então removida e colocada em um cadinho pré-pesado e, em seguida, levada para secar em uma estufa. Após a secagem, o cadinho é pesado novamente e a diferença entre os valores é usada para determinar o teor de lipídios na amostra.

4.2.5 Teor de matéria seca

O teor de matéria seca é uma medida da quantidade de sólidos contidos em uma amostra após a remoção da água, utilizando o método recomendado pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Figura 11. Equipamentos utilizados na realização das análises do teor de Umidade (A) e Proteína Bruta (B).



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Figura 12. Equipamento utilizado para a realização das análises do teor de cinzas.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Países que se destacam na produção e comércio de insetos no mundo.

Foram encontradas referências para 13 países incluindo o Brasil, que se destacam na produção e comercialização de insetos no mundo, segundo dados dos trabalhos de Costa (2019); EFSA Journal (2015); Babilon e Ferrari (2022); Vasconcelos (2019) e redes sociais das empresas pesquisadas. Os países que mais se destacam na produção de larvas de mosca soldado negra na forma de farinha e óleo utilizada na alimentação animal são África do Sul (Agri Protein), Canadá (Enterra Feed), Chile (Napro), Estados Unidos (Enviroflight), Holanda (Protix), Portugal (Entogreen) e Vietnam (Entobel).

Quanto à produção de tenébrio destaca-se a China (Hebel), França (Ynsect e Micronutris) e Holanda (Protix) usados na alimentação animal na forma de farinha. Em relação ao grilo preto, são utilizados em forma de farinha, pó, assados e congelados na alimentação animal e humana nos Estados Unidos (Aspire Food Group, Entomo Farms, Exo Protein, Chirps Chips), França (Micronutris), Holanda (Protix), Inglaterra (Eat Grub) e Tailândia (Bugsolutely). No México (empresa Merci Mercado) os grilos são utilizados na forma de *snacks* para a alimentação humana.

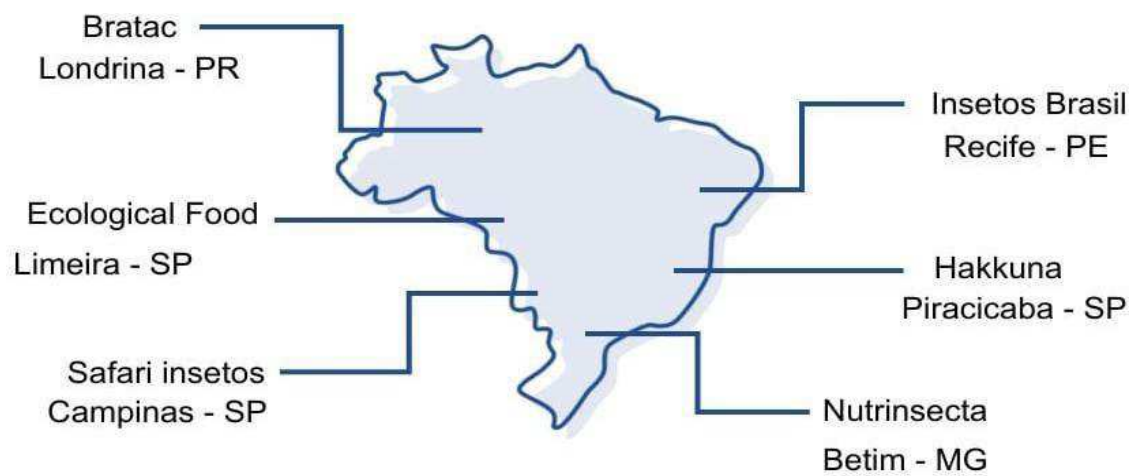
Em se tratando do Brasil observa-se a presença de seis empresas: Hakkuna, Nutrinsecta, Ecological Food, Bratac, Safari Insetos e Insetos Brasil, as quais produzem e comercializam bicho-da-seda na ração de peixes; larvas de mosca-soldado negra na alimentação animal incluindo a aquicultura. Podendo-se destacar a utilização de larva de tenébrio, barata cinérea, barata de Madagascar, grilo preto e larva de mosca soldado-negra, os quais são utilizados na alimentação animal na forma de insetos vivos, desidratados e farinha, conforme pode ser observado nas Figuras 13 e 14.

Figura 13. Países que se destacam pela produção e comercialização de insetos no mundo.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Figura 14. Empresas que produzem e comercializam insetos no Brasil.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Os insetos utilizados na pesquisa foram adquiridos em uma empresa brasileira chamada de “Insetos Brasil”, sediada em Recife-PE. Esta empresa está em funcionamento a 11 anos e é pioneira no ramo de comercialização de insetos no Nordeste do Brasil, o que demonstra a sua experiência e liderança no mercado regional. A empresa fornece produtos de alta qualidade e com segurança alimentar aos seus clientes, sempre em conformidade com as normas e regulamentos estabelecidos pelos órgãos competentes (MAPA). A escolha da Insetos Brasil como fornecedora de insetos para a pesquisa é um indicativo da sua credibilidade e excelência no mercado, bem como da confiança depositada em sua capacidade de fornecer insetos de qualidade para fins científicos.

Embora em muitos países a produção de insetos seja uma prática muito comum, no Brasil ainda há uma certa resistência com relação ao consumo. De acordo com Costa (2019), a produção de insetos no Brasil ainda é pouco difundida e tem sido utilizada para a alimentação animal, com destaque para aves, peixes e o mercado pet, fato decorrente do alto custo na produção desses animais.

Mas, à medida que a disponibilidade da farinha de peixe como fonte proteica nas fórmulas diminui, fábricas de rações e institutos de pesquisa estão sendo incentivados a buscar outras fontes de proteína para substituí-la parcial ou totalmente. Segundo Van Huis (2013) os insetos podem ser utilizados como fonte alternativa para alimentação animal por apresentarem vantagens como: elevado teor de proteína e ácidos graxos essenciais, minerais e fibras, alta taxa de crescimento, baixa conversão alimentar, rápida reprodução, ciclo de vida curto e produção com baixo impacto ambiental, isso porque, os insetos constituem parte da alimentação natural de diversas espécies de importância para aquicultura, como Tilápia, Tambaqui, Truta, Carpa, Pirarucu, Matrinxã, Rãs, dentre outras (COSTA, 2019).

Essas empresas têm contribuído para a popularização, diversificação e estudos sobre insetos no mundo, buscando soluções de forma sustentáveis e inovadoras, para a produção e comercialização de insetos, se consolidando como uma importante alternativa para barateamento de rações e proteína animal para o desenvolvimento sustentável.

5.2 Análises bromatológicas das farinhas de insetos produzidas

Na tabela 1, pode-se observar os resultados das análises bromatológicas durante a produção das farinhas de insetos utilizadas na pesquisa.

Tabela 1. Espécies analisadas (100% da matéria seca).

AMOSTRAS	MS¹	UMIDADE	MM²	PB³	EE⁴
Barata Cinérea A	95,10	4,90	2,50	30,08	35,85
Barata Cinérea B	95,23	4,77	2,38	31,76	34,45
Barata Gigante A	93,01	6,99	4,56	44,80	14,38
Barata Gigante B	93,03	6,97	4,19	45,29	14,38
Grilo Preto A	93,85	6,15	3,04	32,84	32,43
Grilo Preto B	93,06	6,94	3,06	32,96	32,75
Larvas de Tenébrio A	93,99	6,01	1,77	31,16	36,22
Larvas de Tenébrio B	94,10	5,90	2,27	31,40	36,70

LEGENDA: 1 = Matéria Seca; 2 = Matéria Mineral; 3 = Proteína Bruta; 4 = Extrato Etéreo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

As amostras de Barata Cinérea apresentaram teor médio de matéria seca (MS) de 95,16%. Essa MS, segundo Pereira *et al.* (2008), é um fator crucial que influencia o desempenho dos animais, pois é o ponto determinante de acesso aos nutrientes, especialmente as proteínas, que são necessários para atender às exigências dos animais. Isso pode ser observado nos dados apresentados,

indicando que esta é uma fonte concentrada de nutrientes para os animais que a consomem. O alto teor de proteínas presente na farinha de barata cinérea a tornar uma potente fonte de alimento para animais. Essas características nutricionais podem ser comparadas com as de alimentos amplamente utilizados em rações, como o milho que contém 7,43 a 10,90% de proteína (GUIMARÃES e PACHECO). Estes resultados foram encontrados por Medrado *et al* (2018) 93,98% de MS.

Tratando-se de matéria mineral (MM), a farinha da Barata da Cinérea apresentou teores baixos de 2,44%, que implica dizer a farinha é um insumo de alta qualidade. Esses dados também foram obtidos por medrado *et al* (2018), 3,77%.

A farinha apresentou baixo teor de umidade (4,84%), o que significa dizer que a farinha possui vida útil longa, por possuir um ambiente menos favorável ao crescimento microbiano. Em relação à composição nutricional, as amostras de Barata Cinérea apresentaram teor médio de proteínas bruta (PB) de 30,92%, que é um componente importante para o desenvolvimento dos animais em crescimento, conforme destacado por Pezzato (1999) e sua insuficiência pode levar à redução do crescimento e da eficiência alimentar, o que pode acarreta imunodepressão, pois o organismo do peixe precisa mobilizar as proteínas de alguns tecidos para a manutenção de funções vitais, comprometendo o seu desenvolvimento e tornando-os mais vulneráveis a doenças (REIDEL, 2007).

Quanto ao extrato etéreo (EE), substâncias conhecidas como "gorduras", desempenham um papel vital no fornecimento de energia para as atividades metabólicas dos organismos que as consomem. A farinha teve um bom desempenho (35,15%), corroborando com a literatura (SILVA *et al.*, 2019; FONTES *et al.*, 2019; OLIVEIRA, 2020; PINTO, 2021)(Tabela 2).

Tabela 2. Médias, desvio padrão e coeficiente de variação referentes às análises bromatológicas realizadas na farinha de barata Cinérea Adulta.

BARATA CINÉREA	MÉDIA	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
MS ¹	95,16 ± 0,29	0,30%
Umidade	4,83 ± 0,09	1,88%
MM ²	2,44 ± 0,08	3,47%
PB ³	30,92 ± 1,18	3,84%
EE ⁴	35,15 ± 0,98	2,81%

LEGENDA: 1 = Matéria Seca; 2 = Matéria Mineral; 3 = Proteína Bruta; 4 = Extrato Etéreo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Os dados da Tabela 3, apresenta os resultados das análises bromatológicas realizadas na farinha de Barata Gigante de Madagascar adulta.

Tabela 3. Médias, desvio padrão e coeficiente de variação referentes às análises bromatológicas realizadas na farinha de Barata Gigante de Madagascar adulta.

BARATA GIGANTE	MÉDIA	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
MS¹	93,02 ± 0,04	0,04%
Umidade	6,98 ± 0,01	0,20%
MM2	4,37 ± 0,26	5,97%
PB3	45,04 ± 0,34	0,76 %
EE4	14,38 ± 0	0 %

LEGENDA: 1 = Matéria Seca; 2 = Matéria Mineral; 3 = Proteína Bruta; 4 = Extrato Etéreo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Observa-se que a média de matéria seca (MS) foi de 93,02%, que entra em conformidade com os resultados de Carvalho (2017) de 93,62 e Fontes *et al* (2019) de 94,60%, o que denota a quantidade significativa de substâncias sólidas presentes na amostra. A matéria seca representa a porção da amostra que permanece após a remoção da umidade, ou seja, é o conteúdo sólido presente na farinha de Barata Gigante de Madagascar adulta. Esse valor indica a proporção de sólidos é um parâmetro importante para avaliar a qualidade e estabilidade do produto.

A umidade, os dados obtidos nesta pesquisa apresentaram resultados significativamente de 6,98%, o que condiz com as análises de carvalho (2017) de 6,38. Em relação a proteína bruta (PB), dados obtidos na presente pesquisa 45,04% se diferem dos valores encontrados por Ooninx e Dierenfeld (2012) para a proteína bruta da farinha de Barata Gigante de Madagascar adulta, os autores analisaram cerca de 63% para PB e Fontes *et al* (2019) de 64,94%. Essa disparidade pode ser atribuída a uma variedade de fatores, incluindo diferenças na coleta, processamento e condições de análise. Tal divergência ressalta a importância de se realizar mais estudos para aprofundar nossa compreensão sobre a composição bromatológica das Barata Gigante de Madagascar e fornecer informações mais abrangentes e confiáveis para o desenvolvimento de aplicações práticas.

Já o extrato etéreo (EE), fração lipídica presente na amostra, indicaram uma média de 14,38%, que pode influencia no valor energético da farinha, bem como na palatabilidade e digestibilidade para os organismos que o consomem. Carvalho(2017) e Ooninx e Dierenfeld (2012) dispõe que suas análises alcançaram 20% do (EE). A matéria mineral (MM), das amostras da pesquisa são relativamente baixas

4,37%, tornando este insumo uma boa alternativa para ração, Fontes *et al* (2019) em suas amostras 4,03%.

A tabela 4 apresenta os resultados das análises da farinha de Grilo Preto adulto.

Tabela 4. Médias, desvio padrão e coeficiente de variação referentes às análises bromatológicas realizadas na farinha de Grilo Preto adulto.

GRILO PRETO	MÉDIA	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
MS ¹	93,45 ± 0,55	0,59%
Umidade	6,54 ± 0,55	8,53%
MM ²	3,05 ± 0,01	0,46%
PB ³	32 ± 1,18	3,71 %
EE ⁴	32,59 ± 0,22	0,69 %

LEGENDA: 1 = Matéria Seca; 2 = Matéria Mineral; 3 = Proteína Bruta; 4 = Extrato Etéreo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Observa-se que a média de matéria seca (MS) foi de 93,35%, indicando que a farinha é composta em sua maior parte por componentes sólidos. Diferente dos resultados obtidos por Sorrentino *et al* (2015), que obteve resultados abaixo do desta pesquisa, de 68,7%. Que pode estar relacionado às condições em que as amostras foram submetidas. Com relação à umidade, a média foi de 6,54%, o que evidencia a quantidade de água da presente na farinha é baixa, essa quantidade relativamente baixa foi encontrada também por Bicalho (2022), 5,46%, Silva (2021), 4,75%, Alexander, 3,74% (2020) e Gresiana, MuziMarpaung e HerySutanto (2015), 6.79%, sendo que os valores encontrados na pesquisa estão de acordo com a literatura.

O teor de matéria mineral (MM) 3,05%, indica que houve um bom aproveitamento do material, resultados esses encontrados na literatura de 3,1%, 2,64-2,83% (BICALHO, 2022; SILVA, 2021), respectivamente. A média de proteína bruta (PB) foi de 32%, revelando um alto teor de proteínas na farinha de grilo preto, porém a média da farinha apresentada na tabela 5, está um pouco abaixo dos valores encontrados na literatura científica, 49,55 (GRESIANA, MUZIMARPAUNG e HERYSUTANTO, 2015) (SORRENTINO, 2015), 65,52% (HAKKUNA, 2017), 63,1% (ARAÚJO, 2019), 49,55 (ALEXANDER, 2020), 63,66-59,80 (SILVA, 2021), 52,97% (BICALHO, 2022).

É fundamental lembrar que diversos fatores, como a qualidade da matéria-prima utilizada, o método de fabricação da farinha e as condições de

armazenamento, podem impactar na composição do alimento. Essas variações podem resultar em diferenças nos teores nutricionais e nas propriedades físicas e químicas da farinha de grilo preto. É sempre importante levar em conta a variedade de estudos e resultados disponíveis, a fim de obter uma compreensão mais abrangente e detalhada da composição e características dos alimentos utilizados na formulação de dietas animais.

O teor de extrato etéreo (EE) foi de 32,59 indicando a presença de gorduras na composição da farinha. Esses resultados são consistentes com estudos anteriores que relatam a composição nutricional do grilo preto, 21% (SORRENTINO, 2015), 26,51% (ARAÚJO, 2019), 24,08 - 21,42 (SILVA, 2021), 8,1% (ALEXANDER, 2020), porém os resultados desta pesquisa quanto ao teor de EE, se mostram superiores.

Os dados apresentados na tabela 5 referem-se às análises bromatológicas realizadas na farinha de Larvas de Tenébrio.

Tabela 5. Médias, desvio padrão e coeficiente de variação referentes às análises bromatológicas realizadas na farinha de larvas de Tenébrio.

LARVAS DE TENEBRIO	MÉDIA	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
MS¹	94,04 ± 0,07	0,08%
Umidade	5,95 ± 0,07	1,30%
MM²	2,02 ± 0,35	17,5%
PB³	31,28 ± 0,16	0,54 %
EE⁴	36,46 ± 0,33	0,93 %

LEGENDA: 1 = Matéria Seca; 2 = Matéria Mineral; 3 = Proteína Bruta; 4 = Extrato Etéreo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A média de matéria seca (MS) revelou uma média de 94,04%. Isso indica que a quantidade de matéria seca na farinha de Tenébrio é bastante consistente, entrando em conformidade com os resultados da literatura, 93,71% (MEDRADO *et al.*, 2018), 94,25 (JUNIOR, 2018) e 95,95% (FONTES *et al.*, 2019). A umidade apresentou 5,95% demonstrando pequenos níveis de água, corroborando com os dados de 6,29% de Medrado *et al.* (2018). Os resultados obtidos na presente análise divergem dos dados apresentados por Castro (2021). Enquanto a média de umidade encontrada nesta análise foi de 5,95%, o estudo de Castro (2021) indica uma média diferente de 12,23%. Ao comparar os resultados com estudos anteriores, como o de Castro (2021), é necessário considerar as possíveis diferenças nas metodologias empregadas e nas características das amostras avaliadas.

A matéria mineral (MM) apresentou uma média de 2,02%, esses resultados reafirmar os dados encontrados na literatura, 2,8% (MORAIS, JUNIOR e DUARTE, 2017), 2,85 (JUNIOR, 2018), 3,51 (MEDRADO *et al.*, 2018). A proteína bruta (PB) teve uma média de 31,28%, resultado esse que similar ao obtido por Castro (2021) de 33,82%, mas se comparado com os resultados de outros autores da literatura, esse desempenho foi inferior, Fontes *et al* (2019), em suas análises obteve 47,82%, corroborando com os resultados de Morais, Junior e Duarte (2017) 46,8%, e Medrado *et al* (2018) com 48%. Por fim, o extrato etéreo (EE) apresentou uma média de 36,46%, mostraram-se congruentes com os dados encontrados na literatura, (FONTES *et al.*, 2019; MORAIS, JUNIOR e DUARTE, 2017; MEDRADO *et al.*, 2018; CASTRO, 2021; JUNIOR, 2018). Os valores obtidos para o extrato etéreo estão em concordância com as referências citadas, o que indica que a farinha de tenebrio apresenta uma composição lipídica coerente com as demais fontes estudadas. Isso sugere que a farinha de tenébrio está em conformidade com os padrões esperados, o que é relevante para a avaliação de seu valor nutricional e potenciais aplicações para rações de peixes.

Conforme os resultados da farinha de grilos da Tailândia (Tabela 6), analisando os dados das farinhas observa-se um alto teor de proteína da farinha tailandesa a qual é constituída de 100% de grilo *Gryllus assimilis*, corroborando com trabalhos obtidos na literatura, com valores entre 45 e 60%.

Tabela 6 – Análises bromatológicas da amostra de farinha de insetos da marca comercial *Cricket Power* (Tailândia).

Amostras	MS ¹	Umidade	MM ²	PB ³	EE ⁴
Cricket Powder	97,51	2,49	4,50	42,30	15,59

LEGENDA: 1 = Matéria Seca; 2 = Matéria Mineral; 3 = Proteína Bruta; 4 = Extrato Etéreo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Para realizar uma análise comparativa dos insetos em relação às suas características nutricionais, é necessário avaliar os parâmetros de interesse para a formulação de rações de peixes. Nesse caso, os parâmetros mais relevantes são a matéria seca (MS), a umidade, a matéria mineral (MM), a proteína bruta (PB) e o extrato etéreo (EE).

Considerando os dados apresentados na tabela 7, pode-se observar:

Tabela 7 – Análises bromatológicas comparativas das farinhas de diferentes insetos, Barata cinérea adulta (*Nauphoeta cinerea*), Barata gigante de Madagascar adulta (*Gromphadorhina portentosa*), grilo preto adulto (*Gryllus assimilis*) e larvas de tenébrio (*Tenebrio molitor*).

AMOSTRAS	MS ¹	UMIDADE	MM ²	PB ³	EE ⁴
Barata cinérea adulta	95,16 ± 0,29	4,83 ± 0,09	2,44 ± 0,08	30,92 ± 1,18	35,15 ± 0,98
Barata de Madagascar	93,02 ± 0,04	6,98 ± 0,01	4,37 ± 0,26	45,04 ± 0,34	14,38 ± 0
Grilo Preto	93,45 ± 0,55	6,54 ± 0,55	3,05 ± 0,01	32 ± 1,18	32,59 ± 0,22
Larvas de tenebrio	94,04 ± 0,07	5,95 ± 0,07	2,02 ± 0,35	31,28 ± 0,16	36,46 ± 0,33

LEGENDA: 1 = Matéria Seca; 2 = Matéria Mineral; 3 = Proteína Bruta; 4 = Extrato Etéreo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A Barata Cinérea adulta apresenta um teor de matéria seca (95,16%) ligeiramente maior em comparação aos outros insetos, indicando menor umidade. Com relação aos outros parâmetros, não há uma diferença significativa entre os insetos estudados, já que houve pouca variação nas médias obtidas. Portanto, a matéria seca não é um fator determinante nessa comparação.

Quanto à umidade, a Barata de Madagascar (6,98%) e Grilo Preto (6,54%) apresentam um pouco mais elevada, em comparação com os outros insetos, o que não é um fator crítico na escolha, uma vez que ainda estão dentro do padrão de insumos para rações secas para peixes, que devem apresentar umidade inferior a 12% (RODRIGUES, BERGAMIN e SANTOS, 2013).

A análise comparativa da matéria mineral revela que a Barata de Madagascar possui o maior teor de matéria mineral (4,37%) em relação aos outros insetos. No entanto, é importante ressaltar que essa diferença não é significativa, uma vez que os valores variam de 2% a 4% entre os insetos analisados. Portanto, embora a Barata de Madagascar apresente um teor ligeiramente mais alto, essa diferença não possui relevância prática na escolha do inseto para a formulação de rações.

A Barata de Madagascar (45,04%) e o Grilo Preto (32%) possuem teores significativamente elevados de proteína bruta, tornando-os promissores como fontes de proteína na alimentação de peixes. Além disso, as Larvas de Tenébrio (31,28%) e as Baratas da Cinérea adulta (30,92%) também se mostram potenciais insumos nesse aspecto.

As Larvas de Tenébrio (31,28%) e as Baratas da Cinérea adulta (30,92%) apresentam os maiores teores de extrato etéreo em comparação com os outros insetos, indicando uma concentração mais elevada de lipídios.

Considerando esses parâmetros, não é possível afirmar qual dos insetos é o "melhor", pois a escolha depende das necessidades específicas da espécie de

peixe, dos objetivos da criação e das características desejadas na ração. Cada inseto possui suas particularidades nutricionais, isso significa que todos os insetos analisados são bons candidatos para substituição da farinha de peixes, oferecendo uma alternativa viável e sustentável na alimentação para a piscicultura.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos das análises bromatológicas das diferentes espécies de insetos, Barata Cinérea (*Nauphoeta cinerea*) adulta, Barata Gigante de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) adulta, Grilo preto (*Gryllus assimilis*) adulto e Larvas de Tenébrio (*Tenebrio molitor*), demonstraram ser potenciais ingredientes alternativos na formulação de rações para dietas na piscicultura. Em particular, a farinha de Barata gigante de Madagascar adulta, mostrou-se o alimento mais adequado para a alimentação de peixes em suas fases de larvicultura e alevinagem, fases essas importantes para o sucesso nutricional e de desenvolvimento.

No entanto, mais pesquisas são necessárias para compreender melhor o valor nutricional desses alimentos e determinar os níveis adequados de inclusão em dietas de peixes. Esses estudos adicionais serão fundamentais para otimizar o uso de alimentos a partir de insetos na nutrição de peixes, com o objetivo de promover o desenvolvimento saudável e sustentável na aquicultura.

Esses dados tornam-se relevantes para a compreensão da composição nutricional dos insetos analisados, e podem ser utilizados para avaliar o potencial dessas espécies como fonte de alimento para peixes, visto que, a alta concentração de proteína bruta e extrato etéreo em algumas das amostras pode indicar um valor nutricional elevado, o que pode incentivar o desenvolvimento de tecnologias destinados à fabricas para a produção de insetos em larga escala para insumo de rações, barateando a produção de peixes de cativeiro e aumento a produção em escala global.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, V; C; H. Caracterización de la composición nutricional de la harina del grillo común (*Gryllus assimilis*). Universidad Central del Ecuador- Quito, 2020.
- ALMEIDA, L.C. Nutrição e Aspectos da Digestão de Peixe. In: BALDISSEROTTO. B; CYRINO, J.E.P.; URBINATI. E. C.; *Biologia e Fisiologia de Peixes Neotropicais de Água Doce*. Jaboticabal: FUNEP, p. 233-252. 2014.
- AMZA, N; TAMIRU, M. Insects as an Option to Conventional Protein Sources in Animal Feed: A Review Paper. *Global Journal of Science Frontier Research: D Agriculture and Veterinary*. v. 17, p. 31-42, 2017.
- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. Washington, Ed.12, 1990.
- ARAÚJO, R; R; S. Estudo na UFOP avalia composição e qualidade nutricional do grilo preto. Universidade Federal de Ouro Preto- UFOP, 2019. Disponível em: <https://ufop.br/noticias/pesquisa-e-inovacao/estudo-na-ufop-avalia-composicao-equalidade-nutricional-do-grilo-preto#:~:text=PROTE%C3%8DNAS%20%2D%20Os%20resultados%20obtidos%20na,foi%20de%206%2C01%25>. Acesso em: 17 maio de 23.
- BABILON, J.C.S.; FERRARI, J. L. Potencialidades do uso de insetos para alimentação na aquicultura. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Aquicultura). Instituto Federal do Espírito Santo. 2022.
- BARONE, R. S. C. Ração é o principal insumo da produção aquícola. CNA BRASIL. Brasília, v. 13, p. 1, junho de 2017.
- BARROSO, F; G. *et al.* The potential of various insect species for use as food for fish. *Aquaculture*, 422: 193-201. 2014.
- COSTA, D. V. Insetos como alimento para a aquicultura: devaneio ou realidade? *Revista Panorama da Aquicultura*, v. 29, nº 171, p. 50-61. 2019.
- BELGHIT, I. *et al.* Black soldier fly larvae meal can replace fish meal in diets of seawater phase Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*. 2019; 503:609-19.

BICALHO, A; S; M. Composição centesimal da farinha de grilo preto (*Gryllus assimilis*) e extração e caracterização de proteínas para a alimentação humana. Universidade Federal de Uberlândia- MG, 2022.

BICUDO, Á; J; A. Exigências nutricionais de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887): proteína, energia e aminoácidos. 2008. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, 2008.

BRUNO, S.S.M.A. Crescimento de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*, Quoy & Gaimard, 1824) alimentadas com microencapsulados de farinha de salmão. Tese de Mestrado em Aquicultura. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC. 55 pp. 2016.

BYRNE, J. Stricter regulation of China’ s feed imports. Feed Navigator, 2018. Disponível em: <<https://www.feednavigator.com/Article/2018/05/29/Stricter-regulation-of-China-s-feedimports>>. Acesso em: 09 maio 2023.

CARVALHO, T. S. G. Farinha de barata de madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) em dietas para calopsitas (*Nymphicus hollandicus*) mantidas em cativeiro. Tese [doutorado]. Universidade Federal de Lavras, 2017. 66 p.

CASTRO, T; de. Obtenção e análise da composição centesimal de farinha de larvas de *Tenebrio molitor*. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, 2021.

CHRIST-RIBEIRO, A.; *et al.* Fermentation process in the availability of nutrients in rice bran. RR: J Microbiol Biotechnol. v. 6(2), p. 45-52, 2017.

COMISSÃO EUROPEIA. Regulamento (UE) 2017/1017 da Comissão de 15 de junho de 2017 que altera o Regulamento (UE) no 68/2013 relativo ao Catálogo de matérias-primas para a alimentação animal. Jornal Oficial da União Europeia. 2017.

COSTA, D. V. Insetos como alimento para a aquicultura: devaneio ou realidade? Revista Panorama da Aquicultura, v. 29, nº 171, p. 50-61. 2019.

DICKE, M; VAN HUIS, A The Insect Cookbook: Food for a Sustainable Planet. Columbia University Press, 2014.

DO CARMO, D. L.; SILVA, C. A. Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2012.

DOBERMANN, D., SWIFT, J.A.; FIELD, L.M. 2017. Oportunidades e obstáculos de insetos comestíveis para alimentos e rações. *Boletim Nutricional*, 42, pp. 293–308.

EFSA Scientific Committee. "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed." *EFSA Journal* 13.10 (2015): 4257. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/j.efsa.2015.4257> >. Acesso em: 05 maio de 2023.

EFSA. Annual report of the Scientific Network on Microbiological Risk Assessment 2015. *EFSA Supporting Publications*, v. 12, n. 12, 2015.

EFSA. Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA Journal*, v. 13, n. 10, 2015.

EZEWUDO, B.I.; MONEBI, C.O.; UGWUMBA, A.A.A. Production and utilization of *Musca domestica* maggots in the diet of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) fingerlings. *Afr. J. Agric. Res.* 2015;10(23):2363-71.

FABIAN, F. T. C. et al. Uso de farinha de inseto como alimento alternativo na dieta de Alevinos de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*). *Revista Panorâmica. Edição Especial*: 2021.

FAO & OMS. 2019. Perigos associados à alimentação animal. Relatório do Conjunto FAO/ Reunião de Especialistas da OMS 12 – 15 de maio de 2015, sede da FAO, Roma, Itália. *FAO Animal Production and Health Report*, No. 13, pp. 286. Disponível em: < <https://www.fao.org/3/ca6825en/CA6825EN.pdf> > Acesso em: 27 abril 2023.

FAO. 2016. *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Roma. 204p. 2016. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf> > Acesso em: 08 maio 2023.

FAO. 2018. *Aquicultura Newsletter*. Roma. p. 66 .2018. Disponível em:< <http://www.fao.org/3/I9200EN/i9200en.pdf> > Acesso em: 26 abril 2023.

FAO. 2020. A gestão da pesca funciona: é hora de aplicá-la de maneira mais ampla. 2020. Disponível em: < <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1279825/> > Acesso em: 25 abril 2023.

- FAO. 2020. A Situação Mundial da Pesca e da Aquicultura 2020. Em resumo. Sustentabilidade em ação. Roma. Disponível em: <<https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9231en>> Acesso em: 08 maio 2023.
- FAO. Edible insects. Future prospects for food and feed security. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, v. 171, 2013.
- FAO. Indicator 2.1.1 - Prevalence of undernourishment. Sustainable Development Goals, 2018. Disponível em: Acesso em: 07 maio 2023.
- FAO. The future of food and agriculture – Trends and challenges. Rome: Food and Agriculture Organization. 2017.
- FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Rome: FAO, 2020.
- FINKE, M. D. et al. The European Food Safety Authority scientific opinion on a risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *Journal of Insects as Food and Feed*, v. 1, n. 4, p. 245–247, 2015.
- FONTES, T. V., *et al.* Digestibility of Insect Meals for Nile Tilapia Fingerlings. *Animals* 2019, 9, 181; doi:10.3390/ani9040181.
- FUKASE. E., MARTIN, W. Economic growth, convergence, and world food demand and supply. *World Development*, v. 132,104954, 2020.
- GANDHI, V. P.; ZHOU, Z. Food demand and the food security challenge with rapid economic growth in the emerging economies of India and China. *Food Research International*, v. 63, p. 108-124, 2014.
- GASCO, L.; BIANCAROSA, I.; LILAND, N. S. From waste to feed:a review of recente knowledge on insects as producers of protein and fat for animal feeds. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, v. 23, p. 67-79, 2020.
- GONÇALVES, C.; CHAVEZ, K.;JORGE R. Entomofagia-Consumo atual e potencial de futuro. *Acta Portuguesa de Nutrição*. 2022.
- GRESIANA, F. MUZIMARPAUNG, A. HERYSUTANTO, M; Si. Protein Isolation from Cricket (*Gryllusmitratus*). *Proceedings of the International Conference on Innovation, Entrepreneurship and Technology 25-26 November 2015, BSD City, Indonesia* ISSN: 2477-1538.

GUIMARÃES, P. E. O., PACHECO, C. A. P. (2002). Milho com alto valor nutricional. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/40342/1/Milho-valor.pdf>. Acesso em: 14 maio de 23.

HAKKUNA. Análise da composição nutricional de *Zophobas morio* e *Gryllus assimilis*. Hakkuna, 2017. Disponível em: <<https://hakkuna.com/compre-nossos-produtos/>>. Acesso em: 17 maio de 23.

HENCHION, M. *et al.* Future protein supply and demand: strategies and factors influencing a sustainable equilibrium. *Foods*, v. 6, n. 7, p. 53, 2017.

HUYBEN, D. *et al.* Highthroughput sequencing of gut microbiota in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed larval and pre-pupae stages of black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Aquaculture*, v. 500, p. 485-491, 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. São Paulo/SP: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JO, Y. H.; LEE, J. W. Insect feed for animals under the Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) regulations. *Entomological Research*, v. 46, n. 1, p. 2–4, 2016.

JONGEMA, Y. 2017. List of edible insects of the world, 2017. Available at: <https://www.wur.nl/en/Research-Results/Chairgroups/Plant-Sciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwide-species-list.htm>. Accessed: 07 maio 2023.

JUNIOR, J; R; T; S. Farinha de Tenébrio na alimentação de zebrafish (*Danio rerio*). Trabalho de Conclusão de Curso, Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura, Universidade Federal do Pampa, 2018.

LÄHTEENMÄKI-UUTELA, A. *et al.* Insects as Food and Feed: Laws of the European Union, United States, Canada, Mexico, Australia, and China. *European Food and Feed Law Review*, v. 1, p. 22–36, 2017.

LII. 21 U.S. Code § 348. Food additives. Legal Information Institute, 2018. Disponível em: <<https://www.law.cornell.edu/uscode/text/21/348>>. Acesso em: 09 maio 2023.

LIRA, J.A. Avaliação da farinha de tenebrio (*Tenebrio molitor*) na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) [dissertação]. Manaus: Universidade Nilton Lins e Instituto de Pesquisas da Amazônia; 2015.

MACHADO, B. S. Efeito da utilização da farinha de mosca-soldado negra em substituição à farinha de peixe na alimentação inicial de tilápia-do-Nilo. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). UNESP: Jaboticabal - São Paulo. 2019.

MEDRADO, M. L. R., *et al.* Composição química de farinhas de diferentes espécies de insetos como ingrediente para ração animal. Anais do Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2018.

MEXICO. Ley Federal De Sanidad Animal. Diario Oficial de la Federación. 2018.

MEXICO. Reglamento De La Ley Federal De Sanidad Vegetal. Diario Oficial de la federacion (DOF). 2016. Disponível em: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LFSV.pdf>. Acesso em: 09 maio 2023

MEYER, G; FRACALOSSO, D M.; BORBA, M; R. A importância da quantidade de energia na ração dos peixes. Panorama da Aquicultura, 2010.

MILLES, R. D.; CHAPMAN, F. A. The benefits of fish meal in aquaculture diets. Fisheries and Aquatic Sciences Department, UF/IFAS Extension. University of Florida Original publication date May 2006. Reviewed February 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Anuário Estatístico da Agricultura 2020. Brasília: MAPA, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/publicacoes/anuario-estatistico-da-agricultura-2020.pdf>. Acesso em: 06 de maio de 2023.

MORAES, J. Juracy Caldeira Lins JUNIOR, J; C; L. DUARTE, J; M; A. ANÁLISES BROMATOLÓGICAS DA FARINHA DE *Tenebrio molitor*, UMA NOVA ALTERNATIVA DE ALIMENTO. In: ANAIS DO SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS, 2017, Campinas. Anais eletrônicos... Campinas, Galoá, 2017. Disponível em: <<https://proceedings.science/slaca/slaca-2017/papers/analises-bromatologicas-da-farinha-de-tenebrio-molitor-uma-nova-alternativa-de-a?lang=pt-br>> Acesso em: 19 maio. 2023.

MORALES-RAMOS, J.A.; ROJAS, M.G.; DOSSEY, A.T.; BERHOW, M. 2020. Autosseleção de ingredientes alimentares e subprodutos agrícolas pelo grilo doméstico, *Acheta domestica* (Orthoptera: Gryllidae): Uma abordagem holística para desenvolver dietas otimizadas.

- NAÇÕES UNIDAS. Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais. Divisão de População. World Population Prospects 2019. Nova Iorque, 2019. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/>. Acesso em: 06 maio 2023.
- NASCIMENTO, A; F. *et al.* Insetos: alimento sustentável para nutrição animal. Revista Sustentabilidade no Agronegócio, Cap. 5, 159-200. 2020.
- NRC. Nutrient requirements of fish. Washington, D.C.: National Academy Press, 1993.
- OLIVEIRA, M; M. Farinha de *Nauphoeta cinerea* na alimentação da Tilápia-do-Nilo. Dissertação de e Pós-Graduação em Zootecnia apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros- MG, 2020.
- OONINCX, D. DIERENFELD, E. 2012. "An investigation into the chemical composition of alternative invertebrate prey". Zoo Biology 31 (1): 40-54.
- PARLAMENTO EUROPEU. Regulamento No 178/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho de 28 de janeiro de 2002. Jornal Oficial das Comunidades Europeias, v. 31, p. 1–24, 2002.
- PARODI, A. *et al.* O potencial dos alimentos do futuro para dietas sustentáveis e saudáveis. Nature Sustainability, 1, pp. 782-789. 2018.
- PEIXEBR 2022. Anuário PEIXEBR da Piscicultura 2022. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario2022/>> Acesso em: 08 maio 2023.
- PEIXEBR 2023. Anuário PEIXEBR da Piscicultura 2023. <https://www.peixebr.com.br/anuario/>. Acesso em: 08 maio 2023.
- PEZZATO, L.E. Alimentação de peixes - Relação custo benefício. Anais.....In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 1999, Porto Alegre. Porto Alegre: SBZ, P. 109-118. 1999.
- PINTO, J; R; S. Inclusão da farinha de barata cinérea *Nauphoeta cinerea* (OLIVER 1789), na dieta de peixe-palhaço juvenil *Amphiprion ocellaris* (CUVIER 1830): desempenho zootécnico, histologia e atividade de enzimas digestivas. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/229774/PAQI0622-D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 maio 2023.

REIDEL, A. Níveis de energia e proteína na alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*) criados em tanques-rede. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Centro de Aquicultura, Jaboticabal, SP, 2007. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100203/reidel_a_dr_jabo.pdf?sequence=1. Acesso em: 14 mai. 2023.

RODRIGUES, A; P; O. BERGAMIN, G; T. SANTOS, V; R; V; dos. Capítulo 6: Nutrição e alimentação de peixes. Embrapa Pesca e Aquicultura, Brasília, DF, 2013.

RUMPOLD, B.A.; SCHLÜTER, O.K. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition and Food Research*, 57(3). 2013.

SAMPAIO, L. A. P. Exigência proteica de juvenis de tucunaré (*Cichla* spp.) alimentados com dietas contendo farinha de peixe e proteína vegetal. 1998. 91 f. Tese (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

SANCHEZ-MUROS, M.J.; BARROSO, F.G.; MANZANO-AGUGLIARO, F. Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. *Journal of Cleaner Production*, 65: 16-27. 2014.

SANTOS, D; K; M. *et al.* Farinha de larva de mosca soldado negra, *Hermetia illucens*, em dietas para tambaqui: desempenho zootécnico, índices biométricos e análise bromatológica da carcaça. In: Anais... Aquaciência Digital. Manaus, Amazonas, setembro de 2021.

SEAFOOD. 2020. Especial Sofia 2020: Aquicultura cresce 5,3% por ano desde 2000. 08 de junho de 2020. Disponível em: <<https://www.seafoodbrasil.com.br/especial-sofia-2020-aquicultura-cresce-53-por-ano-desde-2000>>. Acesso em: 08 maio 2023.

SHIAU, S. Y. Nutrition requirements of tilapia. *Aquaculture*, v. 129, p. 205- 224, 1995.

SILVA, J; M. Farinha de *Gryllus assimilis*: padronização, caracterização e aplicação na produção de proteases fúngicas. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Avaré – SP, 2021.

SILVA, W, A, da. *et al.* COMPOSIÇÃO BROMATÓLOGICA E PERFIL DE AMINOÁCIDOS DA FARINHA DE BARATA CINEREA. In: XXVII Semana de Zootecnia da UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco - 52171-900, Rua Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, 2019. Disponível em: <<https://www.doity.com.br/anais/szufrpe2019/trabalho/92590>>. Acesso em: 14 maio de 23.

SIQUEIRA, T; V; de. Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável. Brasília: Ipea, 2017. (boletim regional, urbano e ambiental | 17 | jul.-dez. 2017). Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8142/1/BRU_n17_Aquicultura.pdf#:~:text=Dessa%20forma%2C%20devese%20ressaltar%20a%20import%C3%A2ncia%20crescente%20da,a%20agricultura%20e%20a%20pecu%C3%A1ria%20nas%20pr%C3%B3ximas%20d%C3%A9cadas. Acesso em: 07 maio 2023.

SOARES, P.D.F. Hematologia e histopatologia de codornas de corte alimentadas com farinha da barata de Madagascar. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.

SOGARI, G. *et al.* The potential role of insects as feed: A multi-perspective review. *Animals*, v. 9, n. 4, p. 119, 2019.

SORRENTINO, M; A; S; *et al.* Promoção da Antropoentomofagia: O estudo Bromatológico e Aplicação da Farinha de *Gryllus assimilis* na Confecção de um Produto Alimentício. In CONIC SEMESP XV Congresso Nacional de Iniciação Científica, 2015.

STAMER, A. Insect proteins—a new source for animal feed. *EMBO reports*, v. 16, n. 6, p. 676–680, 2015. ISSN 1469-221X. Publisher: John Wiley & Sons, Ltd. Disponível em: <https://www.embopress.org/doi/full/10.15252/embr.201540528>. Acesso em: 07 de maio de 2023.

STOCKHAUSEN, L. *et al.* Dieta prática com substituição total da farinha de peixe por farelo de soja para tilápia-do-nilo: desempenho de crescimento e efeitos na saúde. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 20, 2019.

TACON, A. G. J; HASAN, M. R; METIAN, M. (2009). Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans: trends and prospects. *FAO Fisheries*

and Aquaculture Technical Paper No. 564. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

VAN HUIS, A. et al. Edible insects: future prospects for food and feed security. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013.

VAN HUIS, A. Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security. Annual Review of Entomology, Volume 58, p. 563-583, 2013.

VASCONCELOS, G. T. Uso de farinha de insetos na nutrição de peixes. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). UNESP: Jaboticabal, São Paulo. 162 p. 2019.

XU, X. *et al.* 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.