



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ÍCARO GONÇALVES AZEVEDO VINHAL BORGES

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DAS LARVAS DO
TENÉBRIO GIGANTE (*ZOPHOBAS MORIO*) VISANDO SUA UTILIZAÇÃO NA
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**

FORTALEZA

2023

ÍCARO GONÇALVES AZEVEDO VINHAL BORGES
**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DAS LARVAS DO
TENÉBRIO GIGANTE (*ZOPHOBAS MORIO*) VISANDO SUA UTILIZAÇÃO NA
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de alimentos

Orientadora: Prof^ª. Dra. Elisabeth Mary Cunha da Silva.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B734d Borges, Ícaro Gonçalves Azevedo Vinhal.
Desenvolvimento e caracterização da farinha das larvas do tenébrio gigante (*Zophobas morio*) visando sua utilização na indústria de alimentos / Ícaro Gonçalves Azevedo Vinhal Borges. – 2023.
41 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Alimentos, Fortaleza, 2023.
Orientação: Profa. Dra. Elisabeth Mary Cunha da Silva.

1. Entomofagia. 2. Insetos. 3. Proteínas. I. Título.

CDD 664

A Deus.

Aos meus pais, Frederico e Ana Cláudia.

À minha irmã, Lara.

AGRADECIMENTOS

A Deus, Jesus e ao Espírito Santo pelo seu infinito amor e misericórdia.

Aos meus pais, Frederico e Ana Cláudia, pelo seu imenso amor e dedicação, por sempre me apoiarem, orientarem e incentivarem a nunca desistir dos meus objetivos e responsabilidades. Tudo que eu sou e conquisto é mérito de vocês dois.

A minha irmã Lara, por todo o amor e amizade que temos, e também as minhas gatinhas Darling e Mia, principalmente a Mia por ter me feito companhia por muitas madrugadas de estudos durante o período de graduação.

A Prof^ª. Dra. Elisabeth Mary Cunha da Silva, pela excelente orientação e por ter acreditado e confiado na minha capacidade e competência.

Aos técnicos Janevane Castro e Luiz Bitu, do Laboratório de Carnes e Pescado, por todo o conhecimento prático que vocês me transmitiram e pela amizade que desenvolvemos.

Aos professores, Prof^ª Juliane Döering, Prof Rafael Zambelli, Prof^ª Andréia Cardoso e Prof^ª Larissa Ribeiro, por terem me atendido de forma tão solícita todas as vezes que precisei.

Aos técnicos Fernando e Liana do Laboratório de Frutos Tropicais e também ao Fernando Eugênio, estudante de mestrado do Laboratório de Microbiologia de Alimentos, pelo auxílio e paciência na execução de algumas das análises.

Aos meus amigos e colegas de pesquisa, Daniel e Carlos, por terem me auxiliado durante as fases iniciais deste trabalho.

“Não existe triunfo sem perda, não há vitória sem sofrimento, não há liberdade sem sacrifício.”

J.R.R. Tolkien

RESUMO

O crescimento populacional tem tornado imperiosa a busca por novas fontes alimentares alternativas que possuam condições de contorno de produção menos onerosas, ambientalmente mais favoráveis e que possuam grande valor nutricional, em especial, elevado valor proteico. Dentro dessa perspectiva, os insetos figuram como uma das fontes potenciais de alimento humano, sendo amplamente estudados e avaliados nos últimos anos. Cerca de 2000 espécies de insetos já são consumidas regularmente em todo o mundo; prática conhecida como entomofagia. O tenébrio gigante (*Zophobas morio*) demonstra ser uma fonte alimentar promissora em razão de seu elevado teor proteico e taxa de conversão alimentar; além do baixo custo de cultivo e produção quando comparado às atividades de bovinocultura e avicultura. O presente trabalho teve como principal objetivo desenvolver e caracterizar a farinha das larvas de tenébrio gigante, vislumbrando sua possível utilização na indústria de alimentos. As larvas foram abatidas através de choque térmico e a farinha obtida por meio dos processos físicos de cozimento, prensagem e secagem em estufa, respectivamente. A farinha foi avaliada quanto a composição centesimal, toxicidade aguda e estabilidade físico-química em intervalos quinzenais durante o tempo de estocagem de 60 dias, por meio das análises de pH, cor, atividade de água (Aw) e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ao nível de significância de 5%. Dentro das análises realizadas a farinha de tenébrio apresentou caráter atóxico e elevados teores proteico (70,49%) e lipídico (14,12%) além de ter exibido pH estável e praticamente não ter sofrido alterações significativas nos valores de Aw e TBARS durante o período de armazenamento. Os resultados apontam que o produto desenvolvido apresenta as condições necessárias para seu consumo, podendo ainda ser utilizado no enriquecimento proteico de diferentes formulações de alimentos.

Palavras-chave: entomofagia; insetos; proteínas.

ABSTRACT

Population growth has made it imperative to search for new alternative food sources that have less costly production boundary conditions, are more environmentally friendly and have great nutritional value, in particular, high protein value. Within this perspective, insects are one of the potential sources of human food, being widely studied and evaluated in recent years. About 2000 species of insects are already consumed regularly around the world; practice known as entomophagy. The giant mealworm (*Zophobas morio*) proves to be a promising food source due to its high protein content and feed conversion rate; in addition to the low cost of cultivation and production when compared to cattle and poultry activities. The aim of this work was to develop and characterize the giant mealworm flour, envisioning its possible use in the food industry. The larvae were slaughtered through thermal shock and the meal obtained through the physical processes of cooking, pressing and drying in an oven, respectively. The meal was evaluated for centesimal composition, acute toxicity and physical-chemical stability at fortnightly intervals during the 60-day storage period, through analysis of pH, color, water activity (A_w) and reactive substances to thiobarbituric acid (TBARS). The data obtained were subjected to analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test at a significance level of 5%. Within the analyzes carried out, mealworm flour showed a non-toxic character and high protein (70.49%) and lipid (14.12%) contents, in addition to having a stable pH and practically not having undergone significant changes in A_w and TBARS values during the storage period. The results indicate that the developed product presents the necessary conditions for its consumption, and can also be used in the protein enrichment of different food formulations.

Keywords: entomophagy; insects; proteins

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Conversão alimentar bovina e gafanhoto.....	15
Figura 2 – Produtos derivados de insetos	20
Figura 3 – Fluxograma do processamento da farinha desengordurada do tenébrio gigante.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Perfil nutricional do Grilo preto (<i>Gryllus assimilis</i>) e do Tenébrio Gigante (<i>Zophobas morio</i>) expressa em g/100 g de matéria seca (\pm desvio padrão).....	19
Tabela 2	- Composição centesimal da farinha do <i>Zophobas morio</i> parcialmente deslipidificada (\pm desvio padrão).....	32
Tabela 3	- Composição nutricional analisada de farelo de soja fermentado (FSF-CV), farelo de soja convencional (FSC-CV), farinha de peixe (FP), farinha de frango (FF), farinha de subprodutos de aves (FSBA) e soro de leite em pó (SLP), em relação ao percentual de Matéria seca (%MS) e teor proteico (%P).....	34
Tabela 4	- Valores de pH da farinha das larvas do tenébrio gigante (<i>Zophobas morio</i>), armazenada durante 60 dias à temperatura ambiente.....	34
Tabela 5	- Valores das coordenadas L*, a* e b* da farinha das larvas do tenébrio gigante (<i>Zophobas morio</i>), armazenada durante 60 dias à temperatura ambiente.....	35
Tabela 6	- Valores de Aw da farinha das larvas do tenébrio gigante (<i>Zophobas morio</i>), armazenada durante 60 dias à temperatura ambiente.....	37
Tabela 7	- Valores de TBARS da farinha das larvas do tenébrio gigante (<i>Zophobas morio</i>), armazenada durante 60 dias à temperatura ambiente.....	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivos específicos	17
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1	Consumo de insetos no mundo	17
3.2	Tenébrio gigante (<i>Zophobas morio</i>)	18
3.3	Características nutricionais dos insetos	18
3.4	Utilização de insetos na indústria de alimentos	20
3.5	Farinha de inseto	21
4	METODOLOGIA	22
4.1	Material	22
4.2	Preparo das amostras	22
4.3	Avaliação da toxicidade aguda da farinha das larvas do tenébrio gigante (<i>Zophobas morio</i>)	24
4.3.1	Preparação do meio de eclosão	24
4.3.2	Extração dos componentes bioativos	25
4.3.3	Execução da análise	25
4.4	Composição centesimal e valor calórico da farinha das larvas do tenébrio gigante (<i>Zophobas morio</i>)	25
4.4.1	Umidade	26
4.4.2	Proteínas	26
4.4.3	Lipídios	27
4.4.4	Cinzas	28
4.4.5	Carboidratos	28
4.4.6	Valor energético	29
4.5	Avaliação da estabilidade oxidativa da farinha das larvas do tenébrio gigante (<i>Zophobas morio</i>)	29
4.5.1	pH	29
4.5.2	Cor	29
4.5.3	Atividade de água (<i>Aw</i>)	30

4.5.4	<i>Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)</i>	30
4.6	Análise estatística	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1	Avaliação da toxicidade aguda da farinha das larvas do tenébrio gigante (<i>Zophobas morio</i>).....	31
5.2	<i>Composição centesimal e valor calórico</i> da farinha das larvas do tenébrio gigante (<i>Zophobas morio</i>)	31
5.3	Avaliação da estabilidade oxidativa da farinha das larvas do tenébrio gigante (<i>Zophobas morio</i>).....	34
5.3.1	<i>pH</i>	34
5.3.2	<i>Cor</i>	35
5.3.3	<i>Atividade de água (Aw)</i>	37
5.3.4	<i>Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)</i>	38
6	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda por alimento devido ao aumento da densidade populacional, a busca por fontes alternativas, em especial de conteúdo proteico, vem sendo cada vez mais requisitada. Diante disso, o consumo de insetos como fonte de proteína tem se tornado uma das principais alternativas (MANCINI *et al*, 2019). A composição nutricional dos insetos depende de diversos fatores como espécie, estágio de desenvolvimento e alimentação, mas mesmo assim, os principais compostos encontrados percentualmente são as proteínas e os lipídios (MATOS; CASTRO, 2021).

Entende-se por entomofagia o hábito de utilizar insetos para a alimentação. Por questões de matriz cultural, o Oriente, em especial regiões do leste asiático e alguns países africanos, têm uma maior predisposição para a aceitabilidade da incorporação da entomofagia em sua matriz nutricional, embora existam países Americanos que têm a prática como algo comum e cultural, muito provavelmente por influência dos povos originários (MANCINI *et al*, 2019).

Segundo Araújo *et al* (2019) cerca de 2000 espécies de insetos são consumidas em todo o mundo. Além disso, por terem um ciclo de vida reduzido, isso é, por terem taxas de crescimento bem maiores se comparadas a outros tipos de animais utilizados para a produção de carnes, os insetos tendem a ter um custo ambiental menor, além de um custo financeiro reduzido, pois podem se alimentar de uma ampla gama de substratos, incluindo resíduos de alimentos.

Para Castro (2021), insetos da ordem Coleoptera a qual estão inclusos o *Tenebrio molitor* e o *Zophobas morio*, apresentam em sua composição um alto teor proteico, composto por proteínas de alto valor nutricional. Estas proteínas contém todos os aminoácidos essenciais para o organismo humano, além de aminoácidos não essenciais como glutamina, alanina, glicina e serina, de forma que todos são sintetizados pelo organismo humano em condições normais.

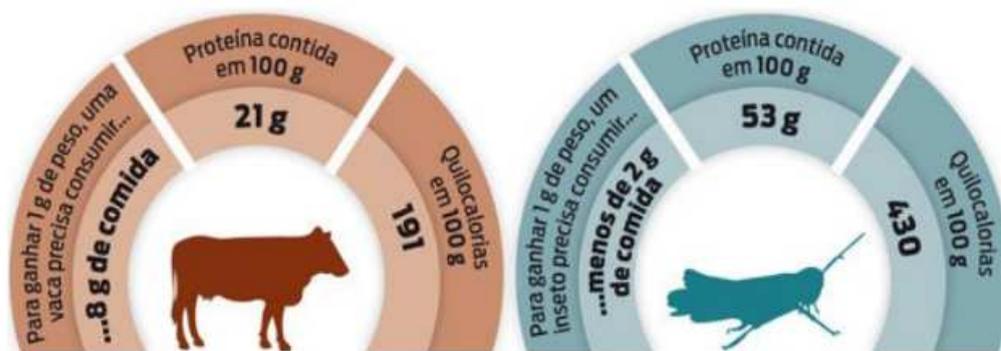
O tenébrio gigante (*Zophobas morio*) vem ganhando um foco especial como objeto central de diversas pesquisas nos últimos anos, principalmente após o sequenciamento de seu genoma mitocondrial. Devido ao seu alto grau nutricional e a maior facilidade em coordenar os estágios de desenvolvimento do besouro, se comparado ao *Tenebrio molitor* por exemplo, o *Zophobas morio* demonstra ter um enorme potencial tanto no desenvolvimento de produtos agropecuários voltados para a alimentação de peixes, répteis e aves, quanto para o desenvolvimento de produtos para alimentação humana (RUMBUS; ATHANASSION, 2019).

As farinhas de origem animal representam uma série de produtos e co-produtos que são destinados tanto para a alimentação humana, quanto para a alimentação animal. Dentre os processos necessários para a obtenção desses produtos, destacam-se a cocção, a prensagem, a secagem e a moagem, dependendo da natureza da matéria-prima, do público alvo e do produto em questão (OLIVEIRA, 2018).

Um exemplo de setor agropecuário que aplica as farinhas de origem animal é o setor da piscicultura. Para a alimentação das criações pesqueiras, utiliza-se principalmente a farinha do pescado, originada da carne mecanicamente separada das carcaças dos pescados, após a retirada do filé e do couro. No entanto, como a matéria-prima em questão vem apresentando um aumento no custo de obtenção, pesquisas vêm sendo desenvolvidas para a substituição parcial ou completa por farinhas à base de insetos. Tais pesquisas demonstram o alto valor nutritivo dessas farinhas, além da alta conversão alimentar desses nutrientes. Farinhas de cupins, gafanhotos e as mais variadas larvas vem sendo aplicadas, sendo a principal e mais eficiente delas, de acordo com Jabir, Razak e Vikineswary (2021) a farinha das larvas do tenébrio gigante (*Zophobas morio*).

A conversão alimentar é definida como a capacidade de conversão de alimento em biomassa. Utilizando como base o sistema de produção agropecuário norte americano, para gerar 1 kg de massa corporal, são necessários 2,5 kg de ração para frangos, 5,0 kg para porcos e 10 kg para as vacas, enquanto para os grilos necessita-se para a mesma quantidade de massa corpórea apenas 1,7 kg de ração (MOYSES; HIRATA, 2021).

Figura 1 – Comparação da conversão alimentar bovina e do gafanhoto



Fonte: ROMEIRO; OLIVEIRA; CARVALHO, 2015.

Correlacionando ao observado na Figura 1, a qual expõe a razão de massa corporal por quantidade de alimento necessário, pode-se observar que para a carne bovina a razão é de um para oito, enquanto a razão expressa para o gafanhoto é de um para dois, ou

seja, metade da massa de substrato fornecido para a alimentação do gafanhoto é convertido integralmente em massa corporal do inseto, enquanto em relação à carne bovina, menos de 15% do alimento consumido pelo animal é convertido em massa corporal, necessitando de uma quantidade maior para se obter o resultado desejado e portanto um maior custo (ROMEIRO; OLIVEIRA; CARVALHO, 2015).

Em relação aos fatores ambientais necessários para a criação dos insetos e portanto responsáveis por agregar valor nutricional aos produtos, conforme aponta Castro (2021) os insetos demandam um menor percentual de recursos hídricos durante o manejo, apresentam altas taxas de crescimento e de reprodutibilidade em cativeiro, o que gera um menor tempo de produção, ocupam bem menos espaço na planta e geram bem menos gases relacionados ao efeito estufa, como o metano. Além dos fatores ambientais, os impactos financeiros por parte dos produtores também são determinantes na viabilidade das criações, como apontam Cheung e Moraes (2016), que destacam a baixa necessidade de um amplo investimento tecnológico, pois as criações de insetos não exigem equipamentos de alto grau de sofisticação e nem de técnicas complexas, podendo ser implementadas por pequenos produtores rurais.

Pelo excelente custo benefício constatado, as farinhas de insetos estão servindo de base para a elaboração de produtos para a indústria de alimentos e, portanto, para a alimentação humana. São exemplos dessa atual tendência a aplicação das farinhas de inseto em produtos voltados para o ramo da pastelaria e produção de biscoitos (CORREIA, 2019), na produção de compostos bioativos em alimentos funcionais e antioxidantes (MATOS; CASTRO, 2021) e em produtos da indústria cárnea, como embutidos cozidos (SCHOLLIERS; STEEN; FRAEYE, 2020).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver e caracterizar a farinha da larva de tenébrio gigante (*Zophobas morio*) visando sua utilização na indústria de alimentos.

2.2 Objetivos específicos

- Elaborar a farinha das larvas do tenébrio gigante;

- Avaliar a toxicidade aguda da farinha das larvas do tenébrio gigante;
- Determinar sua composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos);
- Verificar a estabilidade oxidativa (pH, cor, atividade de água e TBARS) da farinha estocada à temperatura ambiente por 60 dias;
- Conjecturar o potencial de uso da farinha das larvas do tenébrio gigante na indústria de alimentos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Consumo de insetos no mundo

Cerca de um quarto da população mundial inclui os insetos como fonte de nutrientes na sua alimentação, como aponta a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) (CHEUNG; MORAES, 2016). Segundo Rumbus e Athanassion (2019), na última década, inúmeras espécies de insetos vêm sendo estudadas com o intuito de servirem de fonte nutricional para a alimentação humana, devido principalmente, ao seu valor proteico. Estima-se que até o ano de 2026, o consumo de insetos pelo mundo crescerá mais de 47%, sendo que atualmente, já atingiu a faixa de 112 milhões de dólares no ano de 2019 (CASTRO, 2021).

A classe Coleoptera (besouros) é a mais representativa, correspondendo a aproximadamente um terço do volume de insetos consumidos no mundo. Essa classe engloba 40% das espécies conhecidas de insetos e seu consumo é feito tanto na fase larval quanto na fase adulta. Contudo, os levantamentos realizados para averiguar o consumo de insetos pelo mundo demandam um grande esforço, por fatores como a grande variedade de espécies, o que demanda um domínio expressivo por parte dos pesquisadores para fazer a diferenciação, além das mais variadas formas com as quais as diferentes culturas se referem aos insetos próprios para o consumo, o que exigem um trabalho antropológico para avaliar a cultura em si, por parte dos pesquisadores (CASTRO, 2021).

Os produtos à base de insetos podem gerar tanto iguarias regionais, como a formiga tanajura que é uma espécie utilizada na gastronomia das regiões Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil para a produção de farofas, caracterizada como um alimento exótico derivado de uma tradição indígena, tanto como alimentos de alto padrão para algumas culturas, quanto os ovos das formigas tecelãs no sudeste da Ásia ou algumas lagartas no sul

da África (ROMEIRO; OLIVEIRA; CARVALHO, 2015). Um outro produto amplamente reconhecido na cultura mexicana, considerado o “caviar mexicano” é o "axayacatl", que consiste em uma mistura de ovos de hemípteros e é considerado como o mais rico dos alimentos no reino animal até agora estudado, por apresentar elevados índices de arginina, tirosina e cisteína (COSTA-NETO, 2003).

3.2 Tenébrio gigante (*Zophobas morio*)

Também conhecido como tenébrio gigante ou besouro da farinha, o *Zophobas morio* é uma das espécies que compõem a grande família dos besouros de Tenebrionidae, a qual também inclui o *Tenebrio molitor* e *Alphitobius diaperinus* (RUMBUS; ATHANASSION, 2019). O tenébrio gigante é uma espécie bem difundida no mundo, podendo ser encontrado principalmente no Canadá e na Malásia. Em relação a dieta, trata-se de um animal onívoro, ou seja, se alimenta tanto de matéria vegetal quanto animal e costuma se desenvolver melhor em climas tropicais (JABIR; RAZAK; VIKINESWARY, 2021).

O *Zophobas morio* apresenta quatro estágios básicos no decorrer da vida, passando pela fase de ovo, larva, pupa e por fim, após a metamorfose, o inseto adulto. Os ovos do tenébrio gigante apresentam 1,7 mm de comprimento e 0,7 mm de largura, são levemente amarelados e eclodem 8 dias após a postura. A fêmea adulta pode pôr até 2200 ovos durante a vida. O estado larval é o que apresenta maior variabilidade de tempo, pois depende de diversos fatores que podem agir prolongando ou acelerando essa condição, como temperatura, alimentação, e as condições de isolamento ou aglomeração das larvas. A fase de pupa se caracteriza pela transformação da larva do besouro adulto e tem duração de 13 a 15 dias. Nessa fase, os insetos ficam imóveis em formato de “c” respondendo a poucos estímulos. Após a fase de pupa, o inseto já se encontra na condição de adulto e pode viver por até 6 meses (RUMBUS; ATHANASSION, 2019).

3.3 Características nutricionais dos insetos

As proteínas, são os macronutrientes mais abundantes na composição nutricional média das mais variadas espécies de insetos. Estima-se que o teor protéico médio dos insetos varia de 35% a 68%, quando são empregadas tecnologias de redução da umidade e secagem. Além das proteínas, os lipídios também apresentam um percentual médio considerável, variando de 13% a 50%, a depender da espécie, seguido pelas fibras, em essencial a quitina

que é o principal componente do exoesqueleto dos insetos, com percentual médio de 9,5% (OLIVEIRA *et al*, 2020). Em relação às vitaminas e minerais, como demonstrado por Correia (2019), os insetos apresentam percentuais semelhantes aos encontrados nas fontes mais tradicionais de proteína animal como carne de vaca, frango, porco e pescado, além de ácidos graxos essenciais como o ômega-3 e ômega-6. Na Tabela 1, é possível observar a composição nutricional da matéria seca do grilo preto (*Gryllus assimilis*) e do tenébrio gigante (*Zophobas morio*), os quais representam percentuais ainda maiores de nutrientes como proteínas e lipídios.

Tabela 1 – Perfil nutricional do grilo preto (*Gryllus assimilis*) e do tenébrio gigante (*Zophobas morio*) expressa em g/100 g de matéria seca (\pm desvio padrão)

Componentes (g/100g)	Grilo preto	Tenébrio gigante
Proteínas	65,52 \pm 1.39	46.80 \pm 1.78
Lipídios	21,80 \pm 2.65	43.64 \pm 0.47
Carboidratos	8,60 \pm 1.49	1.39 \pm 0.77
Cinzas	4,08 \pm 0.43	8.17 \pm 0.06

Fonte: Araújo *et al*, 2019.

Existem outros fatores que devem ser levados em conta quanto à questão nutricional oriunda dos insetos, como a proporção dos macronutrientes em relação às demais fontes de proteína animal, a biodisponibilidade desses nutrientes, avaliando o custo benefício da criação dos insetos com as demais fontes citadas e, o custo ambiental comparativo gerado. A formiga da espécie *Atta cephalotes* (tanajura), por exemplo, possui cerca de 42,59 % de proteína. Se comparada ao percentual de proteína média da carne bovina (20%) e da carne de frango (23%), nota-se uma clara superioridade nutricional, analisando o conteúdo proteico das fontes retratadas (ROMEIRO; OLIVEIRA; CARVALHO, 2015). O mesmo padrão pode ser observado nas larvas do *Tenebrio molitor* (bicho-da-farinha) e do *Zophobas morio* (tenebrio gigante) que apresentam teor proteico de 50% e 46% respectivamente (CACCHIARELLI *et al*, 2022).

3.4 Utilização de insetos na indústria de alimentos

A principal atividade econômica e industrial que tem como base a utilização de insetos é a apicultura. A apicultura é uma atividade milenar, feita por diversas culturas e atualmente é a principal fonte de renda para diversos produtores, em especial pequenos produtores devido a maior facilidade de manipulação e necessidade de um investimento proporcionalmente menor que outras atividades agropecuárias, responsável pela elaboração de diversos produtos como o mel, a geléia real e o própolis. Dentro desse cenário, o Brasil, no ano de 2017 foi responsável por 41,6 mil toneladas de mel, resultando em um apurado de US\$ 121,3 milhões apenas nas exportações do ano em questão (KLOSOWSK; KUASOSK; BONETT, 2020). Um outro produto bastante difundido na indústria de alimentos que é derivado de insetos é o corante natural vermelho Carmim, também conhecido como extrato de cochonilha, que é utilizado na produção de iogurtes, recheios de biscoitos e bolachas, doces e suplementos alimentares (CRIZEL, 2017).

Na Europa, os grilos são os insetos produzidos para a alimentação humana de maior participação no mercado, sendo o grilo doméstico (*Acheta domestica*) a espécie de maior interesse das empresas produtoras de insetos no continente (15% das empresas), segundo aponta a Plataforma Internacional de Insetos para Alimentos e Rações (IPIFF), (ALMEIDA *et al*, 2022).

Na Figura 2 é possível observar uma gama de produtos industrializados feitos a partir dos insetos, como barras proteicas, desidratados moídos como pó, farinha ou no formato de snacks (a partir de insetos inteiros secos e saborizados), os quais podem atender aos mais variados públicos.

Figura 2 – Produtos derivados de insetos



Fonte: INSETOS, (2020).

Do ponto de vista mercadológico, os produtos gerados à partir dos insetos para o consumo humano se apresentam principalmente nas seguintes formas: insetos inteiros, insetos na forma de pó ou pasta (os quais podem ser incorporados em produtos alimentícios mistos) ou na forma de extratos (concentrados proteicos, óleos encapsulados ou substâncias isoladas como quitina ou corantes derivados) (CORREIA, 2019). No entanto, como aponta Limoeiro (2021), o consumidor médio tem uma maior preferência pelos produtos onde as formas de apresentação não remetem ao inseto *in natura*.

3.5 Farinha de insetos

Entende-se por farinha de insetos a massa de insetos nos mais variados estágios de desenvolvimento (ovo, larva, pupa e/ou inseto adulto), a qual é submetida a processos de secagem, de forma integral, da fração deslipidificada ou liofilizada, cuja apresentação se assemelha a um pó (BARUFALDI, 2023). Atualmente, essas farinhas são empregadas principalmente na pecuária como componente principal na produção de rações de aves como frangos de corte, codornas e galinhas poedeiras, devido ao seu alto valor nutricional, podendo contribuir principalmente no rendimento da carcaça, digestibilidade do extrato etéreo e maior resistência e qualidade na casca dos ovos, respectivamente (OLIVEIRA *et al*, 2020).

Segundo Oliveira (2018) a farinha de insetos passou a ser desenvolvida como alternativa à farinha de peixe e de soja, para a nutrição animal, principalmente pelo crescente custo de produção de ambas as matérias-primas, sendo pela redução média da quantidade de peixes e pelo gasto excessivo em manter grandes fronteiras agrícolas para a produção da soja, que já constitui a base para uma gama de produtos. Além disso, a padronização e a qualidade proteica das farinhas de pescado são um desafio para a sua implementação e no caso da farinha de soja, a presença de diversos fatores antinutricionais em sua composição, como desbalanço aminoacídico e potenciais problemas no trato digestivo, são obstáculos que impactam significativamente o uso desses produtos.

Por conta dos vários benefícios relacionados ao seu consumo, as farinhas de insetos vêm sendo estudadas e incorporadas a alimentos destinados ao consumo humano, apesar de apenas alguns países da União Européia se dotaram de legislações internas que regulam o comércio de alimentos à base de insetos (MANCINI *et al*, 2019).

O rótulo e o país de origem são os fatores mais relevantes para os consumidores que venham a adquirir a farinha de insetos e seus produtos derivados, pois transmitem maior

credibilidade, no caso dos rótulos, e a noção de uma maior segurança alimentar, a depender da noção que um determinado público tem dos produtos importados de determinado país ou região. Um outro fator importante, é que os produtos os quais são incorporados da farinha de insetos têm uma maior aceitabilidade que a farinha em si, devido a sensação de distanciamento da condição nutricional do produto para a matéria-prima (KUFF *et al*, 2023).

Limoeiro (2021) ressalta que as condições gerais das farinhas podem diferir conforme as técnicas empregadas para a sua condição, ou se a farinha foi deslipidificada ou não, sendo esta, a farinha obtida através da remoção parcial ou total do conteúdo lipídico do inseto com a finalidade de retardar efeitos oxidativos no produto final. O autor Limoeiro (2021) também discorre sobre o emprego das farinhas de inseto em produtos voltados para a panificação como pães, bolos e biscoitos, que sobre as determinadas proporções, não demonstram alterar os aspectos sensoriais originais dos produtos e proporcionam um aumento da qualidade nutricional dos mesmos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

As larvas do tenébrio gigante (matéria-prima) foram doadas pela empresa Protômega, localizada na cidade de Fortaleza (CE) e transportadas vivas e à temperatura ambiente para o Laboratório de Carnes e Pescado da Universidade Federal do Ceará. As larvas foram lavadas em água corrente e posteriormente transferidas para bandejas devidamente secas e sanitizadas, pesadas em balança semi-analítica e, em seguida, foram levadas a um freezer, onde permaneceram por um período de 1 hora, à temperatura de $-18 \pm 2^\circ \text{C}$ para que ocorresse o abate por congelamento.

4.2 Preparo da amostra

Após o abate, as larvas foram colocadas em uma panela de aço inox, onde foi realizado o branqueamento, para impedir o escurecimento enzimático nas etapas posteriores, o qual consistiu na escaldagem das larvas utilizando o binômio tempo/temperatura de 2 min/95°C e, posterior banho de gelo em um recipiente plástico contendo água gelada e gelo, para interrupção imediata do cozimento. Em seguida, a amostra branqueada foi triturada em um multiprocessador Mondial (modelo MPN-01-BE) até adquirir a consistência de pasta e

posteriormente foi depositada em uma panela de aço inox contendo água destilada equivalente a 50% da massa de amostra. Durante o cozimento, o qual perdurou por 25 min, a massa foi revolvida com o auxílio de uma espátula, para evitar que a amostra grudasse na panela.

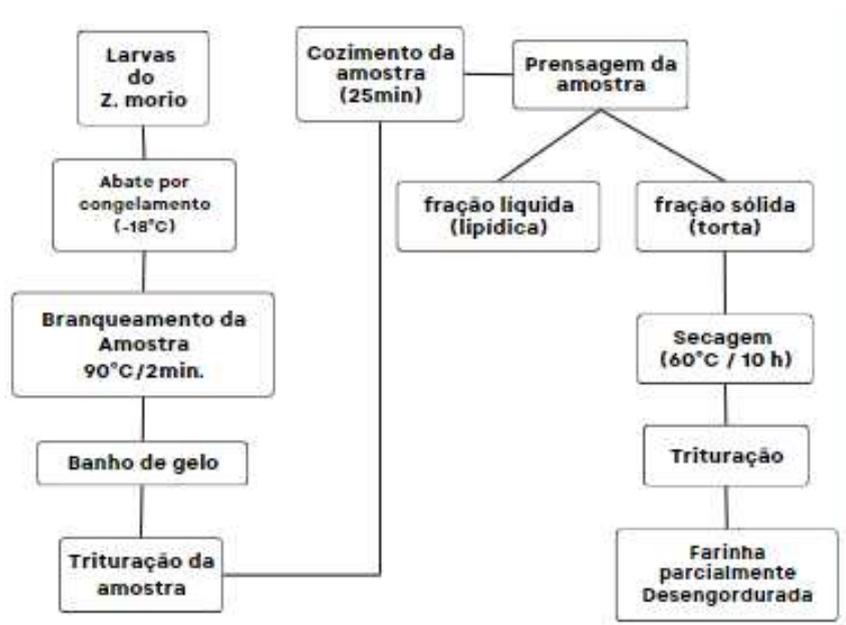
4.2 Obtenção da farinha do tenébrio

Após o cozimento, a amostra foi despejada e envolvida em um tecido BP031-100 (Poliéster/Algodão), o qual atuou como meio filtrante e, em seguida, prensada com o auxílio de uma prensa manual. Da prensagem foram obtidos o caldo e a torta. O caldo de prensa continha grande teor lipídico e foi escorrido da amostra, sendo o processo considerado finalizado quando não se conseguia mais extrair nenhum líquido. A torta de prensa, resultante da massa prensada após a retirada do caldo, foi transferida para bandejas de aço inox devidamente forradas com papel alumínio, e espalhadas ao máximo para aumento da área superficial de contato. Em seguida, as bandejas contendo a torta de prensa foram colocadas em uma estufa com circulação de ar à temperatura de 60°C por um período de 10 horas.

Com o término do período de secagem, a estufa foi desligada e a amostra permaneceu em repouso por aproximadamente 40 minutos para atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, a amostra (considerada farinha das larvas do tenébrio *Zophobas morio* desengordurada) foi triturada no multiprocessador citado anteriormente até adquirir a consistência de pó, sendo em seguida pesada em balança semi-analítica.

A Figura 3 mostra o fluxograma de preparo da amostra e obtenção da farinha.

Figura 3 – Fluxograma do processamento da farinha desengordurada do tenébrio gigante



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

4.3 Avaliação da toxicidade aguda da farinha das larvas do tenébrio gigante (*Zophobas morio*)

A verificação da toxicidade aguda consiste na verificação do potencial letal de 50% do total de Nauplius utilizados no teste, também conhecido como dose letal 50% (DL50), sendo os casos onde a mortalidade é inferior a 50% associados a fatores genéticos, ambientais e/ou fisiológicos, que são indiferentes à substância de estudo (MARTINS *et al*; 2021).

4.3.1 Preparação do meio de eclosão

A análise foi feita de acordo com a metodologia descrita por Meyer *et al* (1982). Para simular o ambiente ideal para a eclosão do organismo teste *Artemia salina*, foi preparado um *habitat* artificial de acordo com Cunha (2021), utilizando água salina composta por 15,15 g/L de cloreto de sódio, 3,13 g/L de cloreto de magnésio hidratado, 3,87 g/L de sulfato de magnésio hidratado 9,88 g/L de cloreto de cálcio hidratado, 0,41 g/L de cloreto de potássio e 0,11 g/L de carbonato de sódio, previamente preparado, com pH mantido na faixa alcalina de

8,00 - 9,00 por meio de solução 0,1 mol L⁻¹ de NaOH.

4.3.2 Extração dos componentes bioativos

A maceração foi utilizada como método extrativo para avaliação do efeito toxicológico da farinha das larvas do tenébrio gigante, pois a amostra não pôde ser solubilizada no meio, tendo então de ser macerada na intenção de que caso haja algum composto bioativo na amostra, este seria transferido para o filtrado correspondente. A extração consistiu na mistura de 50 mg da amostra em 100 mL de água destilada à temperatura ambiente e sob agitação constante por 4 minutos. Após a agitação, a amostra foi depositada em frascos de vidro âmbar e permaneceu em repouso por um período de 24 horas. Passado o período de repouso a amostra foi filtrada e armazenada em frascos de vidro âmbar, a -18 °C, de acordo com a metodologia empregada por Handa *et al.* (2008).

4.3.3 Execução da análise

Os cistos foram depositados nos respectivos meios, mantidos à temperatura ambiente (25°C), luminosidade e oxigenação constantes por 48 h. Ao eclodirem, os náuplios foram depositados de dez em dez unidades em frascos e submetidos ao teste de toxicidade da farinha das larvas do tenébrio gigante, nas concentrações de 1000, 500, 100, e 10 µg/mL por 24 h. As amostras foram diluídas nos respectivos meios de forma distinta. Também foi preparado um grupo controle contendo náuplios dispersos apenas na água salina. Cada concentração foi feita em triplicata e o ensaio foi repetido três vezes.

4.4 Composição centesimal e valor calórico da farinha das larvas do tenébrio gigante (*Zophobas morio*)

A determinação da composição centesimal da farinha das larvas do tenébrio gigante foi realizada de acordo com *Association of Official Agricultural Chemists* AOAC (2011), em triplicata.

4.4.1 Umidade

A umidade da amostra foi determinada através da diferença do peso de uma cápsula de porcelana contendo a amostra seca e do peso da mesma cápsula de porcelana vazia. Para isso, primeiramente foram escolhidas cápsulas de porcelana devidamente codificadas e limpas. Estas então foram levadas até a estufa onde foram aquecidas à 105 °C durante 4 horas e posteriormente transferidas para um dessecador até que atingissem a temperatura ambiente. Após esse período, as cápsulas foram levadas até uma balança analítica de precisão. Ao ser pesada, e tendo a massa devidamente anotada, a balança era tarada e em seguida ia sendo adicionado $5,0 \pm 0,001$ g da amostra em cada cápsula, as quais posteriormente foram levadas à estufa e mantidas à 105 °C por um período de 16 a 18 horas. Passado o tempo de secagem, as cápsulas contendo as amostras secas foram levadas até um dessecador e mantidas até que atingissem a temperatura ambiente, para então serem pesadas na mesma balança analítica usada anteriormente, e os cálculos pudessem ser realizados através da seguinte relação:

$$\% \text{ Umidade} = (\text{CAU} - \text{CAS}) \times 100 / \text{CAU} - \text{C}$$

Onde:

C = Massa da cápsula vazia

CAU = Massa da cápsula + amostra úmida

CAS = Massa da cápsula + amostra seca

4.4.2 Proteínas

Para a quantificação percentual das proteínas, foi utilizada a metodologia *micro-Kjeldahl*. As amostras foram pesadas em uma balança analítica de precisão ($0,1 \pm 0,001$ g), envolvidas em papel vegetal livre de oxigênio, e adicionadas de mais 2,0 g da mistura catalítica em cada tubo. Em seguida os tubos foram levados até a capela, onde foram pipetados 4 mL de ácido sulfúrico P.A. Cada tubo foi levemente agitado e posteriormente foram conduzidos para o digestor de proteínas, onde foram aquecidos gradualmente (em intervalos de 50 °C) até atingirem a temperatura de 350 °C, e mantidos a essa temperatura até que a digestão fosse concluída, a qual foi indicada pela coloração verde no conteúdo dos tubos. Após a digestão, houve o repouso dos tubos até que atingissem a temperatura ambiente,

com a adição de pequenas porções de água destilada para que fosse evitada a cristalização da amostra.

Posteriormente, os tubos foram conduzidos até o destilador de nitrogênio, onde foram acrescidos de hidróxido de sódio (NaOH) 50%, até que atingissem a coloração marrom. Foram preparados, para cada tubo, um erlenmeyer (250 mL) contendo cerca de 20 mL de solução de ácido bórico a 4%, além de 3 gotas do indicador misto, para a recepção do destilado. A destilação da amônia foi considerada completa quando cada erlenmeyer receptor, com conteúdo oriundo da destilação de coloração verde, estivesse com volume dentro da faixa de 50 e 75 mL, com a finalidade de garantir que todo o nitrogênio presente na amostra, dadas as devidas condições, estivesse presente na forma de destilado. As amostras foram então tituladas com solução de ácido clorídrico 0,10245M até o ponto de viragem, com coloração levemente avermelhada e o volume de HCl gasto foi devolvido. O teor proteico percentual foi determinado de acordo com as seguintes relações:

$$\% \text{ Nitrogenio total} = (V \times M \times 0,014 \times 100) / m$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrogênio total} \times F$$

Onde:

V = Volume de HCl 0,1M utilizado na titulação

M = Molaridade real do HCl 0,1M (que corresponde a aproximadamente 0,10245M)

m = Massa em gramas da amostra

F = Fator de conversão da relação nitrogênio/proteína (F = 6,25 para carnes e pescados)

4.4.3 Lipídios

O teor lipídico, em percentual, das amostras foi determinado através do extrator *Soxhlet*, utilizando as amostras oriundas da análise de umidade, e portanto desidratadas e com a massa de cada amostra previamente registrada. Cada amostra foi envolvida em algodão anidro e posteriormente depositada em um cartucho de papel filtro, devidamente identificados com a mesma codificação das cápsulas oriundas da análise de umidade. Em paralelo, foram preparados os tubos de gordura, os quais foram limpos e secos em estufa, e em seguida adicionados de 100 mL do solvente hexano, e acoplados no extrator, sendo cada tubo de gordura equivalente a um cartucho.

Os cartuchos então foram devidamente acoplados no aparelho e o sistema de extração foi ligado e mantido em funcionamento durante 8 horas. Ao final do procedimento, o

hexano que foi aquecido pelo sistema promoveu o arraste do conteúdo lipídico da amostra para os tubos de gordura e a quantificação de cada amostra foi feita de acordo com a seguinte relação:

$$\% \text{Lipídios} = (\text{FG} - \text{FV}) \times 100 / (\text{CA} - \text{CV})$$

Onde:

CA = Massa da cápsula + amostra

CV = Massa da cápsula vazia e seco

FG = Massa do frasco (tubos) de gordura + amostra

FV = Massa do frasco (tubos) de gordura vazio e seco

4.4.4 Cinzas

Para a determinação do percentual de cinzas da amostra, pesou-se $5,0 \pm 0,001$ g da amostra, à temperatura ambiente, utilizando uma balança analítica de precisão e cadinhos cuja massa foi anteriormente anotada além de terem sido previamente secos em estufa (à 105 °C) e devidamente codificados. Em seguida, os cadinhos contendo as amostras foram levados até o forno mufla, onde foram aquecidos à $550 \text{ °C} \pm 5^\circ \text{ C}$ até a obtenção das cinzas, as quais foram identificadas quando as amostras apresentaram coloração ligeiramente acinzentada. O forno mufla então foi desligado e quando este atingiu a temperatura de 200 °C, os cadinhos foram transferidos para um dessecador e mantidos lá até que atingissem a temperatura ambiente (25 °C), quando puderam ser devidamente pesados e os cálculos fossem feitos de acordo com a seguinte relação:

$$\% \text{ Cinzas} = (\text{CAC} - \text{CA}) \times 100 / (\text{CAA} - \text{CA})$$

Onde:

CA = Massa do cadinho vazio

CAA = Massa do cadinho + amostra

CAC = Massa do cadinho + cinzas geradas na análise

4.4.5 Carboidratos

O teor de carboidratos foi estimado pela diferença entre 100% menos a soma das porcentagens dos demais componentes.

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ U} + \% \text{ P} + \% \text{ L} + \% \text{ C})$$

Onde:

% U = Percentual de umidade

% P = Percentual de proteínas

% L = Percentual de lipídios

% C = Percentual de cinzas

4.4.6 Valor energético

O valor calórico (VC) foi estimado através dos fatores de conversão de Atwater, seguindo a metodologia de Osborne; Voogt (1978), de acordo com a relação abaixo, e seus resultados foram expressos em Kcal.g⁻¹:

$$\text{VC} = (\% \text{ P} \times 4,0) + (\% \text{ L} \times 9,0) + (\% \text{ C} \times 4,0)$$

Onde:

% P = Percentual de proteínas

% L = Percentual de lipídios

% C = Percentual de carboidratos

4.5 Avaliação da estabilidade oxidativa da farinha das larvas do tenébrio gigante (*Zophobas morio*)

A avaliação da estabilidade oxidativa da farinha das larvas do tenébrio gigante foi realizada quinzenalmente por um período de 60 dias à temperatura ambiente (25 °C). As amostras foram analisadas em triplicata quanto ao pH, Aw, Cor e TBARS.

4.5.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

As análises consistiram nas respectivas medições dos valores de pH das amostras, através de um pHmetro digital modelo (TECNAL), de acordo com AOAC (2011). Cada amostra da farinha das larvas do tenébrio gigante foi pesada em balança analítica de precisão (5,0 ± 0,001 g), em seguida foi acrescida de 50 mL de água destilada, e agitada com o auxílio de um bastão de vidro. A leitura do pH foi realizada pela inserção do eletrodo na amostra homogeneizada.

4.5.2 Cor

Utilizando um colorímetro MINOLTA (modelo CR 400), foram realizadas as análises de cor através do sistema CIE $L^*a^*b^*$. A amostra da farinha foi depositada sobre o recipiente próprio para a análise e o aparelho realizou a leitura que engloba os padrões de luminosidade (L^*), que varia do preto (0) ao branco (100), coordenada a^* , que representa a intensidade da cor vermelho/verde ($+a$ indica vermelho (0 a 100) e $-a$ indica verde (-80 a 0)); e coordenada b^* , que representa a intensidade da amarelo/azul ($+b$ indica amarelo (0 a 70) e $-b$ indica azul (-100 a 0)).

4.5.3 Atividade de água (A_w)

Os valores referentes à atividade de água (A_w) foram obtidos através do equipamento AQUALab (4TE). As amostras foram depositadas nos recipientes próprios para leitura automática por parte do aparelho, até aproximadamente metade do volume total de cada recipiente, e em seguida, acoplados consecutivamente ao aparelho que ia sendo acionado para realização da leitura. Após alguns minutos, o resultado referente ia sendo devidamente anotado.

4.5.4 Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

Através do método TBARS, foi analisada a oxidação lipídica da amostra. Pesou-se 10 g da farinha das larvas do tenébrio gigante, em triplicata, e posteriormente foi adicionado 1mL da solução de BHT 0,15% e 40 mL da solução de TCA 5%. Em seguida, os tubos foram centrifugados a 10.000 rpm, por 10 minutos e a 4 °C. Após a centrifugação o sobrenadante foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de 50 mL e completado com o TCA 5%. Foram então retiradas e transferidas alíquotas de 2 mL do conteúdo do balão volumétrico para tubos de ensaio com tampa. Em cada tubo, foram adicionados mais 2 mL de solução de TBA 0,08 M, sendo posteriormente agitados por um minuto e colocados em banho-maria por 50 minutos. Em seguida, os tubos foram submetidos a um banho de gelo para redução imediata da temperatura ambiente e em seguida, utilizando um espectrofotômetro (modelo SP-22), foram feitas as leituras das absorbâncias a 531 nm. O valor de TBARS foi calculado conforme relação indicada abaixo e os resultados foram expressos em mg MAD/kg de amostra.

$$\text{mg de MDA / kg} = (25 * C) / P$$

Onde

P = Peso da amostra

25 = Equivalente à diluição

C= Concentração correspondente à absorbância na curva padrão ($\mu\text{g MDA} / 2 \text{ mL}$)

4.6 Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparados pelo Teste de Tukey a um nível de 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico PAST 2023.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação da toxicidade aguda da farinha das larvas do tenébrio gigante (*Zophobas morio*)

No teste realizado no presente trabalho, dos 90 náuplios utilizados, 7 deles foram a óbito após 24 h, indicando caráter atóxico da farinha das larvas do tenébrio gigante, nas concentrações trabalhadas, sendo $DL_{50} > 1000 \mu\text{g/mL}$.

5.2 Composição centesimal e valor calórico da farinha das larvas do tenébrio gigante (*Zophobas morio*)

Os valores referentes à composição centesimal da farinha das larvas do tenébrio gigante estão expostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição centesimal da farinha das larvas do tenébrio gigante *Zophobas morio* (\pm desvio padrão)

Componentes	Farinha das larvas do tenébrio gigante (<i>Zophobas morio</i>)
Umidade (%)	3,39 \pm 0,13
Proteínas (%)	70,49 \pm 0,15
Lipídios (%)	14,12 \pm 0,07
Cinzas (%)	2,49 \pm 0,14
Carboidratos (%)	9,45 \pm 0,12
Valor calórico (kcal/g)	446,90 \pm 0,70

Fonte: Elaborado pelo autor.

A farinha apresenta aproximadamente 96,6% de matéria seca sendo o componente mais representativo, as proteínas, seguido dos lipídios e carboidratos, e apresenta um teor de cinzas inferior a 2,50%. Por se tratar de uma farinha de origem animal, era esperado que o teor lipídico e o teor proteico fossem os percentuais mais representativos. Foi possível notar uma grande diferença em relação ao teor protéico encontrado por Araújo *et al* (2019), que desenvolveram uma farinha semelhante, porém, obtiveram 46,80 \pm 1,78% de proteína e 43,64 \pm 0,47% de conteúdo lipídico. Já Jabir, Razak e Vikineswary (2021) desenvolveram uma farinha feita das larvas do tenébrio gigante (92,49% de matéria seca) para a alimentação de alevinos de tilápia, encontraram um teor proteico e lipídico de 47,43% e 40,01% respectivamente.

Provavelmente essa variação no conteúdo proteico está relacionada com a forma como a qual a farinha foi obtida. Enquanto no presente estudo, a amostra foi submetida a um processo de cozimento e prensagem para remoção do conteúdo lipídico antes da etapa de secagem, no trabalho feito por Araújo *et al* (2019) e por Jabir, Razak e Vikineswary (2021), a secagem foi aplicada na amostra integral fazendo com que o conteúdo lipídico original fosse mantido e tornando ambas as amostras mais gordurosas e por conseguinte, mais suscetíveis à ação oxidativa.

Moyses e Hirata (2021) elaboraram dois tipos de farinha das larvas de *Tenebrio molitor*: a primeira foi feita das larvas de forma integral, semelhante a Araújo *et al* (2019) e Jabir, Razak e Vikineswary (2021), no entanto, a segunda farinha, passou por um processo de remoção do conteúdo lipídico, através da aplicação de hexano na proporção 1:3 de farinha e

solvente, e uso de nitrogênio gasoso para remoção dos resíduos do solvente. A farinha do *Tenebrio molitor* desengordurada de Moyses e Hirata (2021) apresentou teores percentuais de umidade, proteínas, lipídios, cinzas e carboidratos de $12,20\% \pm 0,90\%$, $60,50\% \pm 7,50\%$, $7,90 \pm 1,80\%$, $4,00 \pm 0,10\%$ e $15,43\%$, respectivamente, os quais se assemelham aos valores encontrados no presente trabalho. Tais semelhanças provavelmente estão relacionadas à etapa de redução do conteúdo lipídico a que ambas as farinhas foram submetidas, no entanto, o processo de prensagem utilizado no presente trabalho apresenta uma vantagem econômica por se tratar de um processo físico, diferente do aplicado pelos referidos autores, que dependiam do uso de solvente e de uma etapa posterior para a remoção dos resíduos químicos.

Silva (2021), elaborou duas farinhas de *Gryllus assimilis* sendo uma das amostras seca a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ e a outra a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, estando ambas portanto próximas à faixa de temperatura de secagem de $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ da farinha desenvolvida no presente artigo. Para a farinha seca a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, os teores de umidade, proteínas, lipídios, cinzas e carboidratos foram respectivamente de $4,75\%$, $63,66\%$, $24,08\%$, $2,64\%$ e $8,41\%$, enquanto a farinha seca a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, apresentou na mesma ordem os teores de $2,32\%$, $59,80\%$, $21,42\%$, $2,83\%$ e $15,61\%$. Comparando ambas aos percentuais expressos na Tabela 2, nota-se que o teor lipídico das farinhas de *Gryllus assimilis* são superiores o que torna as amostras mais propensas a oxidação do que a farinha das larvas do tenébrio gigante, que por sua vez, apresenta teor de proteína superior a ambas.

Lima (2013) em seu manual sobre aproveitamento de resíduos de pescado para a elaboração de farinha, diz que uma farinha de alta qualidade deve conter no mínimo 60% de proteína e no máximo 10% , 8% , 5% e 2% de umidade, gordura, cloretos expressos em NaCl e areia. De acordo com o que mostra a Tabela 2, pode-se inferir, portanto, que a farinha das larvas do tenébrio gigante que foi desenvolvida neste trabalho é uma farinha de pescado de alta qualidade segundo.

Na Tabela 3 encontram-se os teores de matéria seca e de proteína de diversas farinhas estudadas por Rojas *et al.* (2015) as quais foram comparadas à farinha das larvas do tenébrio gigante desenvolvida no presente trabalho.

Tabela 3: Percentual proteico e de massa seca de várias farinhas, em comparação à farinha das larvas do tenébrio gigante

	FSF-CV	FSC - CV	FP	FF	FSBA	SLP	FLTG
%MS	92.97	90.69	93.70	96.80	94.80	84.15	96,60
%P	52.96	44.93	61.47	66.04	62.25	13.53	70,49

Fonte: Rojas, *et al*; 2015.

Farelo de soja fermentado (FSF-CV), farelo de soja convencional (FSC-CV), farinha de peixe (FP), farinha de frango (FF), farinha de subprodutos de aves (FSBA) e soro de leite em pó (SLP), em relação ao percentual de matéria seca (%MS) e teor proteico (%P), em comparação com a farinha das larvas do tenébrio gigante (FLTG)

Em relação ao teor de matéria seca, a farinha de frango (Tabela 3) foi a que mais se aproximou da farinha desenvolvida no presente trabalho (FLTG). Isto talvez tenha ocorrido por condições semelhantes de secagem.

Com relação ao teor proteico, a farinha das larvas do tenébrio gigante (70,49%) supera o de todas as farinhas mostradas na Tabela 3. Isso se dá provavelmente pelo fato dos insetos, no geral, apresentaram proporcionalmente um teor proteico corpóreo bem maior do que o dos animais citados, os quais se refletem diretamente nos produtos que são gerados por tais matérias-primas (OLIVEIRA *et al*, 2020). Provavelmente, as farinhas desenvolvidas com carcaças, por exemplo, apresentam um maior teor de cinzas devido aos resíduos minerais dos ossos, o que afetaria diretamente no percentual dos demais componentes. Isso não seria observado no caso do *Zophobas morio*, já que mesmo o seu exoesqueleto tem substâncias proteicas como base, evitando assim a interferência de outros componentes no rendimento do teor em questão.

Chambo (2018) elaborou uma farinha de CMS de tilápia do Nilo obtendo os seguintes percentuais: proteínas ($78,60 \pm 0,23\%$), lipídios ($13,15 \pm 0,12\%$), umidade ($3,63 \pm 0,09\%$), cinzas ($4,26 \pm 0,16\%$) e de carboidratos ($0,35 \pm 0,12\%$), próximos aos obtidos para a farinha elaborada das larvas do *Zophobas morio*. No entanto, elaborar farinha de insetos parece ser mais vantajoso, pois consiste em uma matéria-prima com um menor custo, além de um menor risco microbiológico relacionado à manipulação.

Com relação ao valor calórico, as farinhas de origem vegetal tais como a farinha de trigo (347 kcal), de aveia (404 kcal) e de linhaça (480 kcal), que são a base de inúmeros produtos da panificação, apresentam um valor energético próximo ao da farinha desenvolvida no presente trabalho (446,90 kcal). No entanto, o conteúdo calórico das farinhas de origem

vegetal está relacionado ao seu alto teor de carboidratos (TORRES, 2020) enquanto a farinha das larvas do tenébrio gigante está relacionada ao seu teor proteico.

5.3 Avaliação da estabilidade oxidativa da farinha das larvas do tenébrio gigante (*Zophobas morio*)

5.3.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

Na Tabela 4 encontram-se os valores de pH da farinha das larvas do tenébrio gigante (*Zophobas morio*). Observa-se que não houve diferença significativa entre os valores registrados durante os 60 dias de estocagem à temperatura ambiente, pois o T_{critico} (0,1684) obteve um valor superior ao $T_{\text{calculado}}$ (0,1613).

Tabela 4 – Valores de pH da farinha das larvas do tenébrio gigante (*Zophobas morio*), armazenada durante 60 dias à temperatura ambiente

Tampo	Dia 0	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60
Amostra	6,56 ^a ± 0,01	6,57 ^a ± 0,01	6,55 ^a ± 0,02	6,58 ^a ± 0,01	6,58 ^a ± 0,01

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

De acordo com Miranda e El-Dash (2002), farinhas armazenadas à longos períodos de tempo têm sua acidez aumentada devido a diversos fatores tais como: produção de ácidos graxos pela hidrólise gradual dos lipídios e hidrólise proteica, que acarreta na produção de ácido fosfórico. Os autores avaliaram a estabilidade da farinha de trigo integral por oito meses e no tempo 0, o pH foi de 6,40, o qual foi decaindo até atingir o valor de 6,31 no oitavo mês. Ao comparar esses valores com os expressos na Tabela 4, é possível observar que o pH da farinha das larvas do tenébrio gigante, se manteve estável durante os dois meses de análise, registrando um valor mais próximo da neutralidade. Isso pode indicar que essa farinha está menos suscetível a processos deteriorativos.

Em estudos feitos com outras farinhas de origem animal, foi identificado o pH de 6,74 (MACEDO, 2019) para a farinha integral de tilápia, 6,5 para farinha de silagem de pescado (ENKE *et al*, 2019), ambas logo após o preparo, e pH de 6,70 para farinha de CMS de tilápia sob teste acelerado de vida de prateleira, nas condições de 60 °C durante 10 dias

(CHAMBO, 2018). Nota-se que mesmo após 2 meses de armazenamento à temperatura ambiente, a farinha das larvas do tenébrio gigante apresentou valores de pH próximos aos das farinhas de pescado citadas, porém este pH se manteve estável durante todo o estudo.

5.3.2 Análise de Cor

Estão expressos na Tabela 5, os valores referentes às coordenadas L*, a* e b* da farinha das larvas do tenébrio gigante.

Tabela 5 – Valores das coordenadas L*, a* e b* da farinha das larvas do tenébrio gigante (*Zophobas morio*), armazenada durante 60 dias à temperatura ambiente

	Dia 0	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60
L*	64,10 ^a ± 1,15	65,72 ^a ± 1,09	65,12 ^a ± 0,70	64,64 ^a ± 0,10	66,16 ^a ± 0,01
a*	-3,11 ^a ± 0,20	-3,11 ^a ± 0,20	-2,90 ^a ± 0,08	-2,80 ^a ± 0,07	-3,48 ^b ± 0,04
b*	1,88 ^a ± 0,34	2,40 ^a ± 0,15	2,09 ^a ± 0,18	2,50 ^a ± 0,34	3,58 ^b ± 0,03

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Em relação ao parâmetro luminosidade da amostra (L*), não houve diferença significativa durante os dois meses de armazenamento.

Com relação a coordenada a* (Tabela 5), só houve diferença significativa ao final do tempo de armazenamento. Os valores encontrados variaram de -2,84 a -3,46, podendo-se inferir que com o passar do tempo a amostra tende a adquirir uma coloração levemente esverdeada

Já os valores da coordenada b* variaram de 2,34 a 3,56, o que indica uma tendência ao amarelo com o passar do tempo de armazenamento. Também só houve diferença significativa para b* ao final do tempo de estocagem.

Chambo (2018) analisou o componente L* das farinhas de cabeça, carcaça e CMS de tilápia e, observou valores variando de 55,32 a 77,19, sendo a mais escura a farinha de CMS. Segundo o autor, o teor lipídico da farinha de CMS provavelmente causou um efeito de escurecimento da farinha, já que era maior na CMS do que nas demais.

Souza *et al.* (2020) desenvolveram uma farinha de pescado à base de co-produtos do peixe curimba e obtiveram 51,91 para a coordenada L*. Já Graça (2020) caracterizou uma

farinha de trigo para posterior aplicação em panificação, e encontrou o valor de de 91,99 para L^* . Com isso, é possível notar que a farinha desenvolvida no presente artigo é mais clara que as farinhas de pescado citadas, mas não chega a apresentar um padrão de luminosidade semelhante ao da farinha de trigo. Talvez isso esteja relacionado justamente ao que foi apontado por Chambo (2018) sobre o teor lipídico, já que o da farinha das larvas do tenébrio gigante (14,12%) é bem próximo ao da farinha de CMS de tilápia (13,15%) desenvolvida por ele.

Em relação à coordenada a^* , Chambo (2018), Souza *et al.* (2020) e Graça (2020) obtiveram os valores de 4,73, 4,47 e -0,39, respectivamente. Em comparação com os valores demonstrados na Tabela 5, a farinha das larvas do tenébrio gigante se encontra dentro da faixa correspondente aos tons levemente esverdeados, assim como a farinha de trigo. Já as farinhas de pescado, se encontram na faixa dos tons levemente avermelhados, o que demonstra uma maior proximidade da farinha do tenébrio com a farinha vegetal, em relação a esse parâmetro.

Já para o parâmetro b^* , as amostras de Chambo (2018) variaram de 4,13 a 9,51, enquanto Souza *et al.* (2020) encontraram 17,45 e Graça (2020) 11,31. Conforme expresso na Tabela 5, o máximo que a farinha das larvas do tenébrio gigante atingiu foi o valor de 3,46 para essa coordenada. Diferente da coordenada a^* , os valores encontrados pelos autores citados e os que estão expressos no presente trabalho encontram-se dentro da faixa correspondente ao amarelo, no entanto, o valor da farinha do tenébrio é bem menos intenso que nas demais, demonstrando uma tonalidade mais próxima da neutralidade em relação a farinha de trigo e as farinhas de pescado.

Com isso, pode-se observar que no geral, a coloração referente a farinha desenvolvida no presente trabalho possui uma neutralidade maior que as farinhas de pescado, por apresentar os valores de a^* e b^* mais próximos de 0 que as coordenadas das farinhas de pescado citadas. Tal característica aparentemente demonstra uma certa vantagem da farinha das larvas do tenébrio gigante já que uma menor intensidade de cor pode gerar menos alterações sensoriais relacionadas à coloração, podendo ser adicionada em diferentes produtos tanto de origem animal quanto vegetal, evitando assim um impacto sensorial negativo que poderia vir a afetar a intenção de compra dos produtos.

5.3.3 Atividade de água (A_w)

Na Tabela 6 encontram-se os valores de A_w da farinha de tenébrio estocada à temperatura ambiente por 60 dias.

Tabela 6 – Valores de A_w da farinha das larvas do tenébrio gigante (*Zophobas morio*), armazenada durante 60 dias à temperatura ambiente

Tampo	Dia 0	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60
Amostra	0,37 ^a ± 0,00	0,38 ^a ± 0,01	0,37 ^a ± 0,00	0,38 ^a ± 0,00	0,36 ^a ± 0,00

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Observa-se que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os valores de A_w das amostras de farinha de tenébrio nos dias 0 e 60, dado o valor do $T_{\text{crítico}}$ (0,02776) ser superior ao valor do $T_{\text{calculado}}$ (0,005536), demonstrando que a amostra permaneceu estável até o período de armazenamento.

Em um estudo envolvendo a elaboração de farinhas de trigo em quatro processos diferentes, foi identificado valores médios da atividade de água das amostras, armazenadas a 5 °C, variando entre 0,48 e 0,51, porém, sem diferenças significativas, segundo a autora Jara, (2018). A autora salienta que valores acima de 0,50 de A_w para farinhas começa a tornar o meio propício à ação microbiana, reduzindo a vida de prateleira do produto, mas não foi identificado o desenvolvimento de fungos nas amostras em questão. Os valores encontrados para a A_w da farinha das larvas do tenébrio gigante (Tabela 6) foram inferiores, demonstrando que há uma menor quantidade de água disponível para ação microbiana, contribuindo para que haja uma vida de prateleira maior dessa farinha.

Chambo (2018), que desenvolveu farinhas de diferentes co-produtos da tilápia do Nilo, realizou as análises de atividade de água e constatou a faixa de 0,36, 0,29 e 0,31 das farinhas de cabeça, carcaça e CMS, respectivamente. Tais valores são semelhantes aos aferidos durante o período de armazenamento da farinha das larvas do tenébrio gigante deste estudo.

5.3.4 Análise de TBARS

A Tabela 7 expressa os valores de TBARS das amostras durante o período de armazenamento, os quais variaram entre 0,61 e 0,65 mg de MAD/kg de produto.

Tabela 7 – Valores de TBARS da farinha das larvas do tenébrio gigante (*Zophobas morio*), armazenada durante 60 dias à temperatura ambiente

Tempo	Dia 0	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60
Amostra	0,61 ^a ± 0,00	0,62 ^a ± 0,00	0,62 ^a ± 0,01	0,65 ^a ± 0,02	0,64 ^a ± 0,03

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Não houve diferença significativa nos valores de TBARS da amostra entre os dias 0 e 60, pois o $T_{\text{calculado}}$ (0,06820) foi inferior ao T_{critico} (0,09743). Os valores de TBARS encontrados por Chambo (2018) para a farinha de CMS de pescado variam de 1,53 a 2,95 mg de malonaldeído/kg de amostra observados no final do armazenamento (tempo 240 h). Segundo o autor, não há um consenso na literatura sobre quais os níveis de tolerância relacionados à concentração do malonaldeído em substâncias cárneas, principalmente relacionados ao pescado. Ainda, a literatura aponta que são prejudiciais à saúde do consumidor amostras com valores acima de 1,59 mg de aldeído malônico/kg, mas também, apontando outras referências, que o valor mínimo tolerado é de 3,0 mg das mesmas substâncias. Também foram apresentados por Chambo (2018) diversos resultados obtidos por outros autores, durante a estocagem de amostras de filé de tilápia sob refrigeração, na faixa de 0,14 a 1,6 mg MDA.kg⁻¹.

Independente de qual das faixas apresenta o teor de segurança mais condizente com a realidade, se comparada a farinha de CMS do autor supracitado, a farinha das larvas do tenébrio gigante apresentou pico máximo de 0,65 mg MDA.kg⁻¹, bem inferior aos 2,6 mg MDA.kg⁻¹ relatado por Chambo (2018) e aos demais valores reportado pelos outros autores que trabalharam com farinha de pescado. Diante disso, pode-se inferir que a farinha desenvolvida no presente estudo provavelmente é mais resistente ao processo de oxidação lipídica quando comparada com as farinhas de pescado citadas.

6 CONCLUSÃO

A elaboração da farinha das larvas do tenébrio gigante se mostrou plenamente possível e demonstra ser uma alternativa com potencial tão promissor quanto as farinhas de pescado, porém, com a vantagem de apresentar uma menor dificuldade na padronização e por

conter proteínas de melhor qualidade. Sua avaliação toxicológica aguda apresentou caráter atóxico, o que a torna propícia para a alimentação humana.

Com relação a sua composição centesimal, destaca-se o alto teor proteico (70,49%), demonstrando potencial de enriquecimento de produtos com déficit desse nutriente. É um produto que apresenta um alto valor energético apesar de que as técnicas empregadas no seu processamento conseguiram reduzir consideravelmente o teor lipídico, o que a torna menos susceptível a oxidação lipídica, o que foi evidenciado quando a farinha se mostrou oxidativamente estável durante os dois meses de armazenamento à temperatura ambiente, não apresentando mudanças de pH, de coloração, e na sua atividade de água e hidrólise lipídica..

Por se tratar de uma matéria-prima, do ponto de vista acadêmico e principalmente comercial/industrial, relativamente nova, ainda não há uma ampla gama de trabalhos relacionados ao tema, principalmente os que são direcionados para a alimentação humana. Com isso, o presente trabalho também contribuiu cientificamente servindo de base para trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Soelen et al. Produção de insetos edíveis e seus derivados para alimentação humana. Universidade Federal da Fronteira Sul - **XII Jornada de iniciação científica e tecnológica** - UFFS, v.1, n.12, 2022.
- AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 18 ed., Arlington, USA, 2011.
- ARAÚJO, Rafael Ribeiro Soares *et al.* Nutritional composition of insects *Gryllus assimilis* and *Zophobas morio*: Potential foods harvested in Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.76, n.3, p. 22-26. 2019
- BARUFALDI, M. **Insetos Comestíveis Disponíveis; tipos e normas de produção (Available Edible Insects; characteristics, types and production standards)**. Maurício Burufaldi. Recuperado em 31 de Maio de 2023. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/insetos-comest%C3%ADveis-dispon%C3%ADveis-tipos-e-normas-de-edible-barufaldi/>. Acesso em: 31 mai. 2023.
- CACCHIARELLI, Chiara *et al.* Effects of different blanching treatments on colour and microbiological profile of *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* larvae. **LWT - Food Science and Technology**, v. 157, 113112, 2022.
- CASTRO. Thailson de. **Obtenção e análise da composição centesimal de farinha de larvas de *Tenebrio molitor***. 2021. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Amazonas - Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas. Itacoatiara - PA. 2021. 28p.
- CHAMBO, Ana Paula Sartório. **Aproveitamento do resíduo de filetagem da tilápia do nilo para produção de farinhas com potencial aplicação na alimentação humana**. 2018. 78 f. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias. 2018.
- CHEUNG, Thelma Lucchese; MORAES Marília Soares. **Inovação no setor de alimentos: insetos para consumo humano**. Interações, Campo Grande/MS, v. 17, n. 3, p. 503-515, 2016.
- CORREIA, Paulo José dos Santos Ferreira. **Desenvolvimento de produtos de pastelaria elaborados com farinha de insetos**. 2019. 46 f. Dissertação. Universidade do Porto - Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação. 2019.
- COSTA-NETO, Eraldo Medeiros. Insetos como fontes de alimentos para o homem: valorização de recursos considerados repugnantes. **INCI**. Caracas. v.28, n.3. p.136-140, 2003.
- CRIZEL, R. L. **Prospecção de pigmentos produzidos por cochonilhas *Ceroplastes spp.* para aplicação em alimentos**. Universidade Federal de Pelotas. 2017.
- CUNHA, Fernando Eugênio. Teixeira. **Determinação do teor total de taninos e avaliação do potencial toxicológico de coprodutos de frutas tropicais comercializadas no Ceará**. 2021. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará (UFC). 2021.

ENKE, Dariane Beatriz Shoffen et al. **Produção e caracterização de farinha de silagem química de pescado, destinada à piscicultura**. Pubvet - Medicina Veterinária e Zootecnia. v.13, n.8, a 383, p. 1-9. 2019.

GRAÇA, Laís Borges. **Elaboração e caracterização de farinha de trigo e pão francês enriquecidos com colágeno hidrolisado**. 2020. 68 f. Dissertação. Universidade Federal de Sergipe. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia e Pesquisa de Alimentos. São Cristóvão-SE. 2020.

GUTKOSKI, Luiz Carlos *et al*; Influência do tipo de farinha de trigo na elaboração de bolo tipo inglês. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 14, n. 4, p. 275-282. 2011.

HANDA, Sukhedeey Swami; KHANUJA, Suman Preet Singh; LONGO, Gennaro.; RAKESH, Dev Dutt. **Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants**. Trieste: ICS Unido. p.266, 2008.

INSETOS na alimentação. Ciência de alimentos. **Blog: Jaleco Branco**. 2020. Disponível em: <https://cienciadealimentosblog.com.br/insetos-na-alimentacao/>. Acesso em: 05 jun. 2023.

JABIR, M. D. Abd Rahman; RAZAK S. A. e VIKINESWARY, S. Nutritive potential and utilization of super worm (*Zophobas morio*) meal in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juvenile. **African Journal of Biotechnology**. v. 11, n 24. P. 6592-6598. 2021.

JARA, Priscila Aryele. **Qualidade tecnológica e nutricional da farinha de trigo mourisco obtida a partir de diferentes processos**. 2018. 35 f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados – MS. p.40. 2018.

KLOSOWSK, Ana Lea Macohon; KUASOSKI, Marli.; BONETT; Maria Beatriz Petroski. Apicultura brasileira Inovação e propriedade industrial. **Revista de Política Agrícola**. v.19, n. 11. 2020.

KUFF, Rafaela Flores *et al*. The country-of-origin label impact on intention to consume insect-based food. **Appetite**. v. 180. 2023. 106355

LIMA, Leandro Kanamaru Franco. **Reaproveitamento de Resíduos Sólidos na Cadeia Agroindustrial do Pescado**. Embrapa Pesca e Aquicultura. Palmas-TO. 2013.

LIMOEIRO, Raphael. **Estudo de estratégias atuais para o uso de insetos e seus subprodutos na produção de alimentos**. 2021. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química. 2021.

MACEDO, Ana Beatriz Nascimento. **Produção e caracterização de farinha de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetida a diferentes tratamentos térmicos**. 2019. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Campina Grande. 2019.

MANCINI, Simone et al. European consumers' readiness to adopt insects as food. A review. **Food Research International**. v. 122, p. 661-678. 2019.

MATOS, Francielle Miranda; CASTRO, Ruan Janser Soares. Edible insects as potential sources of proteins for obtaining bioactive peptides. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, e2020044, 2021.

MEYER, B. N. et al. Brine shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. **Planta Medica**, v. 45, n.1, p. 31-34. 1982.

MIRANDA, Martha Zavariz; EL-DASH Ahmed. **Farinha integral de trigo germinado. 3. Características nutricionais e estabilidade ao armazenamento.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 22 n.3, 216-223, 2002.

MOYSES, Carime Carvalho; HIRATA, William Takeo. **Estudo das propriedades físico-químicas e funcionais da farinha de larva de Tenebrio molitor e sua aplicação em produtos cárneos.** 2021. 95 f. Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia. 2021.

OLIVEIRA, Carlos Wagner *et al.* Farinhas de insetos na avicultura industrial. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p.722-728, 2020.

OLIVEIRA, Maria Rodrigues Duarte de. **Perfil e digestibilidade de farinhas de insetos avaliadas com galos cecectomizados.** 2018. 68 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

OSBORNE, D. R.; VOOGT, P. **The analysis in nutrient of foods.** London: Academic Press. p. 251. 1978.

ROJAS, Oscar. J.; STEIN, Hans H. Efeito da substituição de farinha de peixe, farinha de frango ou sub-produtos do frango pela soja integral fermentada em dietas de leitões pós desmame. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.** v. 28, p. 22-41. 2015.

ROMEIRO, Edenilze Teles; OLIVEIRA, Israella Dias; CARVALHO, Ester Fernandes. Insetos como alternativa alimentar: artigo de revisão. **Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade.** Centro Universitário Senac. São Paulo - SP. v. 4, n. 1. 2015.

RUMBOS, C. I. e ATHANASSIOU, C. G. The Superworm, *Zophobas morio* (Coleoptera:Tenebrionidae): A ‘Sleeping Giant’ in Nutrient Sources. **Journal of Insect Science.** v. 13, p. 1–11. 2021.

SCHOLLIERS, Jana; STEEN, Liselot; FRAEYE, Ilse. **Partial replacement of meat by superworm (*Zophobas morio* larvae) in cooked sausages: Effect of heating temperature and insect: Meat ratio on structure and physical stability.** Innovative Food Science and Emerging Technologies v. 66. 2020.102535

SILVA, Joyce Machado. **Farinha de gryllus assimilis: padronização, caracterização e aplicação na produção de proteases fúngicas.** 2021. f. 53. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. 2021.

SOUZA, Ana Claudia Silva et al. Produção e caracterização de farinha e óleo de resíduo de curimba (*Prochilodus lineatus*). **Brazilian Journal of Development.** v. 6., n.6, p.40711-40730, 2020.

TORRES, A. Diferenças entre farinhas. **Blog: Andreia Torres Nutricionista**. 2020. Disponível em: <https://andreiatorres.com/blog/2020/08/26/farinhas>. Acesso em: 19 jun. 2023.