



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ANIMAIS
CURSO DE ZOOTECNIA

Victor Emanuel Silva de Lacerda

Análises Físico-Químicas e Microbiológicas de Farinhas de Insetos Comestíveis

MOSSORÓ
2024

Victor Emanuel Silva de Lacerda

Análises Físico-Químicas e Microbiológicas de Farinhas de Insetos Comestíveis

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em ZOOTECNIA.

Orientador: Alex Martins Varela de Arruda,
Prof. Dr.

Co-orientador: Matheus Ramalho de Lima,
Prof. Dr.

MOSSORÓ

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

L131a Lacerda, Victor Emanuel Silva de .
Análises Físicas-Químicas e Microbiológicas de
Farinhas de Insetos Comestíveis / Victor Emanuel
Silva de Lacerda. - 2023.
40 f. : il.

Orientador: Alex Martins Varela de Arruda.
Coorientador: Matheus Ramalho de Lima.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Zootecnia, 2023.

1. Tenebrio molitor. 2. Gromphadorhina
portentosa. 3. Gryllus assimilis. 4.
Entomocultura. 5. Nutrição. I. Arruda, Alex
Martins Varela de , orient. II. Lima, Matheus
Ramalho de, co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Victor Emanuel Silva de Lacerda

Análises Físico-Químicas e Microbiológicas de Farinhas de Insetos Comestíveis

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em ZOOTECNIA.

Defendida em: 05 / 04 / 2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ALEX MARTINS VARELA DE ARRUDA**
Data: 15/04/2024 15:00:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Alex Martins Varela de Arruda, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Documento assinado digitalmente
 **FRANCISCO MARLON CARNEIRO FEIJÓ**
Data: 18/04/2024 15:46:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Francisco Marlon Carneiro Feijó, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 **ELTON LUCIO DE ARAÚJO**
Data: 20/04/2024 11:12:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Elton Lucio de Araújo, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu Pai Gerferson Aquino de Lacerda, que sempre me apoiou e orientou, e que infelizmente não pôde me acompanhar até o fim de minha jornada acadêmica (In Memoriam).

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, pelo apoio ao longo desta fase da minha vida

Agradeço a minha amiga Gabrielly (Gaby), que sempre esteve comigo desde o ensino médio, me apoiando

Agradeço às minhas grandes amizades feitas durante minha graduação, em especial Marília, Daniela, Monalisa, Débora, Thais, Thalita, Patrícia, Pedro, Diana, Artêmia, Daniele e Tayza que me apoiaram durante todo meu percurso acadêmico

Agradeço ao PET de Zootecnia, pela oportunidade de ingressar como bolsista, bolsa esta que me assegurou as condições financeiras necessárias para concluir esta graduação

Agradeço ao meu Orientador pela paciência, atenção e conselhos, que me alinharam à seguir a área que desejo

Agradeço a Banca Examinadora por fazer parte deste marco importante da minha vida

Agradeço por último a minha mãe, Maria do Céu da Silva, que mesmo nas adversidades criou muito bem eu, e meu irmão Ytallo Matheus Silva de Lacerda, agradeço a todos.

ÉPIGRAFE

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Artigo 225 da Constituição Federal de 1988

RESUMO

Em busca da sustentabilidade e de alternativas para a nutrição animal, as farinhas de insetos vêm se destacando como ingredientes nutritivos e funcionais. Neste estudo, avaliou-se a composição bromatológica básica de três farinhas de insetos: *Tenebrio molitor* (LT), a *Gromphadorhina portentosa* (BM) e *Gryllus assimilis* (GP), além de avaliar a presença de bactérias patogênicas do tipo *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp, bactérias mesófilas e coliformes termotolerantes. A análise de diferentes nutrientes nas amostras de farinhas de insetos revelou variações significativas ($p < 0,05$) para as médias percentuais. A porcentagem de matéria seca média foi de 92,98% para GP, 89,99% para BM e 87,50% para LT. Em relação à proteína bruta, as porcentagens foram de 59,90% para BM, 56,50% para GP, e 54,83% para LT. O extrato etéreo médio foi de 37,45% para LT, 20,50% para BM e 28,40% para GP. No que diz respeito à fibra detergente neutro, determinou-se valores médios de 18,60% para BM, 14,20% para GP e 12,80% para LT. Já a fibra detergente ácida, determinou-se valores médios de 16,36% para BM, 8,40% para GP e 6,48% para LT. A matéria mineral média foi de 4,30% para GP, 3,62% para BM e 3,38% para LT. Esses resultados demonstram a diversidade nas características nutricionais das farinhas de insetos, seja devido à sua fase de vida, manejo e substrato das colônias, considerando que o processamento da biomassa de insetos para a obtenção das farinhas foi similar. Na análise microbiológica, os dados de contagem de unidades formadoras de colônias por mililitro (UFC/g) revelaram diferentes níveis de contaminação bacteriana entre as três farinhas de insetos. Para BM não foram detectadas *S. aureus*, *Salmonella* sp, coliformes termotolerantes ou bactérias mesófilas. Para LT não foram detectadas *S. aureus* nem *Salmonella* sp, mas registrou-se contagens de coliformes termotolerantes e bactérias mesófilas em torno de $0,11 \times 10^3$ UFC/g e $0,17 \times 10^3$ UFC/g, respectivamente. Para GP também não se verificou *S. aureus* nem *Salmonella* sp, porém, registrou-se contagens mais elevadas de coliformes termotolerantes e bactérias Mesófilas, em torno de 11×10^4 UFC/g e 3×10^4 UFC/g, respectivamente, ultrapassam o limite tolerável para o consumo animal (1000 UFC/g e 5×10^3 UFC/g, respectivamente), alertando para maiores cuidados higiênico-sanitários e processos esterilizantes, possivelmente devido contaminações no alimento fornecido, impurezas ou ainda, contaminantes presentes na microbiota intrínseca do inseto, ou no microbioma, no momento da coleta dos insetos para formar as colônias. Esses resultados demonstram a variabilidade das três farinhas de insetos processadas e analisadas neste estudo para consumo animal, e atestam a importância de um rigoroso controle sanitário para sua produção. Nas condições de execução deste trabalho de pesquisa, o *Gryllus assimilis* apresentou bons resultados bromatológicos, porém com elevada carga patogênica. *Gromphadorhina portentosa*, apresentou maior aporte proteico e menor risco microbiológico, ao lado da farinha de larva de *Tenebrio molitor*, que propiciou padrões microbiológicos aceitáveis e ótimos resultados bromatológicos, sendo potenciais alternativas para a alimentação de animais monogástricos (não-ruminantes) e silvestres.

Palavras-chave: *Tenebrio molitor*; *Gromphadorhina portentosa*; *Gryllus assimilis*; entomocultura; entomofagia; microbiologia; nutrição.

ABSTRACT

In the pursuit of sustainability and alternatives for animal nutrition, insect meals have been emerging as nutritious and functional ingredients. This study aimed to assess the basic bromatological composition of three insect meals: *Tenebrio molitor* (TM), *Gromphadorhina portentosa* (BM), and *Gryllus assimilis* (GP), while also examining the presence of pathogenic bacteria such as *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp, mesophilic bacteria, and thermotolerant coliforms. Analysis of different nutrients in the insect meal samples revealed significant variations ($P < 0.05$) in percentage means. The average dry matter percentage was 92.98% for GP, 89.99% for BM, and 87.50% for TM. Regarding crude protein, the percentages were 59.90% for BM, 56.50% for GP, and 54.83% for TM. The average ether extract was 37.45% for TM, 20.50% for BM, and 28.40% for GP. As for neutral detergent fiber, average values were determined as 18.60% for BM, 14.20% for GP, and 12.80% for TM. Acid detergent fiber determined average values of 16.36% for BM, 8.40% for GP, and 6.48% for TM. The average mineral matter was 4.30% for GP, 3.62% for BM, and 3.38% for TM. These results illustrate the diversity in the nutritional characteristics of insect meals, influenced by factors such as life stage, management, and colony substrate, despite similar processing methods for obtaining the meals. Microbiological analysis revealed varying levels of bacterial contamination among the three insect meals. BM showed no presence of *S. aureus*, *Salmonella* sp, thermotolerant coliforms, or mesophilic bacteria. For TM, while no *S. aureus* or *Salmonella* sp were detected, counts of thermotolerant coliforms and mesophilic bacteria were recorded. For GP, no *S. aureus* or *Salmonella* sp were found, but higher counts of thermotolerant coliforms and mesophilic bacteria were noted, exceeding acceptable limits for animal consumption, indicating the need for enhanced hygienic-sanitary measures and sterilization processes. These findings underscore the variability of the processed insect meals analyzed in this study for animal consumption and emphasize the importance of stringent sanitary controls in their production. In this research, *Gryllus assimilis* (GP) demonstrated favorable bromatological results but exhibited a higher pathogenic load. Conversely, *Gromphadorhina portentosa* (BM) showed a higher protein content and lower microbiological risk, alongside *Tenebrio molitor* larvae meal, which provided acceptable microbiological standards and excellent bromatological results, suggesting their potential as alternatives for feeding monogastric (non-ruminant), and wild animals.

Keywords: *Tenebrio molitor*; *Gromphadorhina portentosa*; *Gryllus assimilis*; entomoculture; entomophagy; microbiology; nutrition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Número estimado de espécies de insetos comestíveis por país	19
Figura 2	–	Larvas de <i>Tenebrio molitor</i>	21
Figura 3	–	Barata de Madagascar (<i>Gromphadorhina portentosa</i>)	22
Figura 4	–	Grilo Preto (<i>Gryllus assimilis</i>)	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Número de espécies de insetos comestíveis no mundo	19
Tabela 2	–	Composição bromatológica das farinhas de insetos.....	29
Tabela 3	–	Análise microbiológica das farinhas de insetos.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BM	Barata de madagascar
EC	<i>Escherichia coli</i>
EE	Extrato Etéreo
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
GP	Grilo Preto
IES	Intituição de Ensino Superior
IN	Instrução normativa
LT	Larva de tenebrio
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MM	Matéria Mineral
MN	Matéria Natural
MS	Matéria Seca
PB	Proteína Bruta
SAN	Segurança alimentar e nutricional
UFC/g	Unidade formadora de colônia por grama
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido

LISTA DE SÍMBOLOS

® Marca registrada

% Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	Objetivo geral.....	17
2.2	Objetivos específicos.....	17
3	A ENTOMOFAGIA	17
3.1	História	17
3.2	Por que insetos comestíveis e seus produtos alimentícios?.....	17
3.3	Panorama geográfico	18
3.3.1	Cenário Global	18
3.3.2	Cenário Brasileiro.....	20
4	INSETOS	20
5	ESPÉCIES ESTUDADAS PARA CONSUMO ANIMAL.....	21
5.1	Tenébrio (<i>Tenebrio molitor</i>).....	21
5.1.1	Ciclo de vida....	21
5.1.2	Valor Nutricional.....	22
5.2	Barata de Madagascar (<i>Gromphadorhina portentosa</i>).....	22
5.2.1	Ciclo de vida....	23
5.2.2	Valor Nutricional.....	23
5.3	Grilo Preto (<i>Gryllus assimilis</i>).....	23
5.3.1	Ciclo de vida....	24
5.3.2	Valor Nutricional.....	24

6	BIOSSEGURANÇA ALIMENTAR.....	25
7	MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
7.1	Amostras de inseto.....	25
7.2	Bromatologia.....	26
7.2.1	Determinação de Matéria Seca.....	26
7.2.2	Determinação de Proteína Bruta.....	26
7.2.3	Determinação de Extrato Etéreo.....	26
7.2.4	Determinação de Matéria Mineral.....	27
7.2.5	Determinação da matéria Fibrosa.....	27
7.3	Microbiologia.....	27
7.3.1	Detecção de coliformes termotolerantes.....	27
7.3.2	Detecção de <i>Escherichia coli</i>	28
7.3.3	Detecção de <i>Staphylococcus aureus</i>	28
7.3.4	Contagem de bactérias mesófilas.....	28
7.3.3	Detecção de <i>Salmonella</i> sp.....	28
7.4	Análise estatística.....	29
8	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
8.1	Composição Bromatológica.....	29
8.2	Testes Microbiológicos.....	31
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A população mundial cresce em ritmo constante. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura - FAO (2015), cerca de 805 milhões de pessoas no mundo não possuem alimento suficiente para ter uma vida saudável e ativa, e até 2050 essa estatística deve piorar, uma vez que, segundo a Organização das Nações Unidas - ONU (2022), a população mundial ultrapassará a marca de 9,6 bilhões de pessoas. Além disso, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2018), entre os anos de 2010 e 2050, haverá um aumento de 47% na demanda de alimentos no mundo, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil.

Dentro do contexto geopolítico global, uma das maiores preocupações é a competição por proteínas primárias para alimentação animal. Araújo L. (2019) constatou que cerca de 75% da competição por nutrientes entre humanos e animais provém do milho e da soja. Além disso, os grãos, classificados como commodities agroindustriais, também estão sendo utilizados para melhorar os biocombustíveis renováveis.

Conforme a população mundial cresce, torna-se necessário encontrar novas alternativas para evitar o desastre iminente representado pelos números da fome no futuro. Em um cenário onde atualmente 33% das terras agricultáveis são utilizadas para a produção de grãos cereais e oleaginosas para o consumo animal, os insetos alimentícios se destacam como potenciais ingredientes para animais com ênfase na sustentabilidade e menor impacto ambiental (Do Nascimento et al., 2020).

A entomofagia é caracterizada pelo consumo de insetos, uma prática considerada ancestral e realizada tanto por humanos quanto por animais. Os insetos comestíveis e seus derivados têm se destacado como uma opção nutricional versátil nas dietas de diversos animais ao redor do mundo, incluindo animais de produção, animais de estimação e espécies silvestres. Graças às normativas mais recentes do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2020), como a IN 110/2020, que regulamentou os insetos para a alimentação de monogástricos ou não-ruminantes, seu uso se intensificou. Os insetos alimentícios são fontes ricas em proteínas, lipídeos e minerais, possibilitando sua utilização na dieta de diferentes animais, com potencial na avicultura, suinocultura, aquicultura, animais de estimação e silvestres. Contudo, por se tratar de uma área relativamente nova para a nutrição animal no Brasil, estão sendo elaborados cada vez mais estudos para elucidar a composição bromatológica das farinhas de insetos e sua segurança alimentar.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar o valor nutricional básico das três farinhas de inseto (larva do tenebrio, barata de madagascar e grilo preto), e sua qualidade microbiológica, para o consumo animal.

2.2 Objetivos específicos

1. Determinar e interpretar parâmetros físico-químicos de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria fibrosa e matéria mineral das farinhas de insetos.
2. Detectar e interpretar a presença de bactérias patogênicas do tipo *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp, bactérias mesófilas e coliformes termotolerantes.

3 A ENTOMOFAGIA

3.1 História

A palavra entomofagia é derivada do grego éntomos (inseto) e phagein (comer). Acredita-se que há 350 milhões de anos surgiram os primeiros casos dessa prática, quando os insetos começaram a se diversificar e se tornar mais abundantes na Terra. Os primeiros homínídeos consumiam insetos, assim como a maioria das aves, que desenvolveram técnicas para a captura dos insetos (Sutton, 1988).

Sutton (1988) enfatiza que há registros na Bíblia que relatam que o maná, consumido pelos hebreus em Êxodo, possivelmente era constituído de secreção da cochonilha (*Trabutina mannipara*). O consumo de insetos também foi evidenciado na cultura asteca e mexicana, enquanto que, no Brasil, há registros datados da época da colonização, onde José de Anchieta em suas cartas ressalta as propriedades nutricionais do abdômen de içás e certas larvas (Forattini, 1964).

3.2 Por que insetos comestíveis e seus produtos alimentícios?

O consumo de insetos tem sido cada vez mais estimulado devido às políticas de sustentabilidade e segurança alimentar e nutricional (SAN), conforme diz o CONSEA (2004. p. 4).

Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) é a realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam social, econômica e ambientalmente sustentáveis.

Duarte (2022) reitera que os insetos possuem melhores taxas de conversão alimentar, uma vez que conseguem converter, por exemplo, 2 kg de alimento em 1 kg de massa corporal, enquanto que os bovinos, em comparação, convertem 8 kg de alimento em 1 kg de massa corporal. Segundo a EMBRAPA (2020), um suíno abatido com 120 kg apresenta uma conversão alimentar média de 2,816 kg. Os insetos possuem grande potencial de produção, utilizando poucos recursos, com menor impacto hídrico e emissão de gases.

3.3 Panorama geográfico

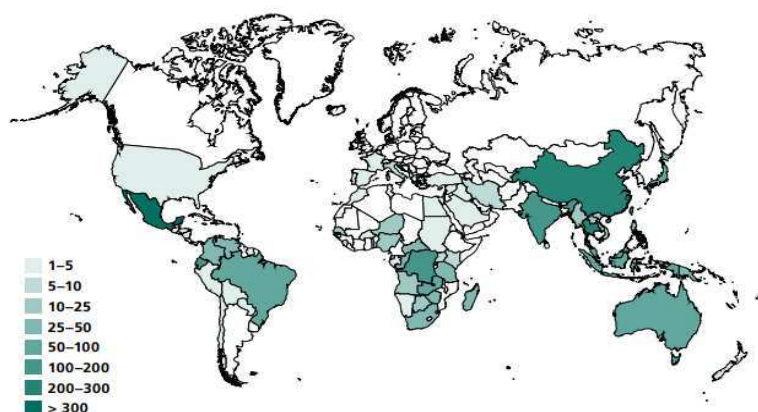
3.3.1 Cenário Global

Tomando um aspecto amplamente cultural, Tao e Li (2018) reiteram que o consumo de insetos é diversificado pelo mundo; os insetos estão presentes na dieta de cerca de 2 milhões de pessoas em todo o mundo, e aproximadamente 130 países utilizam regularmente insetos na alimentação de animais (EMBRAPA, 2019). Segundo Lange e Nakamura (2021), ao todo, são cerca de 2111 espécies diferentes de insetos comestíveis pelo mundo, seja para consumo animal ou humano. De acordo com Y. Jongema (2021), os insetos normalmente consumidos são: 31% besouros (*Coleoptera*), 18% lagartas (*Lepidoptera*), 14 % formigas, abelhas e vespas (*Hymenoptera*), 13% gafanhotos e grilos (*Orthoptera*), 10% cigarras, cigarrinhas, e percevejos (*Hemiptera*), 3% cupins (*Isoptera*), 3% libélulas (*Odonata*) e 2% moscas (*Diptera*).

Uma ampla variedade de insetos é consumido na África Subsaariana, Sudeste Asiático, América Latina e Austrália. Na África, os insetos são uma importante fonte de alimento e fornecem segurança alimentar quando os alimentos básicos (por exemplo, arroz) estão escassos ou quando a disponibilidade de caça e peixe diminui durante a estação chuvosa. (Lange e Nakamura, 2021, p. 1).

Na figura 1 ilustra-se o número elevado de espécies em países de clima tropical e subtropical, uma vez que climas mais frios e temperados inviabilizam a sobrevivência dos insetos, devido às suas características ectotérmicas. Também foi evidenciado por Macedo et al. (2017) que em países com status econômico menos desenvolvido, o consumo de insetos possui maior predominância. A tabela 1 demonstra os grupos mais numerosos de insetos comestíveis no mundo.

Figura 1 - Número estimado de espécies de insetos comestíveis por país.



Fonte: Van Huis et al., (2014).

Tabela 1 - Número de espécies de insetos comestíveis no mundo.

Grupos de insetos	Ordem	Número de espécies	Número de espécies comestíveis documentadas
Besouros	Coleópteros	370.000	659
Lagartas	Lepidópteros	165.000	362
Abelhas, vespas e formigas	Himenópteros	198.000	321
Gafanhotos e grilos	Ortópteros	20.000	278
Insetos verdadeiros	Hemípteros	82.000	237
Libélula	Odonatas	5.500	61
Cupins	Isópteros	2.750	59
Moscas	Dípteros	122.00	37

Baratas	Blattodea	4.000	37
---------	-----------	-------	----

Fonte: Adaptado de Orkusz, (2021).

3.3.2 Cenário Brasileiro

Em 2020, o MAPA publicou a Instrução Normativa 110/2020, na qual constam os ingredientes permitidos para o consumo animal. Dentre eles, diversos insetos agora estão permitidos, como o tenébrio (*Tenebrio molitor*), o grilo preto (*Gryllus assimilis*), entre outros. A adição mais recente na lista ocorreu em janeiro de 2022, com a inclusão da "larva de mosca soldado negra in natura obtida após processamento térmico". Ambos os insetos são proibidos para a alimentação de ruminantes, conforme a IN 14/03/2004 do MAPA (BRASIL, 2020).

Lucchese-Cheung et al. (2020) demonstram que, no Brasil, o consumo de insetos é comum entre alguns grupos nas regiões Norte e Nordeste. Nessas regiões, a formiga rainha cortadeira de folhas, usada como ingrediente na farofa de farinha de mandioca, é comumente consumida.

Apesar das comprovações científicas e de biossegurança quando obtidos a partir da entomocultura zootécnica, o consumo de insetos ainda enfrenta grande resistência, uma vez que para alguns, pode ser considerado primitivo, sujo ou repugnante. Contudo, após as mais recentes regulamentações do MAPA, a indústria de alimentos com foco em insetos comestíveis ganhou força.

Atualmente, segundo Tunes (2020), os insetos mais consumidos no Brasil por humanos são os himenópteros (ordem das formigas) representando 63% do total, seguidos pelos coleópteros (besouros) com 16%, e os ortópteros (gafanhotos e grilos) com 7%. Além disso, de acordo com a EMBRAPA (2019), os insetos mais produzidos e beneficiados como ingredientes para rações de animais de produção são o besouro tenebrio, a mosca-soldado-negra e o grilo-preto.

Contudo, cabe ressaltar que até o presente momento, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA ainda não regulamentou a industrialização e comercialização das farinhas de insetos e seus derivados alimentícios para o consumo humano.

4 INSETOS

A palavra "inseto" deriva do latim "insectum", que significa "cortado, dividido", referindo-se à aparência segmentada que os insetos possuem. Os insetos são invertebrados, inseridos no filo dos artrópodes, apresentando um corpo dividido em três partes (cabeça, tórax

e abdômen), e são os organismos mais disseminados e abundantes no planeta, com mais de novecentas mil espécies, gerando o maior volume de biomassa entre todos os seres vivos (EMBRAPA, 2019).

5 ESPÉCIES ESTUDADAS PARA CONSUMO ANIMAL

5.1 Tenébrio (*Tenebrio molitor*)

Tenebrio molitor, também chamado de larva-da-farinha ou apenas tenébrio, é um besouro pertencente à classe *insecta*, e à ordem *Coleoptera*, com desenvolvimento holometábolo, ou seja, possui os quatro estágios de desenvolvimento (ovo, larva, pupa e adulto). Sua fase larval é de grande interesse para a nutrição animal, seja na forma “*in natura*”, ou processada, como farinha.

Figura 2 - Larvas de *Tenebrio molitor*.



Fonte: Adaptado de AnimalMais (2024, *online*)¹

O tenébrio está presente em todo o mundo terrestre e, por ser onívoro, se alimenta de produtos de origem animal ou vegetal, o que facilita sua criação em caixas com ambiente controlado. Além disso, as larvas são capazes de se alimentar de resíduos orgânicos de baixo valor e convertê-los em biomassa proteica com grande eficiência (Silva, A., 2020).

5.1.1 Ciclo de vida

¹ Disponível em: <https://www.animalmais.pt/produto/larvas-de-tenebrio/>. Acesso em 07 fev. 2024.

A duração do ciclo do tenébrio pode variar de acordo com diversos fatores, como temperatura e principalmente o substrato em que está inserido. Souza e Ronchi-Teles (2011) avaliaram que as larvas mantidas no substrato composto por aveia demonstraram um desenvolvimento mais acelerado em comparação com o farelo de trigo. No entanto, o farelo de trigo demonstrou melhor aproveitamento pelas larvas, sendo este indicado para um melhor desenvolvimento. A duração do ciclo, logo, é variável: desde o ovo (12 a 15 dias), a fase larval pode durar 90 a 120 dias, para então a pupa ser formada (estágio que dura 15 dias), para pôr fim os insetos se tornarem adultos apresentando dimorfismo sexual (Souza; Ronchi-Teles, 2011).

5.1.2 Valor Nutricional

As larvas de tenébrio possuem alto teor proteico. Makkar et al. (2014) determinaram em seu estudo $52,8 \pm 4,2$ % Proteína Bruta e $36,1 \pm 4,1$ % Extrato Etéreo . Além disso, são fontes de diferentes aminoácidos, como Ácido Glutâmico ($11,3 \pm 1$ g/16 g nitrogênio), Leucina ($8,6 \pm 1,8$ g/16 g nitrogênio), Ácido Aspártico ($7,5 \pm 1,7$ g/16 g nitrogênio), Tirosina ($7,4 \pm 0,3$ g/16 g nitrogênio) e Alanina ($7,3 \pm 1$ g/16 g nitrogênio) (Makkar et al., 2014).

5.2 Barata de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*)

Membro da ordem *Blattodea* e da família *Blaberidae*, a barata de madagascar é um inseto hemimetábolo. Ao eclodir o ovo, uma ninfa emerge, com aparência semelhante à de um adulto, porém sem asas e órgãos sexuais desenvolvidos. Utilizado até mesmo como animal de estimação, a barata de madagascar tem ganhado destaque no campo da nutrição animal, principalmente entre os animais silvestres (Carvalho, 2017).

Figura 3 - Barata de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*).



Fonte: Adaptado de SafariInsetos (2024, *online*)²

5.2.1 Ciclo de vida

Ao nascer, as ninfas se assemelham aos adultos, entretanto são menores e sexualmente imaturas, e durante seu estágio juvenil, passam por 7 a 13 mudas, sendo alimentadas nesse período por frutas ou outros materiais vegetais; para pôr fim atingirem a maturidade (Yoder e Barcelona, 1995). Assim como os tenébrios, o tempo que as baratas de madagascar levam para completar seu ciclo depende da umidade, temperatura e condições ambientais e alimentares.

5.2.2 Valor Nutricional

As baratas de madagascar, segundo Carvalho et al. (2019), possuem altas concentrações lipídicas e proteicas (22,05 % e 57,79% respectivamente), sendo uma espécie bastante estudada devido à sua alta produção de biomassa.

5.3 Grilo Preto (*Gryllus assimilis*)

Pertencente à ordem *Orthoptera* e à família *Gryllidae*, o grilo preto é um inseto polífono, que consome plantas e animais. O grilo preto é hemimetábolo, ou seja, assim como a barata de madagascar, ele possui apenas três estágios de desenvolvimento: ovo, ninfa e adulto. Fonte de diversos estudos, o uso da farinha de grilo preto tem se mostrado promissor tanto para humanos quanto para animais (Rentz, 2019)

² Disponível em: <https://www.safarinsetos.com.br/barata-de-madagascar-5-unidades>. Acesso em 07 fev. 2024.

Figura 4 - Grilo Preto (*Gryllus assimilis*).



Fonte: Adaptado de Agrolink (2024, *online*)³

5.3.1 Ciclo de vida

Após o acasalamento, a fêmea deposita entre uma dúzia e centenas de ovos no solo, arbustos ou galhos; após duas semanas, os ovos eclodem liberando ninfas, que após uma sequência de mudas atingem a fase adulta, com expectativa de vida de 10 meses (Rentz, 2019; Meusanimais, 2020).

5.3.2 Valor Nutricional

Araújo (2019 citado por Bicalho 2022) afirma que a farinha de grilo possui todos os aminoácidos essenciais para o organismo humano, com exceção da metionina e do triptofano, demonstrando alto potencial nutritivo para o futuro. Segundo Araújo R. (2019), houve um aumento de 207,09% de proteína na farinha de grilo quando seu substrato é suplementado com metionina, evidenciando grande potencial como alternativa de ingredientes como farelo de soja, na dieta de aves e suínos. Fialho et al. (2021) em seu estudo determinou valor de Proteína Bruta em torno de 53,13% e 7,52% de Extrato Etéreo, além de 96,8 mg/kg de Ferro, 23,7 mg/kg de manganês e 21,7 mg/kg de cobre.

³ Disponível em: https://www.agrolink.com.br/problemas/grilo_1454.html. Acesso em 07 fev. 2024.

6 BIOSSEGURANÇA ALIMENTAR

“A biossegurança é o conjunto de ações voltadas para a prevenção, minimização ou eliminação de riscos que possam comprometer a saúde do homem e dos animais e o meio ambiente” (Penna, et al., 2010. p. 1). E nesse caso, a biossegurança alimentar está focada nos alimentos para animais e humanos.

Em 07 de julho de 2023, o MAPA publicou o Ofício-Circular nº 33/2023, que aborda os processos de registro, rotulagem, transporte e fiscalização dos produtos à base de insetos para a alimentação animal (MAPA, 2023). Segundo o Ofício Circular 33/2023, o MAPA destaca que são proibidos o fornecimento de insetos crus não tratados pelo calor para a alimentação animal, assim como insetos cujo substrato fornecido para sua alimentação seja composto por fezes, chorume, restos de refeições e de mesa, e resíduos crus de origem animal (BRASIL, 2023).

A biossegurança dos alimentos à base de insetos ainda não possui categorização própria na aba de análise microbiológica do MAPA, sendo considerado, portanto, para efeitos de análise, uma farinha de origem animal. O MAPA determina ainda, através da referência DS CQL/004/01/01, quais análises microbiológicas são obrigatórias e não obrigatórias para produtos de origem animal e seus métodos, por exemplo, avaliação de coliformes termotolerantes, coliformes totais e presença de *Salmonella* spp. (BRASIL, 2023).

7 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido durante o período de 2022 a 2023, nos laboratórios de Animais Silvestres, Entomologia, Microbiologia Veterinária e Nutrição Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Mossoró, Brasil.

7.1 Amostras de inseto

Os insetos a serem usados na produção de biomassa e elaboração das farinhas foram: larvas de tenebrio (*Tenebrio Molitor*), ninfas de grilo preto (*Gryllus assimilis*) e baratas de madagascar (*Gromphadorhina portentosa*).

No laboratório de entomologia, as larvas de besouro foram criadas em caixas teladas, utilizando substrato de farelo de trigo e cenoura crua para hidratação. As ninfas de grilo preto foram criadas em caixas teladas, com substrato de ração de frango e cenoura crua para

hidratação. As baratas foram criadas no laboratório de animais silvestres, em caixas com água potável, maravalha, ração canina e batata como fontes de alimento. As larvas de tenebrio, as ninfas de grilo e as baratas foram então abatidas por congelamento (-20°C por 48 horas), depois desidratadas em estufa ($+65^{\circ}\text{C}$ por 72 horas) e então moídas, obtendo-se as respectivas farinhas.

7.2 Bromatologia

7.2.1 Determinação de Matéria Seca

A análise de Matéria Natural - MN foi obtida com base na determinação laboratorial da Matéria Seca - MS, que foi realizada de acordo com Silva e Queiroz (2005). As amostras foram previamente desidratadas em estufas de circulação forçada ($65^{\circ}\text{C}/72\text{h}$), depois trituradas em moinho de facas (malha 2 mm), para posterior análise de matéria seca em estufa de esterilização e secagem ($105^{\circ}\text{C}/8\text{h}$). As amostras foram pesadas antes e depois do processo de desidratação, em vidrarias apropriadas e com uso de balança de precisão analítica. Ao todo, foram analisadas 75 amostras (25 de tenebrio, 25 de grilo preto e 25 de barata de madagascar).

7.2.2 Determinação de Proteína Bruta

Para a determinação de proteína bruta, foi utilizado o método de determinação de nitrogênio total (Kjeldahl), que determina o quantitativo de nitrogênio, mediante processos de digestão ácida (ácido sulfúrico), destilação e neutralização com hidróxido de sódio, e posterior captação de nitrogênio em solução de ácido bórico com indicadores de pH colorimétricos, e em seguida, titulação com solução de ácido clorídrico, cujo volume titulado equivale ao teor de nitrogênio total da amostra. Por fim, realiza-se a estimativa de proteína bruta com uso de fator de conversão (6,25) que está de acordo com padrão do MAPA e conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2005).

7.2.3 Determinação de Extrato Etéreo

A análise de lipídeos totais, ou extrato etéreo, foi realizada através da extração da amostra contida em um cartucho de papel filtro poroso, acoplado ao tubo condensador do

equipamento, no extrator Soxhlet, utilizando hexano como solvente. Após um período determinado (em média 4 horas), o éter foi destilado e o balão com o extrato oleoso da amostra pesado em balança de precisão (Silva; Queiroz, 2005).

7.2.4 Determinação de Matéria Mineral

A análise de cinzas, ou matéria mineral, fornece um indicativo do quantitativo de minerais presentes na amostra. Após a pesagem das amostras em cadinhos, elas foram levadas à mufla, onde ficaram por mais de 4 horas a 600°C, para então serem pesadas as cinzas em balança analítica de precisão (Silva; Queiroz, 2005).

7.2.5 Determinação da matéria fibrosa

Para a determinação da matéria fibrosa através da técnica de Van Soest, conhecido como fracionamento fibra em detergente neutro - FDN e fibra em detergente ácido - FDA, as amostras foram submetidas a processos de extração de componentes celulares solúveis em soluções detergente, em recipientes apropriados ao calor (150 °C) e pressão (0,5 bar) em uma autoclave por 1 hora, para quantificar os componentes insolúveis similares à matéria fibrosa dos alimentos vegetais (Silva; Queiroz, 2005).

7.3 Microbiologia

Foi realizada a análise microbiológica das amostras para determinação de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp*, coliformes termotolerantes e bactérias mesófilas, conforme orientações recomendadas, conforme IN nº.62, de 26 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003).

Foram analisadas 10 amostras de 25g de cada, todas misturadas separadamente em 225ml de água peptonada a 0,1%, resultando em uma diluição inicial. As análises das amostras incluíram a quantificação de coliformes termotolerantes, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* e *Escherichia coli* (Silva, A. R., 2023).

7.3.1 Detecção de coliformes termotolerantes

Da amostra, foi retirado 1 ml de cada diluição, sendo adicionado a 3 tubos com 9 ml de caldo lauril sulfato de sódio e incubado a 37°C por cerca de 48 horas. Tubos positivos foram transferidos para caldo Bile Verde Brilhante Lactose 2% a 37°C por 24 horas para verificar coliformes totais. 1 ml dos tubos positivos foi então transferido para caldo *Escherichia coli* a 44,5°C para quantificar coliformes termotolerantes (Silva, A. R., 2023).

7.3.2 Detecção de *Escherichia coli*

Para a determinação da quantidade de *E. coli*, 1 ml do conteúdo positivo do caldo EC foi inoculado em tubos contendo caldo triptona e incubado a 37°C por até 48 horas. A presença de um anel vermelho após a adição do reativo de Kovacs indica amostras positivas (Silva, A. R., 2023).

7.3.3 Detecção de *Staphylococcus aureus*

As diluições foram preparadas e 0,1 ml da amostra foram semeados em meio Ágar Baird Parker. Posteriormente, foram incubadas em estufa a 37°C por até 48 horas. As colônias suspeitas passaram por testes bioquímicos de coagulase, DNase, catalase e coloração de Gram (Silva, A. R., 2023).

7.3.4 Contagem de bactérias mesófilas

Foi colocado 0,1 ml de cada diluição em placas de Ágar e incubado em estufa a 37°C por 48 horas para a contagem de colônias pelo método de spread plate. As placas em triplicata foram então contabilizadas, levando em conta aquelas com um intervalo de 30 a 300 colônias.

7.3.5 Detecção de *Salmonella* sp

Uma amostra de 1ml diluída foi deixada em incubação por 18 horas antes de ser transferida para Caldo Tetrationato e Rappaport. Em seguida, 1 ml foi movido para um tubo contendo caldo selenito cistina e colocado em banho-maria a 41°C por 20-24 horas. Após isso, 1ml de cada solução foi inoculado em Ágar SS e Hektoen, com adição de novobiocina, e incubado a 36°C por 24 horas. Colônias suspeitas foram testadas quanto a oxidase, urease, citrato e VP-VM (Silva, A. R., 2023).

7.4 Análise estatística

Após obtidos os resultados das análises bromatológicas, foi realizada a análise de variância (ANOVA), com teste de Tukey, a 5% de significância, utilizando o programa estatístico SAS (SAS® OnDemand For Academics, 2024).

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1 Composição Bromatológica

Os resultados das análises bromatológicas das três farinhas de inseto: Larva de Tenebrio (LT), Barata de madagascar (BM), e Grilo preto (GP); são apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Composição bromatológica das farinhas de insetos comestíveis.

Parâmetros	LT ¹	BM ²	GP ³
MS (%)	87,50b	89,99ab	92,98a
MN* (%)	50,80b	48,60c	68,00a
PB (%)	54,83b	59,90a	56,50b
EE (%)	37,45a	20,50c	28,40b
FDN (%)	12,80c	18,60a	14,20b
FDA (%)	6,48c	16,36a	8,40b
MM (%)	3,38c	3,62b	4,30a

Médias seguidas de letras diferentes na linha são significativamente diferentes ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

¹LT - Larva de tenebrio; ²BM - Barata de madagascar; ³GP - Grilo preto.

*matéria natural refere-se a matéria prima original da biomassa de insetos antes da obtenção do produto final (farinhas)

De acordo com os resultados obtidos, a matéria seca do GP mostrou-se superior à da farinha de LT e à BM. A matéria seca de um alimento é a porção que permanece após a remoção de toda a sua umidade, favorecendo também a conservação, uma vez que diminuirá a atividade de água do alimento (A_w), atrasando o desenvolvimento microbiano. Além disso, os

teores de matéria natural podem causar diferentes impressões na composição, devido ao efeito diluidor da água coloidal do alimento (Arruda, 2022).

As farinhas de insetos revelaram variações significativas na quantidade de proteína bruta, com maiores valores observados em BM, seguidas por GP e por último LT. Carvalho et al (2019) relata uma taxa de 57,79 %PB para a barata de madagascar, Fialho et al (2021) encontraram 51,13 %PB para grilo e Makkar et al (2014) avaliaram que larvas de tenebrio apresentam 52,80 %PB. A composição de proteína nos insetos pode variar de 40 a 75%, destacando-se pela presença variável de nitrogênio não proteico (NPN), como a Quitina (polímero de n-glicosaminoglicanos), que pode distorcer a avaliação da proteína disponível para nutrição animal (Janssen et al., 2017).

As quantidades totais de lipídeos medidas no componente extrato etéreo apresentaram variações notáveis entre as farinhas de insetos, com valores mais elevados em LT, seguidos por GP e, por último, BM. Conforme evidenciado na literatura. Makkar et al (2014) constatarem um teor de 36,10 % EE para larvas de tenebrio; Fialho et al (2021) determinaram 7,52 % EE para ninfas de grilo e Carvalho et al (2019) encontraram 22,05 % EE para baratas de madagascar. Assim nota-se, que a quantidade de diversos tipos de lipídeos presentes nos insetos depende da sua dieta, fase de vida e espécie, sendo possível encontrar amplitudes de 2 a 62% EE (Lange; Nakamura, 2021).

Silva A. G. (2023) encontrou em sua pesquisa um valor de proteína bruta para o grilo preto em torno de 32,84%, 31,16% para a larva de tenebrio e 44,80% para a barata de madagascar, e 32,43%, 36,22% e 14,38% de extrato etéreo, respectivamente. Tais valores proteicos possivelmente diferem devido ao substrato fornecido para os insetos ou condições do ambiente; apesar de diferentes dos valores obtidos nesta monografia, os valores apresentam sincronia de superioridade de proteína bruta, onde a barata de madagascar apresenta níveis superiores, e menor extrato etéreo.

Possivelmente, as diferenças apresentadas ocorrem devido ao substrato, momento de vida, tipo de processamento, e condições ambientais em que os insetos são mantidos. Além disso, menores valores podem ter sido corrigidos na literatura, significando que o fator de conversão utilizado para o nitrogênio foi 4,76, conforme recomendado por Janssen (2017) para insetos, uma vez que a quitina foi considerada.

O FDN e FDA diferiam para todos os insetos. Segundo Arruda (2023a), as fibras solúveis têm aplicação prebiótica ou na probiose intestinal, mas sua eficácia é limitada pelos efeitos colaterais na viscosidade intestinal. Por outro lado, as fibras insolúveis desempenham um papel importante na biomassa fecal, embora possam causar efeitos colaterais na peristalse

e perdas intestinais endógenas. Acredita-se que a quitina possa estar envolvida nessa interação físico-química em animais monogástricos (não-ruminantes), o que impõe restrições dietéticas. Sendo observado neste estudo um maior teor em baratas e um menor em larvas de tenebrio e grilo (Arruda, 2023b).

A barata de madagascar in natura é amplamente utilizada em ambientes selvagens, na nutrição e no bem-estar animal. Apesar de sua alta quantidade de proteína, o elevado teor de fibras "insolúveis" - expresso pela FDA devido à "carapaça" adulta pode limitar sua digestibilidade, relacionando-se indiretamente com a presença de quitina. Já as larvas de tenebrio são comumente empregadas na alimentação de animais de criação e de estimação. Apesar de possuírem menor teor de proteína em comparação com outras farinhas, apresentam maiores quantidades de extrato etéreo, resultantes de sua natureza metamórfica, o que está diretamente relacionado ao fornecimento de energia. Os grilos, por sua vez, possuem valores intermediários de proteína bruta, extrato etéreo e fibra, destacando-se pelo alto teor de minerais em comparação com outras farinhas estudadas.

Cabe salientar que o substrato no qual os insetos foram criados e sua alimentação podem influenciar em seu aporte nutricional, gerando possíveis diferenças em relação à literatura.

8.2 Testes Microbiológicos

A tabela a seguir apresenta os valores obtidos na microbiologia das farinhas de insetos.

Tabela 3: Análise microbiológica das farinhas de insetos (UFC/g).

Microorganismos	LT ¹	GP ²	BM ³
<i>Staphylococcus aureus</i>	ausente	ausente	ausente
<i>Salmonella sp</i>	ausente	ausente	ausente
Coliformes termotolerantes	0,11x10 ³	11x10 ⁴	ausente
Bactérias mesófilas	0,17x10 ³	3x10 ⁴	ausente

¹LT - Larva de tenebrio; ² GP - Grilo preto; ³ BM - Barata de madagascar.

Conforme apresentado na Tabela 3, todas as farinhas demonstraram ausência de *Staphylococcus aureus* e *Salmonella sp*. A intoxicação alimentar por *S. aureus* é uma das

doenças transmitidas por alimentos mais comuns, causada pela ingestão de enterotoxinas em alimentos (Silva, J., 2017). A *Salmonella* sp está comumente presente no trato gastrointestinal dos seres humanos e animais, sendo o meio de contaminação mais comum através da alimentação, sendo necessário um rigoroso controle desse agente para evitar sua propagação através dos alimentos de origem animal (Domingos et al., 2015).

Segundo Silveira et al. (2019), os limites de coliformes termotolerantes impostos pela ANVISA para alimentação são bem rigorosos, de 5×10^3 UFC/g. A análise de coliformes nos alimentos é empregada como um indicativo das condições de higiene e sanidade no local de produção, bem como da pessoa responsável pela manipulação dos alimentos; indicando se houve contato direto ou indireto com material fecal (Sales et al., 2015).

Os valores encontrados de bactérias mesófilas na farinha de tenebrio e barata demonstram que são viáveis para consumo, uma vez que, segundo Degaga (2022), a proporção ideal encontra-se abaixo de 1000 UFC/g (conforme ANVISA), constatando-se viabilidade da utilização na alimentação animal. O grupo das bactérias mesófilas é composto por *Escherichia coli*, *Enterobacteriaceae*, *Clostridium*, *Streptococcus*, *Corynebacterium*, entre outros. Dubreuil et al. (2016) ressalta que dentre as bactérias mesófilas, a *Escherichia coli* requisita maior atenção, devido à sua capacidade de causar diarreia em animais se presente no alimento, especialmente em suínos, onde a bactéria pode sobreviver por até seis meses.

Contudo, o GP apresentou valores superiores (11×10^4 UFC/g e 3×10^4 UFC/g) aos limites impostos de coliformes termotolerantes e bactérias mesófilas, tornando-se, portanto, inviável para o consumo animal nesse estudo. Isso pode ter ocorrido devido a fatores como contaminação do substrato utilizado na alimentação dos grilos, ou contaminação proveniente do próprio grilo, de forma que mesmo após processamento térmico, a contaminação persistiu.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As farinhas de insetos analisadas demonstram potencial para a utilização como farinha proteica para animais monogástricos ou não-ruminantes, sendo a barata de madagascar a detentora do maior aporte proteico. As farinhas se demonstraram viáveis para o consumo, com exceção da farinha de grilo, que devido à sua contaminação microbiológica, reforça então a importância dos processos de esterilização, bem como da rastreabilidade. Por fim, a entomocultura zootécnica apresenta grande potencial de evolução no cenário brasileiro, e está diretamente ligada à construção de um futuro mais sustentável e à mitigação dos impactos da

provável escassez de alimentos nutritivos para animais e humanos” (de acordo com a ONU/FAO/OMS).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. F.; ZANETTI, M. A. **Nutrição Animal**. São Paulo: Manole, 2019. 355p.

ARAÚJO, R. R. S. **Composição e qualidade nutricional do grilo preto**. Ouro Preto: UFOP, 2019. Disponível em:

<https://ufop.br/noticias/pesquisa-e-inovacao/estudo-na-ufop-avalia-composicao-e-qualidade-nutricional-do-grilo-preto>. Acesso em: 10 fev. 2024.

ARRUDA, A. M. V. Análise de matéria seca (MS) – análise de alimentos [por] Alex Arruda [S. l.: s. n], 2022. 1 vídeo (17:18 min). Publicado pelo canal de Prof. Alex Varela. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=NRulE0w3f_Q. Acesso em: 24 abr. 2024.

ARRUDA, A. M. V. Avaliação das larvas de *Tenebrio molitor* como alimento estratégico para aves. **1º Congresso Nordestino de Entomologia aplicada a Zootecnia – Entomozootec 2023**. (webnário digital). UFRPE, Recife-PE, 2023a. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=tPwme2QDCgA&ab_channel=EntomoZootecUFRPE. Acesso em: 14 abr. 2024.

ARRUDA, A. M. V. Farinha de larvas de tenebrio como alimento estratégico para aves – webnário entomozootec [por] Alex Arruda [S. l.: s. n], 2023b. 1 vídeo (27:15 min). Publicado pelo canal de Prof. Alex Varela. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FsY5sVikczA>. Acesso em: 24 abr. 2024.

BICALHO, A. S. M. **Composição centesimal da farinha de grilo preto (*Gryllus assimilis*) e extração e caracterização de proteínas para a alimentação humana**. Orientador: Flávia Souza Almeida. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biotecnologia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

BRASIL. Escopo DS CQL/004/01/01. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/search?SearchableText=33/2023%20mapa>. Acesso em: 15 fev. 2024.

BRASIL. FOR CQL/005/01 - Escopo de Credenciamento Produtos de Origem Animal: Ensaio Microbiológicos. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/lfda/legislacao-metodos-da-rede-lfda/produtos-de-origem-animal>. Acesso em: 11 fev. 2024.

BRASIL. Instrução Normativa N° 110, de 24 de Novembro de 2020. Publica a lista de matérias-primas aprovadas como ingredientes, aditivos e veículos para o uso na alimentação animal. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Brasília, DF, 19 dez. 2020. Disponível em:

https://sistemasweb.agricultura.gov.br/conjurnormas/index.php/INSTRU%C3%87%C3%83O_NORMATIVA_N%C2%BA_110,_DE_24_DE_NOVEMBRO_DE_2020. Acesso em: 09 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003.** Análises microbiológicas para controle de produção de origem animal e água. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de setembro de 2003. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/rdc0014_28_03_2014.pdf. Acesso em: 18 mar. 2024.

CARDOSO, S. A. E. **Utilização de insetos na alimentação humana e animal.** Orientador: Daniel de Moura Murta. 2016. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10437/7638>. Acesso em: 01 fev. 2024.

CARVALHO, T. S. G. **FARINHA DE BARATA DE MADAGASCAR (*Gromphadorhina portentosa*) EM DIETAS PARA CALOPSITAS (*Nymphicus hollandicus*) MANTIDAS EM CATIVEIRO.** Orientador: Marcio Gilberto Zangeronimo. 2017. Tese (Doutorado em produção e nutrição de não ruminantes) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vtt-207191>. Acesso em: 13 fev. 2024.

CARVALHO, T. S. G. et al. Inclusion of Madagascar cockroach (*Gromphadorhina portentosa*) meal in the diet of cockatiels (*Nymphicus hollandicus*) in captivity: Influences on offspring development. **Research in Veterinary Science**, v. 126, p. 89–93, out. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034528819301572>. Acesso em: 18 abr. 2024.

CONSEA. **Princípios e Diretrizes de uma Política de Segurança Alimentar e Nutricional.** Editora Positiva. Brasília, 2004. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/participacao/images/pdfs/conferencias/Seguranca_Alimentar_II/textos_referencia_2_conferencia_seguranca_alimentar.pdf. Acesso em: 06 mar. 2024.

CRANSTON, P. S.; GULLAN, P. J. **Os Insetos: um resumo de entomologia.** 3. ed. Rio de Janeiro: Roca. 2008. 440 p.

DEGAGA, B. et al. Microbial Quality and Safety of Raw Vegetables of Fiche Town, Oromia, Ethiopia. **Journal of Environmental and Public Health**, v. 2022, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/2556858>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35222651/>. Acesso em: 19 fev. 2024.

DOMINGOS, I.; BRUNELLI, S. R.; BALDOTTO, S. B. Salmonella spp.-Uma revisão. **Revista FAIT.** Itapeva, v. 2, n. 3, p. 15, 2015. Acesso em: 18 abr. 2024.

DO NASCIMENTO, A. F. et al. Insetos: alimento sustentável para nutrição animal. **Sustentabilidade no agronegócio**, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/47599>. Acesso em: 31 jan. 2024.

DUARTE, M.S.; TIECHER, P. R.; MOREIRA, A. L.; SAMUELSSON, E.; FERREIRA, L.; SANTOS, F. C. ENTOMOFAGIA: UMA OPÇÃO SUSTENTÁVEL. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, Ariquemes, v. 13, 2022. Disponível em: <https://revista.unifaema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/967>. Acesso em: 7 fev. 2024.

DUBREUIL, J. D.; ISAACSON, R. E.; SCHIFFERLI, D. M. Animal Enterotoxigenic Escherichia coli. **EcoSal Plus**, v. 7, n. 1, 11 jan. 2016. Disponível em: https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/ecosalplus.esp-0006-2016?casa_token=BczfbolSZflAAAAA%3A7SSTyA0yoEgnsRgOsSPnifLB9oytwqekoQEsIg3ulwtcvhTHiA-B0i3vuzC7NibPHub0Hez_txaN0PHh. Acesso em: 19 abr. 2024.

EMBRAPA. **Horizonte de 2050**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, [2018]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/37534993/artigo---horizonte-de-2050>. Acesso em: 25 jan. 2024.

EMBRAPA. **Insetos na dieta**. Distrito Federal, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45712402/artigo---insetos-na-dieta>. Acesso em: 05 fev. 2024.

EMBRAPA. **Tabela de Drawback para Suínos**: Memorial Técnico Descritivo para Índices de Equivalência entre Ingredientes da Ração de Suínos e os Seguintes Produtos Industrializados. Concórdia, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/Tabela+Drawback+Su%C3%ADnos+-+102021.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2024.

FAO. **The State of Food Security and Nutrition in the World**. [2015]. Disponível em: <https://www.fao.org/publications/home/fao-flagship-publications/the-state-of-food-security-and-nutrition-in-the-world/en>. Acesso em: 07 fev. 2024.

FIALHO, A. T. S. et al. Nutritional composition of larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) and crickets (*Gryllus assimilis*) with potential usage in feed. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, n. 2, p. 539–542, mar. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/HcQYp4KrjwJ5rCDtLb4FLWy/>. Acesso em: 18 abr. 2024.

FORATTINI, O. P. História da entomologia no Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 11, p. 4-12, 1964.

GOMES, J. G. C. et al. Insect Production for Animal Feed: A Multiple Case Study in Brazil. **Sustainability**, v. 15, n. 14, p. 11419–11419, 23 jul. 2023. DOI:

<https://doi.org/10.3390/su151411419>. Disponível em:
<https://www.mdpi.com/2071-1050/15/14/11419>. Acesso em: 31 jan. 2024.

HONG, J.; HAN, T.; KIM, Y. Y.. Mealworm (*Tenebrio molitor* Larvae) as an alternative protein source for monogastric animal: A review. **Animals**, v. 10, n. 11, p. 2068-2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10112068>. Disponível em:
<https://helda.helsinki.fi/items/033e7b23-7a88-492d-9797-d251d2073650>. Acesso em: 01 fev. 2024.

JANSSEN, R. H. et al. Nitrogen-to-protein conversion factors for three edible insects: *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*, and *Hermetia illucens*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, n. 11, p. 2275-2278, 2017. Disponível em:
<https://pubs.acs.org/sharingguidelines>. Acesso em: 29 fev. 2024.

LANGE, K. W.; NAKAMURA, Y. Edible insects as future food: chances and challenges. **Journal of Future Foods**, v. 1, n. 1, p. 38–46. 2021. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2021.10.001>. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772566921000033>. Acesso em: 05 fev. 2024.

LUCCHESI-CHEUNG, T.; AGUIAR, L.K.D.; DA SILVA, R.F.F.; PEREIRA, M.W. Determinants of the Intention to Consume Edible Insects in Brazil. **Journal of Food Products Marketing**, v. 26, n. 4, p. 297–316, mai. 2020. DOI:
<https://doi.org/10.1080/10454446.2020.1766626>. Disponível em:
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10454446.2020.1766626>. Acesso em: 04 fev. 2024.

MACEDO, I. M. E. et al. Entomophagy in different food cultures. **Revista Geama**, p. 58-62, 2017. Disponível em:
<http://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/download/1398/1306>. Acesso em: 05 fev. 2024.

MAKKAR, H. P. S. et al. State-of-the-art on use of insects as animal feed. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 1–33, nov. 2014. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840114002326>. Acesso em: 18 abr. 2024.

MARQUES, M. D. Anatomia interna e fisiologia. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Manaus: INPA. 2024. p. 12-56.

MEUSANIMAIS. **Tudo que você precisa saber sobre a vida dos grilos**. [2020]. Disponível em: <https://meusanimaais.com.br/vida-dos-grilos/>. Acesso em: 06 mar. 2024.

MIRANDA, L. E. **Avaliação da composição centesimal de inseto com potencial para aplicação na alimentação**. Orientador: Eleonice Moreira Santos. 2022. Monografia

(Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022. Disponível em:
https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/3837/1/MONOGRAFIA%20_%20Avalia%C3%A7%C3%A3oComposi%C3%A7%C3%A3oCentesimal.pdf. Acesso em: 31 jan. 2024.

NOWAK, V. et al. Review of food composition data for edible insects. **Food Chemistry**, v. 193, p. 39–46, fev. 2016. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814614016781>. Acesso em: 07 fev. 2024.

ONU. **World Population Prospects 2022**. [2022]. Disponível em:
<https://population.un.org/wpp/>. Acesso em: 07 fev. 2024.

ORKUSZ, A. Edible Insects versus Meat—Nutritional Comparison: Knowledge of Their Composition Is the Key to Good Health. **Nutrients**, v. 13, n. 4, p. 1207, 6 abr. 2021. DOI:
<https://doi.org/10.3390/nu13041207>. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33917531/>. Acesso em: 08 fev. 2024.

PENNA, P. M. M. et al. BIOSSEGURANÇA: UMA REVISÃO. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 3, p. 555–565, set. 2010. DOI:
<https://doi.org/10.1590/1808-1657v77p5552010>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/aib/a/hqt8HGY9DP6zrbSFCKRz4jt/#>. Acesso em: 15 fev. 2024.

PROTEÍNA DE INSETO. **Ofício Circular 33/2023 do MAPA**. Belo Horizonte, MG, 2023. Disponível em:
<https://www.proteinadeinseto.com/2023/07/oficio-circular-332023-do-mapa.html>. Acesso em: 12 fev. 2024.

REILLY, L. M. et al. Chemical composition of selected insect meals and their effect on apparent total tract digestibility, fecal metabolites, and microbiota of adult cats fed insect-based retorted diets. **Journal of Animal Science**, v. 100, n. 2, 31 jan. 2022. DOI:
<https://doi.org/10.1093/jas/skac024>. Disponível em:
<https://academic.oup.com/jas/article/100/2/skac024/6518149?login=true>. Acesso em: 07 fev. 2024.

RENTZ, D. C. F.; Y. SU. **A Guide to Crickets of Australia 324**. Bobilla gullane. 2019. Disponível em:
<http://orthoptera.speciesfile.org/Common/basic/Taxa.aspx?TaxonNameID=1121634>. Acesso em: 07 fev. 2024.

SAATH, K. C. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 2, p. 195–212. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560201>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/resr/a/DdPXZbMzxby89xBDg3XCTgr/#>. Acesso em: 25 jan. 2024.

SALES, W. B. et al. OCORRÊNCIA DE COLIFORMES TOTAIS E TERMOTOLERANTES EM PASTEIS FRITOS VENDIDOS EM BARES NO CENTRO DE CURITIBA-PR.

DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde, v. 10, n. 1, p. 77–85, 28 mar. 2015.

Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/demetra/article/view/14142>. Acesso em: 18 abr. 2024.

SAS® ONDEMAND FOR ACADEMICS. **SAS Institute Inc.** [2024]. Disponível em:

https://www.sas.com/en_us/software/on-demand-for-academics.html. Acesso em: 11 mar. 2024.

SILVA, A. G. F. **Produção e Caracterização Física e Química de Farinha de Insetos Utilizados na Piscicultura**. Orientador: Marisa de Oliveira Apolinário. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2023.

SILVA, A. R.C. **Análises Bromatológica, Microbiológica e Aceitabilidade de Consumo da Farinha de Larvas de *Tenebrio molitor* como Produto Alimentício**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2023.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV Ed., 2005.

SILVA, J. F. M.; FEITOSA, A. C.; RODRIGUES, R. M. STAPHYLOCOCCUS AUREUS EM ALIMENTOS. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 4, n. 4, p. 15–31, 3 out. 2017. Disponível em:

<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/3531>. Acesso em: 18 abr. 2024

SILVA, L. B. et al. **Reciclando nutrientes: Larvas de Tenebrio molitor como alternativa de proteína para a alimentação humana e animal**. Teresina: UFPI, 2020. Disponível em: <https://ufpi.br/ultimas-noticias-ufpi/36623-reciclando-nutrientes-larvas-de-tenebrio-molitor-como-fonte-alternativa-de-proteina-para-a-alimentacao-humana-e-animal>. Acesso em: 09 fev. 2024.

SILVEIRA, D.R; KAEFER, K; PORTO, R.C; LIMA, H.G.D; TIMM, C.D; CERESER, N.D. Qualidade microbiológica de produtos de origem animal encaminhados para alimentação escolar. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, 2019. DOI:

<https://doi.org/10.1590/1089-6891v20e-43226>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cab/a/KWqbYNtbjWt77x5KNGfByjs/>. Acesso em: 19 mar. 2024.

SOUZA, P. C.; RONCHI-TELES, B. **Ciclo de vida das larvas de Tenebrio molitor (Coleoptera), sob diferentes dietas**. Disponível em:

https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/3195/1/pibic_inpa.pdf. Acesso em: 07 fev. 2024.

SUTTON, M. Q. Aboriginal Tasmanian entomophagy. In: **International Congress of Ethnobiology**. p. 209-217. 1988.

TAO, J.; LI, Y. O. Edible insects as a means to address global malnutrition and food insecurity issues. **Food Quality and Safety**, v. 2, n. 1, p. 17-26, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyy001>. Disponível em: <https://academic.oup.com/fqs/article/2/1/17/4911878?login=true>. Acesso em: 05 fev. 2024.

TUNES, S. **Insetos Comestíveis**. São Paulo: Tecnologia Entomofagia, 2020. 8 p. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2020/04/060-067_entomofagia_290.pdf. Acesso em: 05 fev. 2024.

VAN HUIS, A. et al. **Edible insects**: future prospects for food and feed security. Rome: Food And Agriculture Organization Of The United Nations, 2013. 201p. Disponível em: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/258042>. Acesso em: 01 fev. 2024.

Y. JONGEMA. **List of edible insects of the world**. Países Baixos: Wageningen University & Search, [2017]. Disponível em: <https://www.wur.nl/en/Research-Results/Chair-groups/Plant-Sciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwide-species-list.htm>. Acesso em: 05 fev. 2024.

YODER, J. A.; BARCELONA, J. C. Food and water resources used by the Madagascan hissing-cockroach mite, *Gromphadorholaelaps schaeferi*. **Experimental & applied acarology**, v. 19, p. 259-273, 1995. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00052618>. Acesso em: 07 fev. 2024.