Insect Farming Technologies, **Além Paraíba, v. 3, n. 1, p. 1-19, 2024.**

INSETOS NA ALIMENTAÇÃO HUMANA COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL EM PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO

INSECTS IN HUMAN FOOD AS A NUTRITIONAL ALTERNATIVE IN PANIFICATION PRODUCTS

LOS INSECTOS EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL EN PRODUCTOS DE PANADERÍA

SOUSA, Carlos Eduardo Ferreira de
Universidade Federal de Rondonópolis. Av. dos Estudantes, 5055 - Cidade Universitária, CEP 78736-900, Rondonópolis, Mato Grosso; carloseduardofdesousa@gmail.com

MELO, Daniele Cristina Ferreira
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Avenida João Miguel Caram, 3131, Jardim Morumbi, CEP 86036-370, Londrina, Paraná; danielecristinams03@gmail.com

SANTANA, Giovana de Oliveira
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, IFMS, Campus Coxim. Rua Salime Tanure, s/n, Bairro Santa Tereza. CEP 79400-000. Coxim, Mato Grosso do Sul; giovanacx8@gmail.com

MINAS, Ramon Santos de, Dr.
Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo (EAMES). Rua Inhoa, s/n, Prainha, CEP 29100-900, Vila Velha, Espírito Santo; ramonsantosdeminas@gmail.com

KWIATKOWSKI, Angela, Drª.
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, IFMS, Campus Coxim. Rua Salime Tanure, s/n, Bairro Santa Tereza. CEP 79400-000. Coxim, Mato Grosso do Sul; angela.kwiatkowski@ifms.edu.br

Resumo

O modelo atual de produção de proteína e outros nutrientes, por meio da criação de animais, não suprirá as necessidades da população mundial até 2050. Assim, o presente trabalho teve como objetivos analisar a composição centesimal e avaliar a qualidade microbiológica dos insetos *Tenebrio molitor, Nauphoeta cinerea e Gryllus assimilis* visando seu uso na alimentação humana. Foram realizados abate dos insetos, desidratação e trituração em farinha integral. Efetuaram-se análises químicas nas farinhas de insetos desidratados, sendo: determinação do teor umidade, proteínas, lipídios, açúcares redutores e totais, cinzas (minerais) e valor energético total. Feitas análises microbiológicas de avaliação de coliformes totais e termotolerantes. Os resultados foram analisados estatisticamente pela análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p<0,05$). Os resultados obtidos mostraram teor de umidade abaixo de 15g $100g^{-1}$ para todas as amostras de farinhas, que garante sua conservação e utilização no enriquecimento de farinhas para panificação. Apresentaram também alta concentração de proteínas, que variou de 39,81 a 52,06g $100g^{-1}$. Resultados do quantitativo de lipídios foi de 6,78 a 32,10g $100g^{-1}$. O teor de cinzas/minerais presentes foi significativo para alimentação humana, com baixo índice de açúcares. O valor energético total variou de 242,06 a 457,66 kcal $100g^{-1}$. As análises microbiológicas indicaram qualidade alimentar para coliformes totais, que variou de 0,36 a 2,8NMP g^{-1}, e coliformes termotolerantes, cujos resultados se mantiveram para todos os insetos abaixo de 0,3 NMP g^{-1}. Os resultados apontam que os insetos podem ser

uma alternativa como fonte nutricional, porém, para que sejam inseridos na alimentação humana ainda há muitos aspectos a serem analisados pelos pesquisadores da área.
Palavras-chaves: *Tenebrio molitor, Nauphoeta cinerea, Gryllus assimilis*, nutrientes.

Abstract

The current model of producing protein and other nutrients, through animal husbandry, will not meet the needs of the world population until 2050. Therefore, the work aimed to analyze the proximate composition and evaluate the microbiological quality of the insects *Tenebrio molitor*, *Nauphoeta cinerea* and *Gryllus assimilis*, aiming for their use in human nutrition. The insects were slaughtered, dehydrated and crushed into wholemeal flour. Chemical analyzes were carried out on dehydrated insect flours, including: determination of moisture content, proteins, lipids, reducing and total sugars, ash (minerals) and total energy value. Microbiological analyzes were performed in order to evaluate total and thermotolerant coliforms. The results were statistically analyzed using analysis of variance and the means compared using the Tukey test ($p<0.05$). The results obtained showed a moisture content below 15g $100g^{-1}$ for all flour samples, which guarantees their conservation and use in enriching flours for baking. They also presented a high concentration of proteins, which ranged from 39.81 to 52.06g $100g^{-1}$. Results of the amount of lipids were 6.78 to 32.10g $100g^{-1}$. The ash/mineral content present was significant for human consumption, with a low sugar content. The total energy value ranged from 242.06 to 457.66 kcal $100g^{-1}$. Microbiological analyzes indicated food quality for total coliforms that ranged from 0.36 to 2.8 MPN g^{-1} and thermotolerant coliforms, in which the results remained below 0.3 MPN g^{-1} for all insects. The results indicate that insects can be an alternative nutritional source, however, for insects to be included in human food there are still many aspects to be analyzed by researchers in the area.
Keywords: *Tenebrio molitor, Nauphoeta cinerea, Gryllus assimilis*, nutrients.

Resumen

El modelo actual de producción de proteínas y otros nutrientes, a través de la cría de animales, no cubrirá las necesidades de la población mundial hasta 2050. Por ello, el trabajo tuvo como objetivo analizar la composición próxima y evaluar la calidad microbiológica de los insectos *Tenebrio molitor*, *Nauphoeta cinerea* y *Gryllus assimilis*, apuntando a su uso en nutrición humana. Los insectos fueron sacrificados, deshidratados y triturados para obtener harina integral. Se realizaron análisis químicos a harinas de insectos deshidratadas, incluyendo: determinación del contenido de humedad, proteínas, lípidos, azúcares reductores y totales, cenizas (minerales) y valor energético total. Se realizaron análisis microbiológicos para evaluar coliformes totales y termotolerantes. Los resultados se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey ($p<0,05$). Los resultados obtenidos mostraron un contenido de humedad inferior a 15g $100g^{-1}$ para todas las muestras de harina, lo que garantiza su conservación y uso en el enriquecimiento de harinas para panificación. También presentaron una alta concentración de proteínas, que osciló entre 39,81 y 52,06 g 100 g^{-1}. Los resultados de la cantidad de lípidos fueron de 6,78 a 32,10 g 100 g^{-1}. El contenido de cenizas/minerales presentes fue significativo para el consumo humano, con un bajo contenido de azúcar. El valor energético total osciló entre 242,06 y 457,66 kcal $100g^{-1}$. Los análisis microbiológicos indicaron una calidad de los alimentos para coliformes totales que osciló entre 0,36 y 2,8 NMP g^{-1} y coliformes termotolerantes, en los que los resultados se mantuvieron, para todos los insectos, por debajo de 0,3 NMP g^{-1}. Los resultados indican que los insectos pueden ser una fuente nutricional alternativa, sin embargo, para que los

insectos sean incluidos en la alimentación humana aún quedan muchos aspectos por analizar por parte de los investigadores del área.
Palabras-clave: *Tenebrio molitor, Nauphoeta cinerea, Gryllus assimilis*, nutritivo.

INTRODUÇÃO

O relatório do Estado da Segurança Alimentar e Nutrição no Mundo (SOFI), publicado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2023), em conjunto com demais organizações voltadas à segurança alimentar no mundo, apresenta o aumento dos indicadores de fome e insegurança alimentar no mundo, e estimou que, em 2022, 29,6% da população mundial (aproximadamente 2,4 bilhões de pessoas) estiveram em insegurança alimentar, moderada ou grave, o que significa que estas pessoas não tinham acesso à qualidade e quantidade de comida apropriada. Essas informações ainda referenciam que o quantitativo de 391 milhões de pessoas a mais do que em 2019, antes do período de pandemia COVID-19 (FAO, 2023).

Para manter a segurança alimentar, as pesquisas têm buscado por seguimentos de produção de alimentos potencialmente nutritivos como alternativa, em destaque para pesquisa de fontes nutricionais proteicas para suprir a demanda da população em escala mundial, considerando como princípio as práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis.

No sistema de produção de alimentos convencionais, existem grandes perdas ambientais que se originam para atender e produzir um grande mercado consumidor de carnes e seus subprodutos (MINAS et al., 2016). Algumas pesquisas referentes à produção de ovos e de aves para abate têm levantado várias questões com relação à sanidade e bem-estar desses animais, além de sua alimentação impregnada de substâncias exógenas que podem contribuir para o agravamento de enfermeidades nos consumidores, como problemas cardiovasculares (BENÍTEZ, 2013).

A entomofagia, conhecida como o ato de consumir insetos, é uma alternativa proteica de reduzir os impactos ambientais causados pela exploração de recursos naturais do meio ambiente. O uso de insetos na alimentação já vem sendo explorado por algumas culturas em várias partes do mundo, sendo os países asiáticos como China e Tailândia os exemplos mais comuns (VAN-ITTERBEECK; VAN-HUIS, 2012).

No Brasil existem poucos trabalhos sobre o uso de insetos na alimentação humana, pois a forte cultura brasileira e mesmo os hábitos alimentares ainda são uma grande

barreira para desmistificar o assunto. Costa Neto (2003) e Minas et al. (2016) abordam o contexto de que os insetos são uma excelente alternativa de fonte de alimentos para o homem. Hornby (2013) relata que o pesquisador Arnold Van Huis e equipe fizeram testes sensoriais às cegas e as pessoas participantes preferiram se alimentar com almôndegas enriquecidas com larvas de insetos em relação à formulação sem insetos. Em todo o mundo, vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos de maneira a mudar o pensamento sobre o uso de insetos na alimentação humana e, para isso, os órgãos que regem e fiscalizam a produção de alimentos vêm acompanhando essa tendência (MINAS et al., 2016; VAN-HUIS, 2020; GELEZOGLO, 2021; GONÇALVES et al., 2022).

Segundo Gelezoglo (2021), a União Europeia (UE) aborda os insetos como alimentos no Regulamento para Novos Alimentos (2283 de 2015), desde que com as devidas aplicações e provas de segurança, e ainda segundo a autora, nos Estados Unidos e Brasil não existe legislação específica, mas no caso das legislações vigentes brasileiras, em 2022 foi publicada versão atualizada da legislação que aponta os limites máximos da presença de matérias estranhas em alimentos, incluindo insetos (BRASIL, 2022a).

Assim, considerando a necessidade de desmitificar a antropoentomofagia e oferecer diversidade e alternativas para previnir deficiências nutricionais na dieta do ser humano, mas que concomitantemente seja sustentável, indicando baixo impacto ambiental na produção em grande escala com uma alta taxa de conversão de biomassa, o presente trabalho teve como objetivos avaliar a composição nutricional de farinhas integrais de insetos *Nauphoeta cinerea*, *Tenebrio molitor* e *Grillus assimilis* e a inserção em formulações de alimentos de panificação, como bolo, patê e biscoitos tipo cookies de chocolate, bem como avaliar a qualidade microbiológica.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo dos materiais

O desenvolvimento do trabalho foi realizado abrangendo as etapas descritas no fluxograma da Figura 1. Para o experimento, foi realizada obtenção das matrizes de *Nauphoeta cinerea, Tenebrio molitor e Grillus assimilis* (Figura 2) com a organização de um sistema de criação em local higienizado, sendo composto por caixas d'água e bandejas plásticas, avaliando diariamente o desenvolvimentos dos insetos e realizando técnica de higienização sempre que necessário.

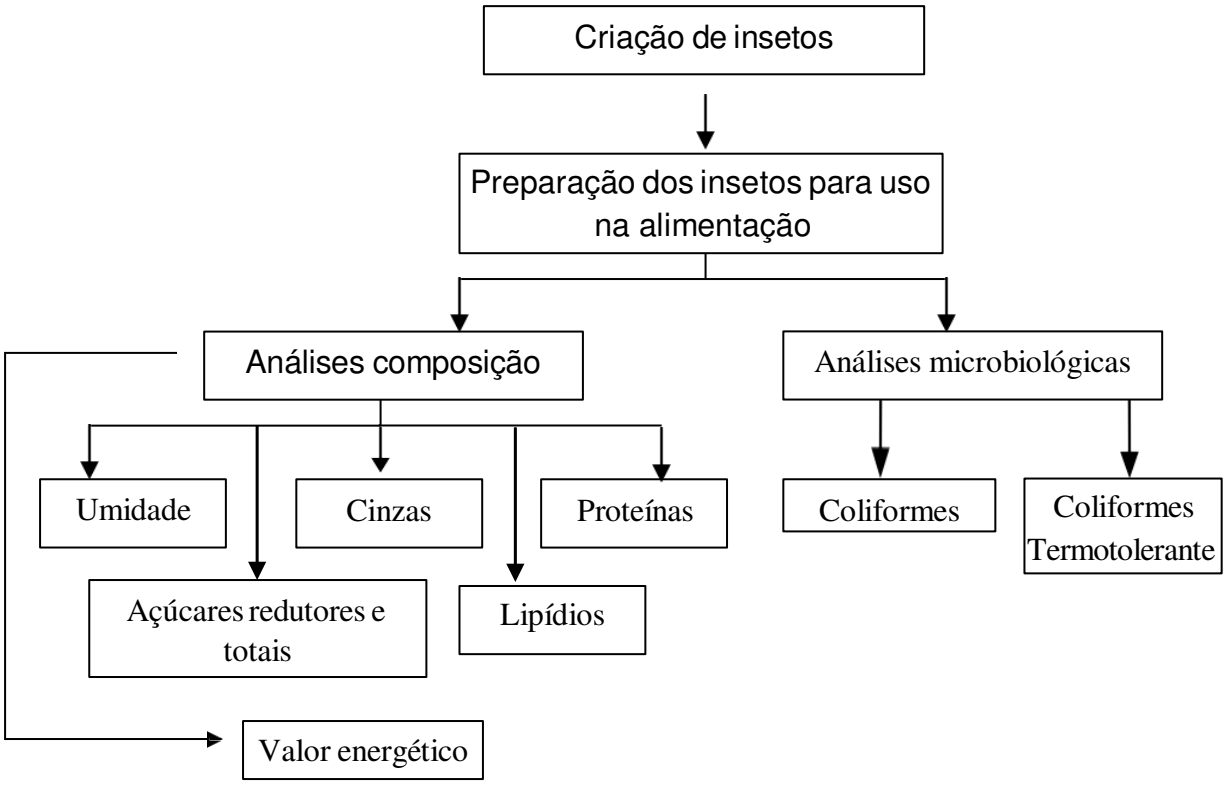


Figura 1. Fluxograma das etapas das análises nutricionais e microbiológicas.
Fonte: Os autores (2017).



(A) (B) (C)

Figura 2. Insetos utilizados neste trabalho, *Nauphoeta cinerea* (A), *Tenebrio molitor* (B) e *Grillus assimillis* (C).

Fonte: (A) Safari insetos (2016); (B) Plantas carnívoras (2016); (C) BugGuide (2018).

A dieta dos insetos foi baseada em fornecimento à vontade (*ad libidum*) com 100g de ração idêntica às utilizadas para criação de galinhas de postura, juntamente com toletes de cana-de-açúcar com 100g, trocados a cada três dias e água destilada. A ração utilizada se apresenta com mistura à base de farelo de milho, farelo de trigo, cálcio e minerais, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Formulação de ração/alimentação dos insetos.

Ingredientes	Quantidade (g)	Porcentagem (%)
Farelo de milho	1.000,00	49,75
Farelo de trigo	1.000,00	49,75
Minerais	5,00	0,25
Cálcio	5,00	0,25

Fonte: Os autores (2017).

Visando à utilização dos insetos como alimentos, grupos de 100 indivíduos adultos de *N. cinerea* e *G. assimillis* e 100 indivíduos em fase larval de *T. molitor* foram selecionados e abatidos. O passo inicial para o abate de todos os insetos foi deixar os mesmos por 48 horas sem alimento, recebendo apenas água. Em seguida, com o auxílio de um pacote plástico transparente estéril, os insetos foram armazenados e acondicionados em temperatura de -5ºC. Após, os insetos foram mergulhados em água fervente (100°C) por 10 minutos e posteriormente desidratados em estufa com circulação de ar a 60ºC/24h (Figura 3).

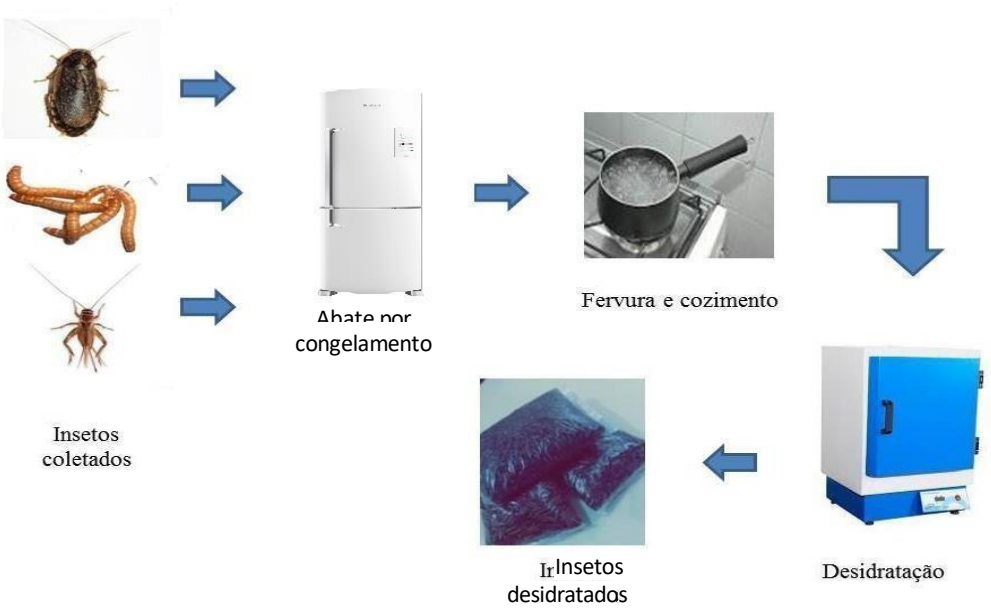


Figura 3. Fluxograma das etapas da preparação dos insetos para uso na alimentação.
Fonte: Os autores (2017).

Objetivando-se determinar a composição nutricional, grupos de 50 insetos de cada espécie foram triturados com o auxílio de um multiprocessador sendo a resultante uma farinha que foi armazenada em potes com capacidade de 500mL e tampados hermeticamente para uso posterior.

Avaliação de composição nutricional dos insetos desidratados

As análises foram realizadas em triplicata com a determinação do teor de umidade realizada por aquecimento em estufa a 105°C até peso constante. Os valores obtidos foram por meio da diferença de massas final e inicial. A análise de resíduo mineral fixo ou cinzas foi obtida por incineração em forno mufla por seis horas a 600ºC e os valores obtidos por diferença entre as massas (IAL, 2008).

A análise de determinação de proteínas foi realizada pelo método micro-Kjedahl, que quantifica o teor de nitrogênio total, convertendo o nitrogênio em proteína pela multiplicação do fator de correção de 6,25, conforme metodologia referenciada pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), que consiste em três fases: digestão, destilação e titulação. O teor de açúcares redutores e açúcares totais foi determinado pelo método de Lane-Eynon baseado na redução do cobre (IAL, 2008), em titulação à quente. O teor de lipídios foi quantificado por extração de solventes de acordo com a metodologia à frio de Bligh e Dyer (1959), no qual o óleo é extraído por uma mistura de três solventes (clorofórmio-metanol-água).

O valor energético total foi calculado pela soma das calorias fornecidas pelos carboidratos (açúcares totais), lipídios e proteínas, multiplicando seus valores em gramas pelos fatores e equação de Bryant e Atwater, em que carboidratos e proteínas representam 4 kcal e lipídios 9 kcal (TERRA et al., 2010).

Análises microbiológicas

As análises microbiológicas dos insetos desidratados foram realizadas em triplicata. As análises de coliformes foram feitas por procedimento sugerido pela *Food and Drug Administration* (FDA) e consiste do uso do método Número Mais Provável (NMP) pela inoculação de tubos com caldo Lauril Sulfato Triptose (LST). A avaliação dos resultados deu-se via utilização de uma tabela de NMP com intervalo de confiança ao nível de 95% de probabilidade, para as diversas combinações de tubos positivos nas séries de três tubos. Coliformes totais e coliformes termotolerantes foram determinados por três passos sucessivos na metodologia, se forem positivos: a primeira utiliza o meio Caldo Verde

Brilhante (VB), para confirmação de coliformes totais; para segunda etapa o caldo EC para confirmação de coliformes termotolerantes (SILVA et al., 2010).

Elaboração dos alimentos

Foram elaborados alimentos com adição de farinha integral de insetos nas formulações, conforme Tabela 2, sendo duas formulações de bolo de baunilha com farinha integral de grilos (*G. assimilis*), patê de sardinha com farinha integral de tenébrios (*T. molitor*) e *cookies* de chocolate com farinha integral de baratas (*N. cinerea*).

Tabela 2. Alimentos preparados com inserção de insetos.

Alimento preparado	Insetos	Concentração
Bolo de baunilha	*Gryllus assimilis*	0%
Bolo de baunilha	*Gryllus assimilis*	10%
Patê de sardinha	*Tenebrio molitor*	0%
Patê de sardinha	*Tenebrio molitor*	10%
Cookie de chocolate	*Nauphoeta cinerea*	0%
Cookie de chocolate	*Nauphoeta cinerea*	5%

Fonte: Os autores (2017).

Na Tabela 3 estão descritas as proporções dos ingredientes utilizados na elaboração das propostas de formulações de bolo sabor baunilha com e sem inserção de insetos. Foi fixada a quantidade de 10% de inserção de farinha integral de *G. assimilis* na elaboração do bolo de baunilha, em relação ao quantitativo de mistura pronta para bolo; os demais ingredientes para formulações 1 e 2 de bolos sabor baunilha foram iguais, conforme a orientação da embalagem da mistura pronta.

Tabela 3. Formulações dos bolo de baunilha.

Ingredientes	Formulação 1	Formulação 2
Mistura pronta para bolo sabor baunilha	40%	50%
Farinha integral de *Gryllus assimilis*	10%	0
Ovos	20%	20%
Leite integral	25%	25%
Margarina	5%	5%

Fonte: Os autores (2017).

O processo de obtenção das formulações foi igual para ambas as propostas, sendo realizada a mistura dos ingredientes, e após forneado a 180ºC por 40 minutos conforme

recomendações da embalagem da mistura pronta para bolo.

Na Tabela 4 estão descritas as proporções de ingredientes utilizados na elaboração das propostas de formulações de patê de sardinha. A diferença entre as formulações de patês está presente no quantitativo de sardinha e farinha de tenébrio utilizados. O processo de obtenção do patê de sardinha foi realizado envolvendo a homogeneização dos ingredientes, até obtenção de textura pastosa, para ser servido em pães, biscoitos ou outras formas de consumo desejadas.

Tabela 4. Formulações de patês de sardinha.

Ingredientes	Formulação 1	Formulação 2
Creme de maionese comercial	50%	50%
Sardinha enlatada comercial	40%	50%
Farinha integral de *Tenebrio molitor*	10%	0%

Fonte: Os autores (2017).

Na Tabela 5 estão descritas as proporções de ingredientes utilizados na elaboração das propostas de formulações de *cookies* de chocolates.

Tabela 5. Formulações dos *cookies* de chocolates.

Ingredientes	Formulação 1	Formulação 2
Farinha de trigo	35%	40%
Farinha integral de *Nauphoeta cinerea*	5%	0
Chocolate em pó	40%	40%
Ovos	2%	2%
Açúcar cristal	6%	6%
Margarina	12%	12%

Fonte: Os autores (2017).

O quantitativo de farinha de barata *N. cinerea* foi utilizado na substituição parcial da farinha de trigo para a F1. Demais ingredientes foram utilizados nas mesmas proporções. As formulações de *cookies* foram elaboradas com a mistura dos ingredientes farinha de trigo, chocolate em pó, açúcar, leite e margarina, sendo moldados em formas redondas e assados por 20 min a 185°C; em seguida, resfriados e armazenados em potes herméticos.

Análise estatística

Todas as análises de determinação do valor nutricional foram realizadas em triplicata e os resultados obtidos foram submetidos à análise de média±desvio-padrão. Os resultados médios obtidos foram avaliados por meio de análise estatística descritiva dos dados e submetidos à análise de variância (ANOVA) e testes de média de Tukey a 5% de significância para a comparação entre os pares das médias das amostras. Ao final, os dados foram comparados para verificar se houve relação entre eles, e se os valores encontrados apresentaram diferenças significativas entre si, usando planilhas do Excel como ferramenta de análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliações da composição nutricional

Os resultados das avaliações químicas podem ser observados na Tabela 6, que apresenta os valores dos teores de umidade, cinzas (minerais), lipídios, proteínas, açúcares redutores e totais. Por serem animais pecilotérmicos, os insetos não gastam energia mantendo a temperatura corpórea, por isso são conversores de alimentos bastante eficientes, com estimativa que 1 kg de biomassa de insetos possa ser produzido a partir de 2 kg de biomassa alimentar em média (COLLAVO et al., 2005). Em comparação, o gado bovino exige 8kg de ração para produzir 1kg de carne (ROMEIRO et al., 2015).

Os teores de umidades não apresentaram diferença estatística entre as amostras de insetos triturados em farinha. Cavenaghi et al. (2019) determinaram teor médio de 5,82g $100g^{-1}$ de umidade em *T. molitor*, valor abaixo ao valor determinado neste trabalho. O quantitativo de umidade das amostras desidratadas representa a quantidade de água presente nos materiais após o processo de secagem e está relacionada com a conservação do produto, pois a água pode representar meio de desenvolvimento de reações bioquímicas e microbiológicas indesejáveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os teores quantificados estão abaixo de 15% de umidade, valor estabelecido pela legislação para conservação de farinhas para panificação (BRASIL, 2005).

O teor de cinzas variou entre 4,00 e 6,50g $100g^{-1}$, sendo esses valores para farinha de *G. assimilis* e *T. molitor* com diferença estatística entre as amostras. Cavenaghi et al. (2019) determinaram valor médio de cinzas de 2,66g $100g^{-1}$ em *T. molitor*, valores próximos ao valor determinado nesta pesquisa. As cinzas refletem a quantidade de sais minerais, assim, o estudo dos minerais nos alimentos é de grande importância pelo aspecto

nutricional. Os minerais são classificados como micronutrientes e macronutrientes. Entre os primeiros estão: cálcio, fósforo, potássio, magnésio, sódio, enxofre, zinco, cobre, manganês, estanho, níquel, ferro, entre outros. São considerados essenciais ao organismo humano: cálcio, ferro, fósforo, magnésio, potássio, sódio, cobre, zinco, cobalto e manganês (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Tabela 6. Composição nutricional de insetos comestíveis *Tenebrio molitor, Nauphoeta cinerea, Gryllus assimilis* desidratados. Valores numéricos seguidos pela mesma letra, na linha, não apresentam diferença estatística entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Parâmetros	***T. molitor***	***N. cinerea***	***G. assimilis***
Umidade (g $100g^{-1}$)	10,50a*	11,37a	12,25a
Cinzas (g $100g^{-1}$)	6,50a	5,14a	4,00b
Lipídios (g $100g^{-1}$)	32,10a	24,65b	6,78c
Proteínas (g $100g^{-1}$)	39,81c	52,06a	43,75b
Açúcares redutores (g $100g^{-1}$)	<0,05a	<0,05a	<0,05a
Açúcares totais (g $100g^{-1}$)	2,33a	1,25b	1,46b
Demais carboidratos (g $100g^{-1}$)	8,71b	5,48b	31,71a
Valor energético total (kcal $100g^{-1}$)	492,50a	453,31b	364,37c

Fonte: Os autores (2017).

Os valores de açúcares redutores foram menores que 0,05 g 100^{-1} para todas as amostras de farinha de insetos, valores baixos; e os teores de açúcares totais variaram de 1,25 a 2,33g $100g^{-1}$, sendo maior valor para *T. molitor*. Os açúcares redutores são representados pela glicose, frutose e maltose. Nos açúcares totais tem-se a contagem do conteúdo de todos os açúcares presentes na composição dos alimentos, assim como também a trealose, um dissacaricarídeo composto por açúcares simples comumente encontrado na composição dos insetos com a função de estoque de energia.

Observado os teores de lipídios presentes na composição nutricional das farinhas de insetos avaliadas, sendo 6,78 g $100g^{-1}$ para farinha de *G. assimilis*, 24,65g $100g^{-1}$ para *N. cinerea* e 32,10g $100g^{-1}$ para *T. molitor*. Costa (2017) obteve valor médio de 10g $100g^{-1}$ de lipídios em *T. molitor*, valor abaixo do determinando neste trabalho para este inseto. Cavenaghi et al. (2019) determinaram valores de 34,75 a 36,05g $100g^{-1}$ de lipídios em *T. molitor*, valores próximos ao valor determinado nesta pesquisa. Os lipídios são constituídos por moléculas contendo elementos como carbono, hidrogênio e oxigênio, fornecendo 2,23

vezes mais energia/kg, em relação aos carboidratos. As gorduras servem como fornecedores de energia, sendo degradadas nas células durante a respiração celular. Os lipídios também são fonte de ácidos graxos essenciais para o organismo humano e servem como transportadores de nutrientes e das vitaminas lipossolúveis, como A, D, E e K. Ainda, os hormônios esteroides, como estrógeno, progesterona e testosterona, assim como hormônios adrenais, cortisol e aldosterona, são derivados de lipídios, especificamente do colesterol. Os lipídios, especialmente os fosfolipídios, são componentes essenciais das membranas celulares. Além de fornecer estrutura, eles também estão envolvidos em processos de sinalização celular (PINHEIRO et al., 2005).

Os teores de proteínas variaram de 39,81 a 52,06 g $100g^{-1}$, sendo *T. molitor* e *N. cinerea*. Costa (2017) obteve valor médio de 18g $100g^{-1}$ de proteínas em *T. molitor*, valor abaixo do determinado neste trabalho para este inseto. Cavenaghi et al. (2019) determinaram valores de 44,67 a 47,52 g $100g^{-1}$ de proteínas em *T. molitor*, valores próximos ao valor obtido nesta pesquisa. A variação nos valores nutricionais de proteínas sugere possível interferência da dieta ou processamento, e ainda não existem legislações e parâmetros técnicos para esse tipo de alimento. Algumas pesquisas sobre o uso de insetos desidratados e triturados em farinhas e inserido na alimentação de animais indicam grande potencial nutricional para os animais como alimento, principalmente por ser excelente fonte de proteína, tendo um perfil adequado de aminoácidos (SÁNCHEZ-MUROS et al., 2014; COLLAVO et al., 2005; DOSSEY et al., 2016).

O valor energético total foi maior para a farinha de *T. molitor* devido ao maior de teor de lipídios na composição, pois cada grama de lipídio representa 9kcal, enquanto cada grama de carboidrato (açúcar) e de proteína representa 4kcal. Por esta mesma explicação, o menor valor energético total foi para a composição de farinha de *G. assimilis.*

O relatório divulgado em Roma, da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2023), informa que 2 bilhões de pessoas em todo o mundo já suplementam suas dietas com insetos, que têm alto percentual de proteínas e minerais e trazem benefícios ao ambiente. Eles fornecem proteínas e nutrientes de alta qualidade em comparação com a carne de gado e de peixe, e são particularmente importantes como suplemento alimentar para crianças subnutridas. Estudos têm demonstrado que os insetos contêm quantidades de proteínas e lipídeos satisfatórias e são ricos em sais minerais e vitaminas, além de ser uma fonte de fibra animal pela quitina (ROMEIRO et al., 2015). Por exemplo, a formiga *Atta cephalotes* (tanajura) possui mais proteínas (42,59%) do que a carne de frango (23%) ou bovina (20%), proporcionalmente (COSTA NETO, 2003).

Avaliação microbiológica

Os resultados da avaliação microbiológica de coliformes totais e termotolerantes dos insetos abatidos, desidratados e triturados em farinha integral podem ser visualizados na Tabela 7.

Tabela 7. Aspectos microbiológicos de insetos comestíveis *Tenebrio molitor, Nauphoeta cinerea, Gryllus assimilis* desidratados e triturados em farinha.

Insetos	**Coliformes Totais (**NMP g^{-1})*	**Coliformes Termotolerantes (**NMP g^{-1})
T. molitor	0,36	<0,3
N. cinerea	<0,3	<0,3
G. assimilis	2,8	<0,3

*NMP g^{-1} – Número Mais Provável por grama.
Fonte: Os autores (2017).

A legislação vigente (IN 161 de 2022) apresenta limites microbiológicos para alimentos (BRASIL, 2022b), mas não indica valores para coliformes. Costa (2017), pesquisando valores de coliformes para larvas de *T. molitor*, encontrou 6,6 log UFC g^{-1}. Cavenaghi et al. (2019) determinaram valores de coliformes totais e termotolerantes menores que 500 UFC g^{-1} para *T. molitor*, sejam tenébrios inteiros ou triturados. Assim, os resultados apresentados neste trabalho estão conforme outros autores.

Destacamos que a limpeza e higienização durante o período de desenvolvimento dos insetos, nos ambientes de criação, bem como o abate realizado corretamente, colaboram para manter a qualidade microbiológica da farinha de insetos, devido ao uso de altas temperaturas em processo pós abate (100°C/10min), e podem reduzir o número de microrganismos no produto final (farinha).

Corroborando, ainda, que em seguida ao abate ocorre o processo da desidratação em estufa a 60°C/24 horas, ocorrendo a redução da quantidade de água disponível, que reduz a oferta de soluções diluídas com os demais componentes presentes na composição dos insetos para o desenvolvimento de microrganismos patogênicos e/ou deteriorantes. Alem disso, a redução da atividade de água diminui a concentração da disponibilidade de nutrientes/reagentes em solução, parâmetro aliado ao controle de velocidade das reações químicas e enzimáticas, aumentando o tempo de vida útil do produto.

Alimentos elaborados

As propostas de elaboração de alimentos com e sem inserção de farinha de insetos podem ser observadas nas Figuras 4, 5 e 6 com apresentação de duas formulações de bolo sabor baunilha, patê de sardinha e *cookies* de chocolate, respectivamente. Foi utilizado o mesmo tempo de forneamento dos bolos saborizados com baunilha, mas a formulação com insetos (F1) apresenta mais pontos escuros na superfície da massa, alterando a aparência visual da proposta de bolo. Entretanto, a superfície da F1 se apresenta mais homogênea que a F2. O uso de farinha integral de insetos *G. assimilis* em propostas de formulações de alimentos que passaram por aquecimento, no caso bolo, pode ser uma alternativa de inserção na alimentação humana, pois bolos são produtos culturalmente muito consumidos pelas pessoas.



Figura 4. Bolo de baunilha com inserção de farinha de *Gryllus assimilis* (F1) e sem inserção de farinha (F2).
Fonte: Os autores (2017).

Na Figura 5 pode ser observado que a formulação 1 para o patê se apresentou com coloração mais escura visualmente que a formulação 2 devido à inserção da farinha de insetos desidratados, montado sobre o pão de forma padrão branco. A introdução de farinha de larvas de *T. molitor* em formulação de patê apresenta uma possibilidade viável de consumo de produto com maior teor de minerais e proteínas, visto que patês são pastas cremosas, com alto teor de lipídios e alto índice de aceitação como alimento pelo ser humano.

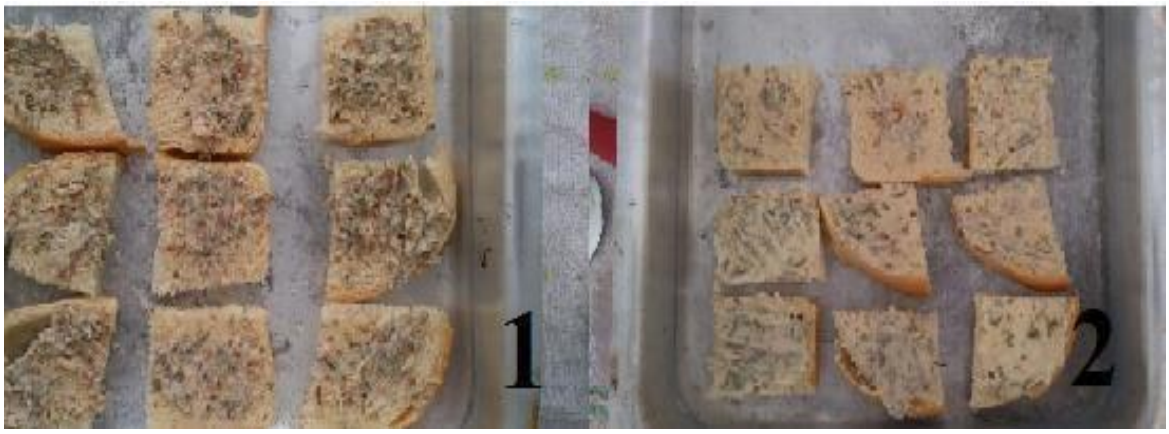


Figura 5. Patê de sardinha com inserção de farinha de *Tenebrio molitor* (F1) e sem inserção de farinha (F2).
Fonte: Os autores (2017).

Com relação às formulações de *cookies* de chocolate com e sem inserção de farinha integral de *N. cinerea*, observa-se que não houve diferenças visuais quanto à coloração. No entanto, em relação à consistência, a formulação com adição de farinha de *N. cinerea* se apresentou com melhor performance neste parâmetro, pois os *cookies* não ficaram quebradiços após forneamento. A adição de farinha integral de *N. cinerea* em *cookies* pode agregar um valor nutricional como fonte de minerais e proteínas.



Figura 6. *Cookies* de chocolate com inserção de farinha de *Nauphoeta cinerea* (F1) e sem inserção (F2).
Fonte: Os autores (2017).

Todas as propostas de formulações de alimentos foram realizadas com todo cuidado e atenção conforme normas vigentes de higiene e limpeza estabelecidas pelos órgãos competentes.

CONCLUSÃO

As amostras de insetos desidratados em farinha apresentaram alto teor de proteínas, com destaque para *N. cinerea*. Quanto ao conteúdo de teor lipídico, destaca-se *T. molitor*. O conteúdo de cinzas (minerais) teve maior teor nas amostras de *T. molitor* e *N. cinerea.* As análises microbiológicas indicaram que os insetos triturados em farinha apresentam valores reduzidos de microrganismos do grupo coliformes presentes.

Assim, além dos benefícios nutricionais, os efeitos negativos como a poluição do solo e dos recursos hídricos recorrentes da pecuária, a intensidade de uso e ocupação do solo, juntamente com os fenômenos de mudanças climáticas e outros impactos ambientais destrutivos, são diminuídos com a criação de insetos para consumo alimentar humano. Logo, podemos concluir que a farinha de insetos integral pode ser um meio alternativo para suprir a real necessidade nutricional humana, pelo seu valor nutricional, pelo benefício para o meio ambiente, por sua fácil produção e pelo retorno eficaz, trazido como alternativa de aumento de produção e renda para o produtor, como também uma alternativa nutricional para o consumidor.

REFERÊNCIAS

BENÍTEZ, I. **Barreiras ao mercado de insetos**. Disponível em: <http://www.ipsnoticias.net/portuguese/2013/07/ultimas-noticias/terramerica-barreiras-aomercado-de-insetos/>. Acesso em: 25 out 2023.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochimestry and Physiology**, 37(8): 911-917, 1959.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução – RDC n.º 623 de 9 de março de 2022a**. Dispõe sobre os limites de tolerância para matérias estranhas em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade. 2022, Ed. 51, Seção: 1 p. 119. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-623-de-9-de-marco-de-2022-386100039>. Acesso em: 15 dez 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**. Instrução Normativa - IN n.º 161, de 1º de julho de 2022b**. 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/IN_161_2022_.pdf/b08d70cb-add6-47e3-a5d3-fa317c2d54b2>. Acesso em: 17 dez 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Resolução RDC n.º 263, de 22 de setembro de 2005**. 2005. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html>. Acesso em: 28 dez 2023.

BUGGUIDE. ***Gryllus assimilis.*** Archbold Biological Station, Highlands County, Florida, USA. 2018. Departament of Plant Patology, Entomology, and Microbiology. Iowa State University. Disponível em: <https://bugguide.net/node/view/1576980>. Acesso em: 08 jan 2024.

CAVENAGHI, D.F.L.C.; LINS JUNIOR, J.C.; DUARTE, J.M.A.; BARROS, W.M.; JESUS, N.R. Caracterização físico-química e microbiológica de larvas de tenébrio (*Tenebrio molitor* L.) criado para consumo humano. In: VIERA, V.B.; PIOVESAN, N. **Inovação em ciência e tecnologia de alimentos 2**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. p. 77-84.

CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. **Pós-colheita de frutas e hortaliças**: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 2005.

COLLAVO, A.; GLEW, R.H.; HUANG, Y.S.; CHUANG, L.T.; BOSSE, R.; PAOLETTI, M.G. House cricket smallscale farming. In: PAOLETTI, M.G. (ed.). **Ecological implications of minilivestock**: potential of insects, rodents, frogs and snails. New Hampshire: Science Publishers, 2005. p. 519-44.

COSTA NETO, E. M. Insetos como fonte de alimento para o homem: valoração de recursos considerados repugnantes. **Interciência**, 28(3): 136-140, 2003.

COSTA, S.M. **Proteínas de larvas de *Tenebrio molitor* (L., 1758)**: extração, caracterização e aplicação num produto alimentar. 2017. 79 f. Dissertação (Pós-graduação em Segurança Alimentar). Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.

DOSSEY, A.T.; MORALES-RAMOS, J.A.; ROJAS, M.G. **Insects as sustainable food ingredients**: production, processing and food aplicattions. 1. ed. Londres: Academic press, 2016.

FAO; FIDA; OMS; PMA; UNICEF. **Versión resumida del estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023**. Urbanización, transformación de los sistemas agroalimentarios y dietas saludables a lo largo del continuo rural-urbano. Roma, FAO: 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/arquivos/230712_relatoriofao_es_seguridad_alimentaria.pdf/view>. Acesso em: 15 nov 2023.

GELEZOGLO, A.P. Insetos na alimentação humana**. Boletim Apamvet**, 12(3): 13-15, 2020.

GONÇALVES, C.; CHAVEZ, K.; JORGE, R. Entomofagia – consumo atual e potencial de futuro. **Acta Portuguesa de Nutrição**, 29: 76-81, 2022.

HORNBY, C. **Comer insetos pode ajudar a combater obesidade, diz ONU**. Portal G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/pop-arte/noticia/2013/05/comer-insetos-pode-ajudar-a-combater-obesidade-diz-onu.html>. Acesso em: 08 jan 2024.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de Alimentos/Ministério da saúde**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Ministério da Saúde, 4, 2008. Versão Digital.

MINAS, R.S.; KLEIN, S.; KWIATKOWSKI, A.; INÁCIO, F.D.; OLIVEIRA, R.F. Histórico e curiosidades da antropoentomofagia e entomofagia. In. MINAS, R. S.; KWIATKOWSKI, A.; KLEIN, S.; OLIVEIRA, R.F.; DIEMER, O. (Orgs.). **Antropoentomofagia e entomofagia**: Insetos, a salvação nutricional da humanidade. Brasília: Kiron, 2016. p. 7-20.

PINHEIRO, D.M.; PORTO, K.R.A.; MENEZES, M.E.S. **Química dos alimentos**: carboidratos, lipídeos, proteínas, vitaminas e minerais. Maceió: EDUFAL, 2005. Disponível

em: <http://www.ufal.edu.br/usinaciencia/acervo-multimídia/livros-digitais-cadernos-temativos/A_Quimica_dos_Alimentos.pdf>. Acesso em: 07 dez 2023.

PLANTAS CARNÍVORAS. ***Tenebrio molitor***. Disponível em: <http://www.plantascarnivoras.com.br/produtos/Tenebrio-Molitor.html>. Acesso em: 03 dez 2023.

SAFARI INSETOS. ***Nauphoeta cinerea***. Disponível em: <http://www.safarinsetos.com.br/produtos//>. Acesso em: 30 out 2023.

ROMEIRO, E.T.; OLIVEIRA, I.D.; CARVALHO, E.F. Insetos como alternativa alimentar: artigo de revisão. **Comportamento, Cultura e Sociedade,** 4(1): 21, 2015.

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

SILVA, N. *et al*. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010.

TERRA, J.; ANTUNES, A.M.; BUENO, M.I.M.S.; PRADO, M.A. Um método verde, rápido e simples para determinar o valor energético de farinhas e cereais matinais. **Química Nova**, 33(5): 1098-1103, 2010.

VAN HUIS, A. Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: a review. **Journal of Insects as Food and Feed**, 6(1): 27-44, 2020.

VAN ITTERBEECK, J.; VAN HUIS, A. Environmetal manipulation for edible insect procurement: a historical perspective. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, 8(3): 1-7, 2012.