

BARRAS DE CEREAIS COM FARINHAS DE INSETOS *Gromphadorhina portentosa* (Schaum, 1853) E *Tenebrio molitor* (Linnaeus, 1758) COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL

CEREAL BARS WITH FLOURS FROM *Gromphadorhina portentosa* (Schaum, 1853) AND *Tenebrio molitor* (Linnaeus, 1758) AS A NUTRITIONAL ALTERNATIVE

BARRAS DE CEREAL CON HARINAS DE INSECTOS *Gromphadorhina portentosa* (Schaum, 1853) Y *Tenebrio molitor* (Linnaeus, 1758) COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL

NASCIMENTO, Rafael Silva do.

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, *Campus Coxim*. Avenida Márcio Lima Nantes, s/n. Vila da Barra, CEP 79400-000. Coxim, Mato Grosso do Sul; faelsilva1225@gmail.com

KWIATKOWSKI, Angela, Dr^a.

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

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

Resumo

Estima-se que no ano de 2050 teremos que alimentar nove bilhões de habitantes em todo mundo, junto com os outros bilhões de animais criados para fins alimentícios, fato que pode resultar na poluição do solo, desmatamento de áreas florestais e outros impactos socioambientais. Necessário, assim, estudar novas soluções para produção de alimentos que forneçam proteínas que atendam às necessidades da população e que gerem menos impactos ao ambiente. A barra de cereal é um alimento que apresenta praticidade e funcionalidade nutricional, fornecendo proteínas, minerais e energia para o indivíduo. Deste modo, o objetivo do trabalho foi elaborar e avaliar a qualidade nutricional e microbiológica de farinha e de barras de cereais dos insetos barata-de-madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) e o tenébrio ou larva do bicho-da-farinha (*Tenebrio molitor*). *G. portentosa* foi obtida em criação para fins experimentais, enquanto *T. molitor* foi obtido em criador comercial. Os insetos foram desidratados e triturados até obtenção de farinha. Foram elaboradas três formulações de barras de cereais, duas para cada inseto na proporção de adição de 20% de farinha de inseto e uma controle, sem a adição de farinha de insetos. As análises realizadas foram: determinação do teor de umidade, cinzas, proteínas, fibras, açúcares, análise de contagem de microrganismos coliformes totais e termotolerantes. Os resultados obtidos indicaram que as farinhas de insetos são excelentes matérias-primas para elaboração de barras de cereais. Além disso, podem ser utilizadas por maior tempo de conservação, com valor de umidade abaixo de 15%. As barras de cereais obtidas apresentaram alto potencial de proteínas e fibras, com baixo conteúdo em lipídios e valor energético semelhante às barras de cereais de outros trabalhos.

Palavras-chave: barata-de-madagascar, bicho-da-farinha, proteínas, fibras.

Abstract

It is estimated that by 2050, we will need to feed nine billion people worldwide, along with billions of other animals raised for food, a fact that can result in soil pollution, deforestation, and other socio-environmental impacts. Therefore, it is necessary to study new solutions for food production that

provide proteins that meet the population's needs and generate less impact on the environment. Cereal bars are a food that offers practicality and nutritional functionality, providing protein, minerals, and energy to the individual. Therefore, the objective of this study was to develop and evaluate the nutritional and microbiological quality of flour and cereal bars made from the Madagascar cockroach (*Gromphadorhina portentosa*) and the mealworm (*Tenebrio molitor*). *G. portentosa* was obtained from experimental farms, while *T. molitor* was obtained from a commercial breeder. The insects were dehydrated and ground to obtain flour. Three cereal bar formulations were developed: two for each insect, with a 20% insect flour content, and a control bar containing no insect flour. The analyses performed included moisture, ash, protein, fiber, and sugar content, as well as total coliform and thermotolerant microorganism counts. The results indicated that insect flours are excellent raw materials for cereal bar production. Furthermore, they can be stored for a longer period of time, with a moisture content below 15%. The resulting cereal bars exhibited high protein and fiber potential, low lipid content, and similar energy values to cereal bars from other studies.

Keywords: Madagascar cockroach, mealworm, proteins, fibers.

Resumen

Se estima que para 2050, necesitaremos alimentar a nueve mil millones de personas en todo el mundo, junto con miles de millones de otros animales criados para consumo humano, lo que puede generar contaminación del suelo, deforestación y otros impactos socioambientales. Por lo tanto, es necesario estudiar nuevas soluciones para la producción de alimentos que proporcionen proteínas que satisfagan las necesidades de la población y generen un menor impacto ambiental. Las barras de cereal son un alimento práctico y nutricionalmente funcional, aportando proteínas, minerales y energía. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue desarrollar y evaluar la calidad nutricional y microbiológica de harinas y barras de cereal elaboradas con la cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) y el gusano de la harina (*Tenebrio molitor*). *G. portentosa* se obtuvo de granjas experimentales, mientras que *Tenebrio* se obtuvo de un criador comercial. Los insectos se deshidrataron y molieron para obtener harina. Se desarrollaron tres formulaciones de barras de cereal: dos para cada insecto, con un 20% de contenido de harina de insecto, y una barra de control sin harina de insecto. Los análisis incluyeron el contenido de humedad, cenizas, proteínas, fibra y azúcar, así como el recuento total de coliformes y microorganismos termotolerantes. Los resultados indicaron que las harinas de insectos son excelentes materias primas para la producción de barras de cereales. Además, pueden almacenarse durante más tiempo, con un contenido de humedad inferior al 15%. Las barras de cereales resultantes presentaron un alto potencial proteico y de fibra, un bajo contenido lipídico y valores energéticos similares a los de las barras de cereales de otros estudios.

Palabras-clave: cucaracha de Madagascar, gusano de la harina, proteínas, fibras.

INTRODUÇÃO

Em 2013 a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), relatou previsão, em documento publicado em Roma, que até 2050 o mundo terá um grande impulso no crescimento populacional e para conseguir fornecer alimentos para todos, principalmente no setor da cadeia de produtos de origem animal, com objetivo de fornecimento nutricional proteico, será necessário o aumento da produção de alimentos, entretanto, utilizando o mesmo espaço de produção ou um espaço menor, sem aumentar a degradação do ambiente, visando à sustentabilidade, surgindo o desafio na busca de outras formas de produção de alimentos para que futuramente se consiga alimentar essa população (FAO, 2013).

Não só pensando em produzir alimentos para evitar a fome, mas também a necessidade de fontes alternativas de proteínas, pois, atualmente, os estudos apontam que o aumento da demanda em carne bovina gera crescimento dos rebanhos bovinos, para

fornecimento de uma das fontes proteicas mais consumidas, aumentando, como consequência, a área desmatada para a formação de pasto. Isso aumenta a quantidade de animais, que contribui como agravante na geração de metano (CH₄), devido ao sistema alimentar de ruminância dos bovinos, sendo o CH₄ um dos gases do efeito estufa (GEE), responsáveis pelo aquecimento global (FAO, 2013; COSTA, 2017; VASCONCELOS; ZAPAROLLI, 2022).

Nesse sentido, muitas pesquisas têm sido realizadas para reduzir esse impacto vindo da produção de proteína, sendo que a maioria de tais estudos aponta que os insetos podem ser criados, para inserção como fonte proteica, com menor índice de de degradação e poluição ambiental (COSTA, 2017).

No Brasil existem algumas empresas que já produzem insetos para o consumo como alimentos para animais com rigor das exigências sanitárias legais, mas ainda faltam informações legais pelos órgãos competentes para produção (TERRAMERICA, 2013; SPANG, 2013; FRAGA, 2016; RODRIGUES, 2017). Por outro lado, o consumo de determinadas espécies de insetos se faz presente em pratos tradicionais em algumas regiões do país. Além disso, muitos chefes de restaurantes renomados e em cozinhas experimentais estão inserindo diversos insetos nas preparações culinárias, como formiga tanajura, tenébrios e alguns tipos de cupins (RODRIGUES, 2017; BBC NEWS BRASIL, 2018).

A inserção de insetos na alimentação humana como fonte nutricional apresenta vantagens, pois podem ser produzidos em grandes quantidades e em menor espaço com controle sanitário no manejo/criação, assim como fornecendo alimentos com boas proporções de nutrientes em especial de minerais e proteínas, podendo ser uma alternativa na substituição de ingredientes onerosos para produção de alimentos. As pesquisas neste campo de estudo fazem-se necessárias para que sejam avaliados as questões e/ou fatores de impactos para tomada de decisão, como o desenvolvimento de instalações de criação em massa, de baixo custo, que apresente um produto confiável, estável e seguro (KATAYAMA et al., 2008; FAO, 2013; COSTA, 2017).

Muitas pesquisas estão sendo desenvolvidas com o intuito de agregar valor à produção de alimentos (SANTOS et al., 2021; COELHO XAVIER et al., 2023; SOUSA et al., 2024), como farinhas, biscoitos, bolos, barras de cereais, entre outros. As barras de cereais são alimentos nutritivos, podendo ser elaborado com sabor adocicado e agradável, sendo alta fonte de elementos essenciais ao desenvolvimento do ser humano, como vitaminas, sais minerais, fibras, proteínas e carboidratos complexos (GUTKOSKI et al., 2007). Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo pesquisar a composição nutricional de farinhas de barata-de-madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) e tenébrio ou larva do bicho-da-farinha (*Tenebrio molitor*), propondo a elaboração de três formulações de barras de cereais com a inserção destes insetos, assim como realizando avaliações de composição nutricional e análises microbiológicas das barras de cereais elaboradas.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo dos materiais

As baratas-de-madagascar *G. portentosa* (Figura 1) foram obtidas de criação do Laboratório de Biologia do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), *Campus Coxim*.

O protocolo de manejo foi estabelecido com alimentação e água à vontade em caixas confeccionadas com caixas d'água, marca FORTLEV, capacidade 500L.



Figura 1. Baratas-de-madagascar *Gromphadorhina portentosa*.

Fonte: Os autores (2024).

Cada caixa de criação teve as bordas pinceladas com cola entomológica para evitar fugas e a tampa furada com broca circular com o auxílio de uma furadeira, visando proporcionar a ventilação no seu interior. Na parte interna no piso de cada caixa, foi colocado um bebedouro com capacidade de 5L de água filtrada e uma bandeja comedoura com dimensões de raio 30cm e altura 3cm. Da criação pré-estabelecida foram selecionados 200 indivíduos machos e fêmeas em números iguais, sendo cada grupo acomodado em uma caixa de criação distinta. O procedimento foi feito às 20h00 horas, por ser esse o horário de início de ferrugem da espécie.

As caixas ficavam posicionadas próximo a janelas de vidro, com o objetivo de receberem a luz solar e um fotoperíodo natural. Todos os insetos recebiam, a cada cinco dias, uma carga de alimentação de 0,5kg de ração comercial balanceada para codornas com adição de 0,5kg de ração balanceada para galinhas de postura. Os eventuais restos da alimentação anterior eram descartados, a bandeja higienizada e uma nova carga de ração sendo colocada à disposição. A água filtrada era trocada a cada dois dias e os vasos bebedouros lavados, visando diminuir o aparecimento de microrganismos. A criação permaneceu nesse sistema por quatro meses visando estabelecer o desenvolvimento da população no novo ambiente. Após, os indivíduos foram selecionados e conduzidos para uso nos experimentos.

Para realização do abate, os espécimes foram deixadas em regime hídrico por 48 horas. Após, eles foram abatidos por congelamento por 48 horas a -20°C e posterior cozimento a 100°C por 10 minutos, seguido de desidratação em estufa com circulação de ar a 70°C por 48 horas. Após, foi realizada a retirada das cabeças das baratas e a trituração em multiprocessador em farinha.

Os tenébrios (Figura 2) foram adquiridos inteiros e desidratados da empresa Nutrinsecta Criação e Comércio de Insetos Ltda. em fase larval. Os insetos foram triturados em multiprocessador até obtenção de farinha.



Figura 2. Larvas do bicho-da-farinha *Tenebrio molitor*.
Fonte: Os autores (2024).

Ambas as farinhas foram armazenadas em potes hermeticamente fechados para realização das análises nutricionais e microbiológicas, assim como realizar a elaboração das propostas das formulações de barras de cereais.

Elaboração das barras de cereais

Os ingredientes para elaboração das barras de cereais foram obtidos de marcas comerciais. Todos os ingredientes foram pesados e homogeneizados, padronizando as barras de cereais com inserção de farinhas de insetos. Os ingredientes utilizados foram as farinhas de insetos elaboradas, biscoito de amido triturado, aveia em flocos, leite em pó integral, açúcar mascavo, flocos de arroz e xarope de glicose (Tabela 1).

As formulações de barras de cereais com farinha de insetos foram elaboradas conforme o fluxograma apresentado na Figura 3. A pesagem dos ingredientes foi realizada em balança eletrônica. Os utensílios utilizados foram de metal aço inóx e alumínio, garantindo sanitização em todo o processo de preparo.

Tabela 1. Formulações de barra de cereais com inserção de farinhas de insetos como fonte adicional de proteínas.

Ingredientes	Controle	<i>T. molitor</i>	<i>G. portentosa</i>
Farinha de insetos	0	20%	20%
Biscoito de amido	10%	10%	10%
Aveia em flocos	40%	20%	20%
Leite em pó integral	10%	10%	10%
Açúcar mascavo	5%	5%	5%

Flocos de arroz	10%	10%	10%
Xarope de glicose	25%	25%	25%
Total	100%	100%	100%

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).



Figura 3. Fluxograma do processo de elaboração das barras de cereais com insetos.
Fonte: Os autores (2024).

A homogeneização foi realizada manualmente até completa observação visual da mistura. O cozimento foi realizado em fogão a gás, do tipo doméstico, por aproximadamente 5 minutos. A formatação e prensagem da massa obtida foi distribuída em plástico filme de PVC em superfície plana em mesa de granito. O corte da massa para obtenção das barras de cereais foi realizado manualmente com facas em formas retangulares.

Análises de composição nutricional

Foram realizadas as análises de composição nutricional para as farinhas dos insetos e para as três formulações de barras de cereais elaboradas com adição dessas farinhas.

Determinação do teor de umidade e cinzas

O teor de umidade das amostras foi determinado por secagem direta em estufa a 105°C até obtenção do peso constante e cálculo da diferença entre peso inicial e final. Para a determinação das cinzas, cápsulas de porcelana foram previamente limpas, secadas em estufa a 105°C, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesadas. Com as amostras secas, foi realizada a determinação das cinzas por incineração em forno mufla a 550°C por seis horas. Após, foi realizada a pesagem das cápsulas com o resíduo mineral fixo que representa as cinzas, conforme o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Determinação do teor de proteínas

A quantificação do teor de proteínas foi realizada segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), pelo Método de Semi-Micro-Kjeldahl, em triplicata, que consiste em três fases: digestão, destilação e titulação. Foi utilizada mistura catalítica composta de selênio em pó, sulfato de cobre e sulfato de sódio, adicionado 1g aos microtubos de digestão. Para cada 0,2g de amostra foi utilizado 5mL de ácido sulfúrico concentrado em tubo microdigestão, e foi inserido no bloco digestor. O aquecimento foi gradual até 400°C e o material permaneceu em digestão por 30 minutos após o clareamento das amostras. Na sequência, os materiais foram destilados em aparelho Semi-Micro-Kjeldahl, com adição solução de hidróxido de sódio a 40%. A amônia destilada foi recolhida em frasco Erlenmeyer com solução de ácido bórico a 4% com os indicadores vermelho de metila 0,1% e verde de bromocresol 0,1%, ambos em solução alcoólica. O volume destilado foi titulado com solução de ácido clorídrico a 100mL até viragem de cor e a partir do volume gasto na bureta se fez o cálculo. O fator de conversão utilizado foi o fator 6,25 para transformar a porcentagem de nitrogênio em proteína, levando-se em conta que as proteínas contêm, em média, 16% de nitrogênio, ou seja, se considerarmos que, em média, as proteínas contêm 16% de nitrogênio, então cada 100 gramas de proteína contém aproximadamente 16 gramas de nitrogênio (SILVA; QUEIROZ, 2002).

$$\text{Nitrogênio} = \frac{V (\text{gasto titulação}) \text{ mL} \times 0,1 \times 14 \times 100}{\text{massa da amostra (mg)}}$$
$$\text{PTF (\%)} = \text{nitrogênio} \times 6,25$$

Determinação do teor de lipídios

O teor de lipídios foi quantificado por extração de solventes de acordo com a metodologia a frio de Bligh e Dyer (1959), no qual o óleo é extraído por uma mistura de três

solventes (clorofórmio-metanol-água). A mistura foi deixada por 12 horas em funil de separação e após foi retirada a parte inferior da separação em balão de fundo chato, seco e pesado, onde se extraiu o solvente por rotaevaporação. Após, o balão foi pesado e a determinação foi obtida por diferença na pesagem do balão.

Determinação de fibra total

Pesou-se 2g de amostra previamente desengordurada e se adicionou 200mL de solução de H₂SO₄ a 0,255M, deixando em ebulição por 30 minutos. Após, foi filtrado e lavado com água quente. Ao material retido, adicionou-se 200mL de solução de NaOH a 0,313M e deixou em ebulição por mais 30 minutos. Em seguida, filtrou-se e lavou-se o material novamente com água quente. Após, com material retido no filtro, passou-se para um cadinho, com massa conhecida, e se colocou na estufa a 105°C; em seguida da secagem, o material foi incinerado em forno mufla por duas horas a 550°C. Esperou-se esfriar e pesou-se. A quantificação foi realizada por diferença de peso inicial e final (SILVA; QUEIROZ, 2002).

Determinação de carboidratos totais

A quantificação de carboidratos foi obtida pela diferença dos demais nutrientes, considerando 100% do produto (IAL, 2008).

Valor energético total (VET)

O valor energético total foi calculado pela soma das calorias fornecidas pelos carboidratos (açúcares totais) (4 kcal), lipídios (9 kcal) e proteínas (4kcal), multiplicando seus valores em gramas pelos fatores e equação de Bryant e Atwater (TERRA et al., 2010): $VET = 4C + 4P + 9G$, onde C = carboidratos; P = proteína; G = gordura ou lipídios.

Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas das farinhas de insetos foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do IFMS, *Campus Coxim*. Os demais ingredientes utilizados nas barras de cereais utilizados foram adquiridos de marcas comerciais em Coxim - MS, não sendo necessário realizar a avaliação microbiológica (garantia comercial).

Coliformes totais e coliformes termotolerantes ou a 45°C

Os coliformes totais e termotolerantes foram determinados pelo método de Número Mais Provável (NMP) pela inoculação de tubos com caldo Lauril Sulfato Triptose, caldo verde brilhante e caldo EC (métodos ISO 4831 e APHA chapter 9, respectivamente) (BRASIL, 2022). A avaliação dos resultados dá-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 (crescimento à temperatura de seleção de 45°C) foram determinados por dois passos sucessivos na metodologia, o primeiro se forem positivos: a primeira é utilizado o meio Caldo Verde Brilhante (VB), para confirmação de coliformes totais; para segunda etapa o Caldo EC para confirmação de coliformes termotolerantes ou a 45°C (SILVA et al., 2010).

Análise Estatística

Todas as análises de determinação do valor nutricional foram realizadas em triplicata e os resultados obtidos foram submetidos à análise 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

Os resultados das análises de composição nutricional das farinhas de barata-de-madagascar (*G. portentosa*) e de tenebrio (*T. molitor*) estão apresentados na Tabela 2. Já os resultados das análises nutricionais das barras de cereais elaboradas podem ser observados na Tabela 3.

O valor de umidade da farinha *T. molitor* foi maior que o teor encontrado para a farinha de *G. portentosa*, mas ambos os teores de umidade das farinhas apresentaram valores desejáveis para a maioria das farinhas alimentícias na legislação vigente (máximo de 15%) que garantem sua conservação, pois valores excedentes de umidade podem afetar a qualidade permitindo o desenvolvimento de microrganismos e reações químicas que deterioram as farinhas (BRASIL, 2005). O valor de umidade para barata-de-madagascar obtido foi semelhante ao valor de Carvalho (2017), que encontrou 6,38g/100g de umidade na farinha dessa espécie de barata.

Tabela 2. Resultados da composição nutricional das farinhas de insetos larva do bicho-da-farinha (*Tenebrio molitor*) e barata-de-madagascar (*Gromphadorhina portentosa*).

Análises	<i>T. molitor</i>	<i>G. portentosa</i>
Umidade (g/100g)	10,50a	6,37b
Cinzas (g/100g)	6,50a	2,30b
Lipídios (g/100g)	32,10a	25,10b
Açúcares totais (g/100g)	11,09b	29,16a
Proteínas (g/100g)	39,81a	37,07a
Valor calórico (Kcal/100g)	526,85a	490,82b

* Letras diferentes mesma linha indicam diferença estatística estatística pelo teste de Tukey (5%).

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O teor de umidade das barras de cereais não apresentou diferença estatística pelo teste de Tukey ($p > 0,05\%$), com médias resultantes semelhantes para todas as formulações. Se compararmos os resultados das análises da Tabela 3 com o resultado de Santos (2008), de barra de cereal com castanha-do-brasil e isolado proteico de soja, o teor de umidade obtido neste trabalho foi menor que o do autor (15,10%); conforme Celestino (2010), valores abaixo de 15% podem auxiliar no aumento do tempo de conservação dos produtos alimentícios. Boeira *et al.* (2016) também obtiveram valor menor que 15%

(13,10%) para barra de cereal elaborada com quinoa, flocos de arroz e proteína de soja texturizada.

Tabela 3. Valores da composição nutricional de barras de cereais com inserção de insetos.

Análises	Formulações de barras de cereais		
	Controle	<i>T. molitor</i>	<i>G. portentosa</i>
Umidade (g/100g)	10,52±0,21a	9,36±0,13a	8,32±0,09a
Cinzas (g/100g)	1,74±0,01b	2,19±0,07a	2,20±0,05a
Lipídios (g/100g)	2,78±0,17c	6,69±0,18a	4,83±0,52b
Carboidratos totais (g/100g)	42,56±1,14a	30,14±0,12c	36,94±0,13b
Proteínas (g/100g)	29,75±2,47b	37,54±1,26a	36,71±1,10a
Fibras (g/100g)	9,35±2,39b	13,05±1,57a	13,06±3,04a
Valor calórico (Kcal/100g)	314,62b	330,93a	338,07a

*Letras iguais na mesma linha, não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey (5%).

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O valor de cinzas da farinha de tenébrio foi maior que da farinha de barata. Fialho *et al.* (2021) determinaram o teor de 3,68 g/100g de cinzas em larvas de *T. molitor*, valores menores que o encontrado neste trabalho. Esta diferença pode ser devido a fatores de alimentação dos tenébrios ou a forma de manejo das criações. O teor de cinzas das barras de cereais com insetos foi maior que a barra controle, indicando que as farinhas agregaram valor em minerais aos produtos elaborados, mas quando comparamos com outro trabalho, observa-se que o valor foi menor que o determinado por Santos (2008), valor de 2,59%, devido às diferenças entre os teores de minerais que variam conforme o tipo e a origem dos ingredientes utilizados na elaboração das barras de cereais.

De acordo com sua ocorrência nos tecidos celulares, os minerais são macromelementos: cálcio, fósforo, potássio, magnésio, sódio, cloro e enxofre; os microelementos são: ferro, zinco, cobre, iodo, flúor, cromo, selênio, cobalto, manganês, molibdênio, vanádio, estanho, silício e níquel. São considerados essenciais: cálcio, fósforo, sódio, ferro, magnésio, potássio, cobre, cobalto e manganês. Os demais não são essenciais por não haver deficiência no organismo ou necessidade de ingestão para reposição (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As quantidades de proteínas para as farinhas de insetos se destacaram na composição nutricional total das amostras de farinha de tenébrio e de barata-de-madagascar. Quanto ao teor de proteínas para as barras de cereais, o maior valor obtido foi nas formulações com adição de farinhas de insetos, indicando que a adição de farinhas de insetos potencializa a presença desses nutrientes nas formulações. Assim, conforme RDC 54 de 12 de novembro de 2012 (BRASIL, 2012), teores de proteínas acima de 12g em 100g do alimento, o produto é classificado com alto conteúdo deste nutriente. As proteínas são formadas por aminoácidos, muitos deles são essenciais a nossa nutrição adequada. Os aminoácidos são responsáveis pelo crescimento e manutenção do organismo, sendo necessários para a formação do tecido muscular e reparação das células. Como suplemento alimentar, as farinhas de insetos podem nutrir o nosso

organismo com proteínas. Fialho *et al.* (2021) determinaram o valor de 49,02g/100g em proteínas para as larvas de tenébrio, valor maior que o obtido neste trabalho.

Em relação ao teor de proteínas em barras de cereais, Santos (2008) obteve 28,09%, e o conteúdo obtido neste trabalho foi maior, o que significa que a inserção de farinha de insetos nas barras de cereais potencializou o teor de proteínas, ou seja, as quantidades obtidas de proteína nas barras realizadas com farinha de insetos suprem a quantidade de proteína da barra de cereal realizadas com castanha-do-brasil e isolado proteico de soja. Comparando com o trabalho de Boeira *et al.* (2016), que conseguiram o teor de 12,87% para barra de cereal elaborada com quinoa, flocos de arroz e proteína de soja texturizada, os valores obtidos neste trabalho com insetos foi maior, inclusive quando comparados com a barra controle (sem insetos).

Uma fonte rica em proteínas e minerais são os insetos, sendo utilizados para suplementar a dieta. Um exemplo disso é a formiga da espécie *Atta cephalotes* (tanajura), que possui um alto teor de proteína, possuindo aproximadamente 43% de proteínas; em contrapartida, a carne de frango possui apenas 23% de proteínas e a carne bovina, 20%. Os estudos mostram que os valores nutricionais dos insetos comestíveis chegam próximos da carne vermelha magra e peixe em termos de quantidade de proteínas por grama. Algumas espécies de lagartas no sul da África e ovos de formigas-tecelãs no sudeste da Ásia são considerados iguarias com alto valor de mercado (BUENO, 2008). Siemianowska *et al.* (2013) relataram larvas de *T. molitor* contêm mais proteína total, gordura total e cinzas do que as tradicionais carnes, ou seja, frango, porco, carne bovina, peixe, além de ovos.

Segundo Trumbo *et al.* (2002), para indivíduos saudáveis a faixa percentual de recomendação nutricional de consumo de proteínas é de 10-35% do consumo calórico total diário, contemplando um valor de 0,8 g/kg/dia, e no contexto de dietas para ganho ou manutenção de massa muscular em atletas e praticantes de exercícios físicos, conforme Kerksick *et al.* (2018) e Thomas *et al.* (2016), a recomendação é de 1,2-2,0 g/kg/dia; assim, as barras de cereais com farinhas de insetos em suas formulações podem ser excelentes fornecedores desse nutriente.

O teor de lipídios foi maior para a farinha de tenébrio do que para farinha de barata-de-madagascar (Tabela 2). Fialho *et al.* (2021) determinaram o quantitativo de 33,54g/100g em larvas de *T. molitor* próximo ao determinado nesta pesquisa também para farinha de tenébrio. Barroso *et al.* (2014) avaliaram o potencial nutricional de 16 espécies de insetos para utilização na aquicultura como alimentos para peixes e obtiveram o teor de lipídios para larvas de tenébrio que variaram de 29,40 a 30,80g/100g, quantidades menores que o determinado neste trabalho. Estudos revelaram que a gordura presente nos insetos possuem uma vantagem quando comparada à carne vermelha no que se refere aos ácidos graxos poli-insaturados, sendo estes semelhantes ao encontrado em aves e peixes (XIAOMING, 2010). Sendo assim, os insetos classificados como comestíveis são ótimas opções no quesito prevenção de doenças cardíacas e coronarianas (COELHO XAVIER *et al.*, 2023). A quantidade de lipídios foi menor que as barras de cereais de castanha-do-brasil (12,22%), devido aos altos índices de lipídios nas castanhas brasileiras.

O teor de fibras foi maior para as barras elaboradas com insetos e menor quando comparamos com a barra controle. O valor de fibras deste trabalho foi maior do que o valor do teor de fibras das barras com castanha-do-brasil e isolado proteico de soja, que foi de 9,58%. De acordo com a RDC 54 (BRASIL, 2012), valores acima de 6g em 100g do

alimento, o mesmo é considerado de alto teor de fibras, o que pode ser observado na Tabela 3, nas quais ambas as formulações de barras de cereais com insetos apresentaram alto valor em fibras.

O teor de açúcares totais foi maior para a farinha de *G. portentosa* que em *T. molitor*. Bisconsin-Júnior *et al.* (2018) determinaram o valor de 4,31g/100g de carboidratos em *T. molitor*, valor maior que o determinado neste trabalho. Esta diferença pode estar relacionada com a técnica utilizada na determinação, assim como fatores de alimentação e manejo dos insetos.

Os resultados de carboidratos totais foi maior para a barra de cereal elaborada com inserção de farinha de barata-de-madagascar, condizendo com o maior teor da farinha em relação a *Tenebrio molitor*. Os carboidratos totais em comparação com a barra elaborada por Santos (2008), de 32,15%, estão com resultados numéricos próximos, na faixa de 30%.

O valor energético total (VET) das barras elaboradas com insetos foi maior que o da barra controle, sem farinha de insetos. Comparando com a barra de cereal de Santos (2008), de 350,94 kcal/100g, as barras elaboradas com insetos teve o VET maior, mas a barra controle foi menor que o obtido pelo autor.

A composição nutricional dos alimentos/ingredientes tem que ser equilibrada para o consumo humano. Em animais, como os peixes, a escassez de alguns aminoácidos pode causar um desequilíbrio aminoacídico afetando a taxa de ingestão, o transporte de nutrientes, o catabolismo, a taxa de síntese e degradação de tecido muscular e a formação de metabólitos tóxicos. Ainda, os carboidratos e a gordura corporal podem ser armazenados, porém os aminoácidos não podem ser armazenados como material de reserva (JARAMILLO, 1996; BEITZ, 2006).

Os resultados das análises microbiológicas estão apresentados na Tabela 4. No Brasil não há uma legislação com padrões microbiológicos para análises de insetos para alimentação, por isso Moraes *et al.* (2021) apontam que há necessidade de criar uma legislação no Brasil para comercialização de insetos na dieta humana, estabelecendo seus padrões microbiológicos.

Tabela 4. Resultados da avaliação microbiológica de farinha de insetos.

Insetos	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes
<i>T. molitor</i>	0,36 NMP/g*	<0,3 NMP/g
<i>G. portentosa</i>	<10 ² NMP/g	<10 ² NMP/g

** NMP – número mais provável.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Moraes *et al.* (2021), avaliando a presença de microrganismos em *T. molitor* desidratados, determinaram coliformes totais e coliformes termotolerantes <500 UFC/g para ambos os grupos de microrganismos.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que as farinhas de barata-de-madagascar e de tenébio são matérias-primas com alto teor de proteínas e fibras e que podem ser utilizadas em

formulações de farinhas com grande potencial em proteínas, como ingrediente para elaboração de barras energéticas ou barras de cereais, proporcionando valores de umidade característicos deste tipo de produto

Assim, as barras de cereais elaboradas com adição de farinhas de insetos apresentaram menor teor de lipídios. No entanto, devido ao teor de proteínas, as formulações apresentaram valor energético significativo, quando comparado com outras barras de cereais desenvolvidas em outros trabalhos, sendo um alimento para pessoas que buscam uma alimentação saudável e prático para consumo.

As análises microbiológicas realizadas resultaram em valores que indicam que os alimentos elaborados por meio da inserção de farinhas de insetos apresentam baixos índices de grupos de microrganismos, não afetando a qualidade dos alimentos.

REFERÊNCIAS

BARROSO, F.G.; HARO, C.; SÁNCHEZ-MUROS, M.J.; VENEGAS, E.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.; PÉREZ-BAÑÓN, C. The potential of various insect species for use as food for fish. **Aquaculture**, v. 422/423, p. 193-201, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848613006790>>. Acesso em 18 dez. 2024.

BBC NEWS BRASIL. **Chefs apresentam receitas com insetos 'deliciosos e crocantes'**. Disponível em: <<https://www.terra.com.br/vida-e-estilo/culinaria/receitas/cozinha/chefsapresentam-receitas-com-insetos-deliciosos-e-crocantes,08180ddea5f7e310VgnVCM3000009 acceb0aRCRD.html>>. Acesso em 05 dez. 2024.

BEITZ, D. C. Metabolismo de proteínas e aminoácidos. In: REECE, W.O. **Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

BISCONSIN-JÚNIOR, A.; LORENA, A. J.; MARIA NETTO, F.; MARIUTTI, L. R. B. **Composição de insetos comestíveis**. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP, Brasil. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Ariquemes, RO, 2018.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959. Disponível em: <<https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/o59-099>>. Acesso em: 10 dez. 2024.

BOEIRA, C. P.; ALVES, J. S.; SILVA, A. F. C.; ROSA, C. S. Características físico-químicas de barra de cereal enriquecida com proteína. Alimentação: a árvore que sustenta a vida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25. **Anais...** Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Gramado – RS, 2016. 5p. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/149.pdf>>. Acesso em 25 de nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Métodos Oficiais para Análise de Produtos de Origem Animal**. Brasília: MAPA, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar**. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054_12_11_2012.html>. Acesso em 28 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Resolução RDC n.º 263, de 22 de setembro de 2005**. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html>. Acesso em 28 dez. 2024.

BUENO, O. C. Aperitivo de formiga. **Revista Globo Rural**, ed. 273, 2008 Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/EditoraGlobo/componentes/article/edg_article_print/0,3916,875855-5809-3,00.html>. Acesso em 20 out. 2024.

CARVALHO, T. S. G. **Farinha de barata de madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) em dietas para calopsitas (*Nymphicus hollandicus*) mantidas em cativeiro**. 2017. 66f. Tese (doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/15070>>. Acesso em 30 nov. 2024.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de secagem de alimentos**. Planatina, Embrapa-Cerrados, 2010. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/883845/1/doc276.pdf>>. Acesso em 11 dez. 2024.

CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 783p.

COELHO XAVIER, R. H.; FERRAREZI JUNIOR, E.; CARACINI, L. G. Utilização de insetos como alternativa para alimentação humana. **Revista Interface Tecnológica**, v. 20, n. 1, p. 412-423, 2023.

COSTA, S. M. **Proteínas de larvas de *Tenebrio molitor* (L., 1758): extração, caracterização e aplicação num produto alimentar**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária, Lisboa, 2017.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Edible Insects: future prospects for food and feed security**. FAO Forestry Paper N°. 171. Roma: FAO, 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2024.

FIALHO, A. T. S.; SILVA, A. S.; BRITO, C. O.; VALE, P. A. C. B.; OLIVEIRA, C. J. P.; RIBEIRO JUNIOR, V. 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, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/abmvz/a/HcQYp4KrjwJ5rCDtLb4FLWy/?format=pdf&lang=en>>. Acesso em 27 dez. 2024.

FRAGA, A. Vídeo: empresa brasileira produz insetos comestíveis. **Revista Globo Rural**, 2016. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Criacao/noticia/2016/10/videoempresa-brasileira-produz-insetos-comestiveis.html>>. Acesso em 15 dez. 2024.

GUTKOSKI, L. C.; BONAMIGO, J. M. A.; TEIXEIRA, D. M. F.; PEDÓ, I. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 355-363, 2007.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos/Ministério da Saúde**. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde, 2008. Versão Digital.

JARAMILLO, M. P. S. Nutrientes essenciais. In: JARAMILLO, M. P. S.; GÓMES, H. R.; DAZA, P. V. (eds.). **Fundamentos de nutrición y alimentación em acuicultura**. Bogotá: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, 1996. p. 53-63.

KATAYAMA, N.; ISHIKAWA, Y.; TAKAOKI, M.; YAMASHITA, M.; NAKAYAMA, S.; KIGUCHI, K.; KOK, R.; WADA, H.; MITSUHASHI, J. Space agriculture task force entomophagy: a key to space agriculture. **Advances in Space Research**, v. 41, p. 701-705, 2008.

KERKSICK, C. M.; WILBORN, C. D.; ROBERTS, M. D.; SMITH-RYAN, A.; KLEINER, S. M.; JÄGER, R.; COLLINS, R.; COOKE, M.; DAVIS, J. N.; GALVAN, E.; GREENWOOD, M.; LOWERY, L. M.; WILDMAN, R.; ANTONIO, J.; KREIDER, R. B. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 38, 2018.

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

MORAES, J. F.; DUARTE, J. M. A.; LIMA, J. O.; MORAES, I. B.; PRADO, B. R. P. Análise bromatológica e microbiológica de barra de cereal adicionada de farinha da larva de *Tenebrio molitor*. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 4, p. 16985-16994, 2021. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/34217/pdf>>. Acesso em 16 dez. 2024.

RODRIGUES, R. Insetos já são produzidos para consumo na culinária no Brasil. **Metrópoles**, 2017. Disponível em: <<https://www.metrosoles.com/gastronomia/comer/insetos-ja-saoproduzidos-para-consumo-na-culinaria-no-brasil>>. Acesso em 15 dez 2024.

SANTOS DA SILVA, F.; RODRIGUES NERI, L.; FONTES ARAUJO SILVEIRA, M.; RÉGIA MARQUES DE SOUZA, A. Intenção de consumo de produtos alimentícios incorporados com insetos. **Revista Tecnia**, v. 6, n.1, p. 18-33, 2021.

SANTOS, O. V. **Desenvolvimento de barras de alto teor protéico a partir da castanha-do-brasil**. 2008. 95f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Pará, Belém, 2008. Disponível em: <https://ppgcta.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2008/Orqu%C3%ADdea%20dos%20Santos.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2024.

SIEMIANOWSKA, E.; KOSEWSKA, A.; ALJEWICZ, M.; SKIBNIEWSKA, A. K.; POLAK-JUSZCZAK, L.; JAROCKI, A.; JĘDRAS, M. Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food. **Agricultural Science**, v. 4, p. 287-291, 2013. Disponível em: <<https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=33693>>. Acesso em 18 dez. 2024.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; GOMES, R. B. R.; OKAZAKI, M.M. **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**, v. 33, n. 5, p. 1098-1103, 2010.

TERRAMERICA. **Meio Ambiente e Cidadania. Barreiras ao Mercado de Insetos**. Edição 669, 2013.

THOMAS, T. D.; ERDMAN, K. N.; BURKE, L. M. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 116, n. 3, p. 501528, 2016.

TRUMBO, P.; SCHLICKER, S.; YATES, A. A.; POOS, M. Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine, The National Academies. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 102, n. 11, p. 1621-30, 2002.

Insect Farming Technologies, Além Paraíba, v. 4, n. 1, p. 1-17, 2025

VASCONCELOS, Y; ZAPAROLLI, D. O esforço do Brasil para reduzir a pegada de carbono da pecuária. **Pesquisa Fapesp**, ed. 314, 2022, Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/o-esforco-do-brasil-para-reduzir-a-pegada-de-carbono-da-pecuaria/>.

XIAOMING, C. Review of the nutritive value of edible insects. **Forest Insects as Food: humans bite back**. 2010, p. 85-92. Acesso em: 09 fev. 2025.