

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO SUL
CAMPUS BENTO GONÇALVES

GUILHERME GIOTTO

**CEREAL ALIMENTÍCIO CONTENDO ALTO TEOR DE PROTEÍNA ADVINDO DE
FARINHAS DE INSETOS**

BENTO GONÇALVES

2024

Guilherme Giotto

**CEREAL ALIMENTÍCIO CONTENDO ALTO TEOR DE PROTEÍNA ADVINDO DE
FARINHAS DE INSETOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Luciana Pereira Bernd

BENTO GONÇALVES

2024

Guilherme Giotto

**CEREAL ALIMENTÍCIO CONTENDO ALTO TEOR DE PROTEÍNA ADVINDO DE
FARINHAS DE INSETOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Luciana Pereira Bernd

Prof.^a Dr.^a. Luciana Pereira Bernd - **Orientadora**

Prof. Me. André Mezzomo

Prof. Dra. Regina da Silva Borba

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de viver e pela benção de ter chegado até aqui.

Aos meus pais, Neiva e José Carlos, pelos valores passados a mim e por sempre me incentivarem a ser uma pessoa melhor. Amo vocês.

À minha orientadora, professora Luciana Pereira Bernd, pela paciência, pelo tempo dedicado a este trabalho, por ter me inspirado nesta ideia e pelas excelentes colocações. Minha total admiração a ti como professora e como pessoa.

Aos técnicos de cada setor pelo qual passei até a conclusão deste trabalho, por sempre estarem disponíveis, dando suporte e apoio às atividades em todas as etapas do projeto. Em especial ao Orlando Belloli, que foi de imensa ajuda durante o desenvolvimento do produto. Muito obrigado.

Agradeço também a todos os professores da instituição, pois cada um tem um papel fundamental para a minha formação.

À Emanuele, minha esposa, por estar ao meu lado, me incentivando desde o início a nunca desistir e me apoiando em todos os momentos.

RESUMO

Ao longo dos anos, o aumento da população mundial tem impulsionado a demanda por alimentos, em especial as fontes de proteínas, bem como a procura por modelos sustentáveis de produção, devido às preocupações ambientais. Como consequência, a indústria tende a produzir alimentos adequados à esta realidade. Neste contexto, o uso de insetos comestíveis, como a larva do besouro *Tenebrio molitor* e o *Gryllus assimilis* (grilo preto), representa uma alternativa promissora para suprir as necessidades proteicas na dieta humana. Esses insetos são notáveis por sua alta qualidade proteica, aminoácidos essenciais, vitaminas do complexo B, minerais como ferro, zinco e cálcio, e ácidos graxos insaturados. Sua digestibilidade e perfil nutricional os tornam uma opção atraente para agregar ao perfil nutricional de barras de cereais, alimentos que já são consumidos popularmente como lanches práticos e saudáveis. Esta pesquisa, tem como objetivo a elaboração de barras de cereais com três diferentes formulações para cada farinha de inseto, separadamente. Utilizou-se como base para a formulação aveia em flocos, flocos de arroz, uvas-passas clara e escura, semente de girassol, gergelim, bananas-passas, mel, açúcar mascavo, sal e água, agregando-se na mistura base as quantidades de 9; 12 e 18 % de farinha de inseto. Os testes preliminares e a produção das barras ocorreram na agroindústria do IFRS *Campus Bento Gonçalves* e as análises de composição físico-química e colorimetria foram procedidas no laboratório de alimentos. Os resultados obtidos foram promissores, encontrando-se valores de proteínas entre 62 a 83 % e lipídios de 11,73 a 15,17 %. Os resultados das análises de pH, cinzas, umidade e colorimetria ficaram dentro dos confrontados na literatura. O uso de larva de besouro e grilo preto como fontes de proteína em barras de cereal representa uma inovação promissora na indústria alimentícia, oferecendo uma solução sustentável para a crescente demanda por proteína, ao mesmo tempo em que aborda questões ambientais e de segurança alimentar. No entanto, a superação de desafios relacionados à aceitação cultural, regulamentação e aspectos técnicos é fundamental para o sucesso desta abordagem.

Palavras-chave: Insetos comestíveis; *Tenebrio molitor*; *Gryllus assimilis*; Barra de cereal.

ABSTRACT

Over the years, the increase in the world population has driven the demand for food, particularly protein sources, as well as the search for sustainable production models due to environmental concerns. Consequently, the industry tends to produce food suited to this reality. In this context, the use of edible insects, such as the larvae of the beetle *Tenebrio molitor* and the *Gryllus assimilis* (black cricket), represents a promising alternative to meet the protein needs in the human diet. These insects are notable for their high-quality protein, essential amino acids, B-complex vitamins, minerals such as iron, zinc, and calcium, and unsaturated fatty acids. Their digestibility and nutritional profile make them an attractive option to enhance the nutritional profile of cereal bars, foods that are already popularly consumed as convenient and healthy snacks. This quantitative research aims to develop cereal bars with three different formulations for each insect flour, separately. Oat flakes, rice flakes, light and dark raisins, sunflower seeds, sesame seeds, dried bananas, honey, brown sugar, salt, and water were used as a base for the formulation, with 9; 12, and 18 % of insect flour added to the base mixture. Preliminary tests and bar production took place at the IFRS *Campus* Bento Gonçalves agro-industry, and physicochemical composition and colorimetry analyses were conducted in the food laboratory. The results were promising, with protein values ranging from 62 to 83 % and lipids from 11,73 a 15,17 % . The results of pH, ash, moisture, and colorimetry analyses were consistent with those reported in the literature. The use of beetle larvae and black crickets as protein sources in cereal bars represents a promising innovation in the food industry, offering a sustainable solution to the growing demand for protein while addressing environmental and food safety issues. However, overcoming challenges related to cultural acceptance, regulation, and technical aspects is crucial for the success of this approach.

Keywords: Edible insects. *Tenebrio molitor*. *Gryllus assimilis*. Cereal bar.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
1.1 Objetivos.....	9
1.1.1 Objetivo geral	9
1.1.2 Objetivos específicos	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Insetos no Brasil e no mundo.....	10
2.2 Entomofagia	11
2.3 Reintrodução dos insetos como alimento.....	12
2.4 Segurança alimentar.....	13
2.5 Criação eficiente e ambientalmente sustentável	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Desenvolvimento da barra de cereal.....	16
3.2 Análises Físico-Químicas.....	18
3.2.1 Cinzas	18
3.2.2 pH	18
3.2.3 Umidade.....	19
3.2.4 Proteínas	19
3.2.5 Determinação de extrato etéreo	20
3.2.6 Análise de cor objetiva	20
3.2.7 Análise dos dados	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

Segundo a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2013), o crescimento populacional exponencial deve aumentar em 70 % a demanda pela produção de alimentos até 2050, em especial de fontes proteicas. Desta forma, Van Huis *et al.* (2013) defendem que os insetos são uma alternativa promissora à produção convencional de carne, com vantagens para a saúde, sociedade e meio ambiente.

A prática de comer insetos, já realizada de forma abundante por alguns animais, é também integrada como parte da dieta humana em algumas sociedades, por exemplo, em tribos da África, em diferentes países da Ásia, Austrália e da América Latina, sendo denominada entomofagia. A utilização de insetos como alimento humano pode acontecer pela ingestão de seus ovos, larvas, pupas, bem como do animal adulto (NETO, 2013). De acordo com a FAO (2013), estima-se que dois bilhões de pessoas no mundo já consomem insetos de forma cotidiana em sua dieta. Embora seja relatado pela FAO (2013) que 1900 espécies podem ser ingeridas, reconhece-se que seu potencial como alimento é pouco explorado no mundo. No Brasil, foram catalogados 135 tipos de insetos comestíveis divididos em 95 espécies, consumidas principalmente por grupos indígenas, comunidades quilombolas e ribeirinhas (COSTA NETO e ELORDUY, 2006).

Por possuírem sangue frio, os insetos têm como característica uma elevada eficiência na conversão de ração consumida em produto comestível produzido (VAN HUIS *et al.*, 2013). Esta conversão pode chegar a valores próximos de 1 kg de massa para cada 2 kg de ração consumida; já em produções de proteína tradicionais, como o gado, são necessários 8 kg de ração para se obter o mesmo valor de massa (ROMEIRO *et al.*, 2015). A produção de insetos não exige volumes excessivos de água ou grandes áreas de cultivo e o investimento em tecnologia é relativamente baixo, podendo ser uma alternativa para produtores de pequeno porte; além disso, gera menos gases nocivos ao meio ambiente (FAO, 2013). Ademais, é de extrema importância ressaltar a qualidade nutricional de insetos como a larva do *Tenebrio molitor* e o *Gryllus assimilis*, nos quais podem ser encontradas em abundância proteínas, lipídios, vitaminas e diversos macro e microminerais, como fósforo, potássio, sódio, cálcio, magnésio, ferro, manganês, zinco e cobre (FIALHO *et al.*, 2021).

Contudo, conforme reconhecido no próprio documento compilado pela FAO (2013), o consumo de insetos, principalmente para indivíduos de muitas sociedades do ocidente, é interpretado como um tabu alimentar. Mesmo podendo ser fonte de alimento para o homem, esses animais provocam repugnância, além de esta ser considerada uma prática alimentar

primitiva (COSTA NETO, 2013). Verbeke (2015) destaca que a principal barreira para a aceitação dos insetos como fonte segura de proteína vem do consumidor, visto que, até mesmo em sociedades em que se consomem insetos, o volume vem diminuindo devido à “ocidentalização” da alimentação, ou seja, à mudança na dieta pela importação de alimentos baratos e mais refinados ou processados. Desta forma, a inserção de insetos como ingrediente em alimentos já consumidos pela população torna-se essencial para que se obtenha maior aceitação.

Segundo o portal *Food Connection* (2024) recentes estudos do instituto de pesquisa Euromonitor indicam que o mercado de *snacks* no Brasil está previsto para crescer a uma taxa anual de 9 %, alcançando um valor de 13,4 bilhões de dólares até 2027, frente aos 9 bilhões registrados em 2022. Dentre estes *snacks* podem ser citadas as barras de cereais, elaboradas a partir da extrusão da massa de cereais de sabor adocicado e agradável. Fonte de vitaminas, sais minerais, fibras, proteínas e carboidratos complexos, atendem a uma demanda crescente por alimentos saudáveis, nutritivos e seguros (GUTKOSKI *et al.*, 2007). Elas estão também atreladas à necessidade ou desejo da ingestão de alimentos balanceados, de maneira a evitar ou corrigir problemas de saúde como: obesidade, diabetes, desnutrição, cardiopatias, entre diversos outros que têm como origem, em grande parte, os erros alimentares (IZZU e NINESS, 2001).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi adicionar farinha de *Tenebrio molitor* (larva de besouro) e de *Gryllus assimilis* (grilo preto) à composição de barras de cereais, visando ampliar o consumo de insetos na cultura ocidental e agregar um aumento na disponibilidade de proteína, entre outros nutrientes e minerais, a um alimento prático e saboroso.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O presente trabalho teve como objetivo geral desenvolver um produto inovador, sustentável, saudável e de alto valor nutricional, contendo farinha de *Tenebrio molitor* (larva de besouro) e de *Gryllus assimilis* (grilo preto) na formulação.

1.1.2 Objetivos específicos

- Obter *Tenebrio molitor* (larva de besouro) e de *Gryllus assimilis* (grilo preto) e elaborar farinha a partir destes;
- Realizar testes preliminares na formulação e consequente elaboração de barras alimentícias;
- Proceder com testes físico-químicos de barras alimentícias elaboradas com farinha de *Tenebrio molitor* e de *Gryllus assimilis*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Insetos no Brasil e no mundo

Segundo o Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil (CTFB, 2023), o Brasil é um dos países com maior riqueza conhecida do mundo em diversidade de hexápodes (conhecidos popularmente como insetos), composta por 31 ordens, abrigando cerca de 91 mil espécies (73 %) de um total de cerca de 125 mil espécies de animais registradas para o país. Em termos globais, a riqueza dos insetos no Brasil (o grupo mais biodiverso no nosso país) corresponde a 8,4 % da fauna mundial, atualmente quase 1.100.000 espécies (Tabela 1). Ainda, Rafael *et al.* (2024) estimam que a fauna de insetos brasileira possa ser elevada a cinco vezes mais, considerando a diversidade ainda desconhecida.

Tabela 1: Insetos em cada ordem no mundo e no Brasil, percentagem de espécies registradas para o Brasil e número de espécies estimadas para o Brasil.

Ordem	Número de espécies			
	Mundo	Brasil	Brasil %	Brasil estimativa
Archaeognatha	513	25	4,9	200
Blattaria	7.314	1.118	15,3	4.600
Coleoptera	386.500	35.750	9,2	140.000
Collembola	9.300	474	6,3	6.000
Dermaptera	2.200	118	5,4	600
Diplura	1.000	37	3,7	400
Diptera	159.294	11.759	7,4	70.000
Embioptera	476	57	12,0	300
Ephemeroptera	4.000	432	10,8	1.500
Grylloblattaria	34	0	0	0
Hemiptera	106.000	9.303	8,8	30.000
Hymenoptera	150.000	10.815	7,2	80.000
Lepidoptera	157.338	14.234	9,0	90.000
Mantodea	2.494	251	10,1	1.000
Mantophasmatodea	15	0	0	0
Mecoptera	740	26	3,5	100
Megaloptera	380	24	6,3	50
Neuroptera	6.000	433	7,2	1.200
Odonata	6.340	917	13,1	1.500
Orthoptera	31.000	1.813	5,8	6.000
Phasmatodea	3.300	232	7,0	600
Psocodea	10.937	1.011	9,4	5.000
Plecoptera	3.743	199	5,3	300
Protura	804	27	3,4	1.000
Raphidioptera	254	0	0	0
Siphonaptera	3.000	62	2,1	100
Strepsiptera	640	33	5,2	300
Thysanoptera	6.300	614	9,7	2.500
Trichoptera	16.266	873	5,4	3.500
Zoraptera	44	6	13,6	30
Zygentoma	650	32	6,8	300
Total	1.075.556	90.649	8,4	447.080

Fonte: Rafael *et al.* (2024).

2.2 Entomofagia

O fato de existirem insetos em praticamente todo o mundo fez com que estes sempre estivessem presentes na vida dos seres humanos e, devido às várias configurações culturais existentes, esses animais tinham e ainda têm relações específicas e particulares em cada cultura em que estão presentes (FERREIRA, 2020). Insetos fazem parte da dieta humana e, historicamente, tiveram papel essencial na evolução dos primatas (ARAÚJO FILHO, 2018). Bueno *et al.* (2020) destacam que, durante o período Plio-Pleistoceno, o homínido *Australopithecus robustus* já consumia, como parte de sua dieta, várias espécies de cupins. Registros também demonstram que cerca de 91 espécies de insetos eram utilizadas como fonte de alimento pelos Astecas, sendo armazenados secos para posterior consumo, mas também preparados assados, fritos, fervidos ou em molho (NETO, 2003). Raubenheimer (2013) demonstra estudos que apontam fartas evidências de que a grande disponibilidade de insetos por si só já caracteriza um forte padrão de entomofagia pelos humanos e alguns cientistas apontam que este é considerado o principal fator para o consumo de insetos.

Os continentes Americanos são considerados o centro global de entomofagia humana (do grego “entomon” significa insetos e “fagia” significa alimentar-se), visto que neles são exploradas aproximadamente 679 espécies de insetos para a alimentação em 23 países. Em seguida vem a África, com cerca de 524 espécies em 36 países, a Ásia, com 349 espécies em 29 países, as regiões do Pacífico, com 152 espécies em 14 países e a Europa, com 41 espécies em 11 países (RAUBENHEIMER, 2013).

Um dos insetos mais consumidos no mundo, embora uma grande parcela da população não saiba que ele faz parte da sua alimentação rotineira, é a cochonilha (*Dactylopius coccus*), um pequeno parasita de plantas utilizado principalmente na fabricação de corantes alimentícios de coloração vermelha, empregado com a finalidade de dar cor a alimentos artificiais (SANTOS *et al.*, 2022). Em seu relatório, a FAO (2013) listou outros insetos consumidos mundialmente; dentre eles, destacam-se os besouros (*Coleoptera*) (31 %), lagartas (*Lepidoptera*) (18 %), abelhas, vespas, formigas (*Hymenoptera*) (14 %), gafanhotos e grilos (*Orthoptera*) (13 %).

Em países da África central, a demanda pelos insetos é alta e estes chegam a representar mais da metade da proteína animal consumida pela população. Este número pode, ainda, chegar a representar 64 %, considerando-se a população da República Democrática do Congo (RAUBENHEIMER, 2013). Conforme Neto (2003), na região de Omido, na África, os nativos acreditam que o consumo de grilos da espécie *Brachytrupes membranaceus* (Grilo do tabaco) auxilia no aumento da cognição, facilitando a realização de cálculos e solução de problemas

aritméticos após o consumo do fluido branco presente no grilo, conhecido como “moyiomoyio”.

Existem 34 espécies de vespas conhecidas e que são utilizadas para alimentação em várias regiões ao redor do mundo (BUENO, 2020). Percevejos da família *Pentatomidae* produzem substâncias de odor forte, desagradável e repugnante, porém são vendidos vivos, torrados, moídos com pimentas ou em forma de pó em diversas regiões do México, onde são utilizados como condimento natural para o preparo de alimentos (NETO, 2003).

De acordo com Costa-Neto (2011), antes da colonização, a prática de comer insetos era bastante comum na América Latina, sendo bem presente em países como o México, Colômbia e Brasil. Porém, após a chegada dos europeus, que não tinham este costume, a entomofagia foi taxada como um hábito ruim. Mesmo assim, regiões que têm forte influência indígena na sua história tendem a manter tradições e hábitos. É comum que diversas etnias indígenas brasileiras tenham uma fonte de alimentação baseada em insetos, como as tribos do Parque Nacional do Xingu, que consomem espécies de formigas do gênero *Atta spp.* (formigas-cortadeiras, conhecidas como saúvas e tanajuras), além de insetos pertencentes a outras ordens, como cigarras, cupins e gafanhotos (TUNES, 2020). Os índios Tukano, do nordeste da Amazônia, consumiam em sua dieta insetos em quantidades que proporcionavam até 26 % de proteína e 23 % da gordura animal diária (RAUBENHEIMER, 2013).

2.3 Reintrodução dos insetos como alimento

Devido à repulsa que ainda existe por muitos em relação ao consumo de insetos, torna-se mais interessante utilizar espécies presentes na região para compor pratos típicos, visto que ambos têm uma certa proximidade, sendo conhecidos dos consumidores (FERREIRA, 2020). Outro fator que contribui para a melhoria da aceitação é a utilização de insetos processados, como em farinha, de forma a deixar a aparência final o mais distante possível da sua forma viva, visto que muitas pessoas buscam comprar alimentos como carnes de frango já cortados e embalados, ao invés da peça *in natura*, que aproxima muito mais sua aparência do animal vivo (MAHEU, 2011).

Lima e Filho (2018), ao procederem análises sensoriais utilizando diferentes tipos de insetos, como barata cinérea (*Nauphoeta cinerea*), grilo doméstico (*Acheta domesticus*), larva de tenébrio (*Tenebrio molitor*) e formiga tanajura (*Atta sp.*) em sua forma natural (frescos ou secos) ou como ingredientes triturados como farinha, observaram os seguintes resultados:

Os resultados obtidos nas análises sensoriais mostram o potencial alimentício de alguns dos insetos estudados. Entre os insetos pesquisados, o tenébrio teve a melhor avaliação em todos os aspectos, uma vez que sempre esteve associado às emoções positivas e também obteve uma boa média de aceitação. O grilo apresentou uma mudança de descritores associados na análise emocional, finalizando o experimento associado a termos negativos, e obteve a segunda pior nota de aceitação. A barata, surpreendentemente, conseguiu desvincular-se de emoções negativas e finaliza o estudo próxima a descritivos positivos, ainda que tenha tido a nota mais baixa para aceitação global. A tanajura concluiu as análises com boa aceitação global, mas, embora consumida em outras cidades do Ceará, permanece associada a descritivos negativos na análise emocional.

Ainda, os autores destacam que, através de técnicas gastronômicas, é possível diminuir a rejeição dos insetos, causando interesse no consumo destes.

Schardong *et al.* (2019), a fim de estudar a percepção, motivação e forma preferencial em relação ao consumo de insetos, analisaram as preferências de 1.619 consumidores das cinco regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul) por meio de um questionário. Como resultado, observaram que as mulheres apresentam maior aversão ao consumo de insetos. A preferência de consumo dos indivíduos que não têm familiaridade com estes alimentos se dá no formato de farinha. De forma geral, os consumidores brasileiros não têm uma opinião a respeito da segurança alimentar relativa ao consumo de insetos.

2.4 Segurança alimentar

Em suas pesquisas, Neto (2003) destaca algumas espécies e famílias de insetos perigosas para o consumo humano, tais como:

[...] insetos cianogênicos (e.g., algumas borboletas das famílias Nymphalidae e Heliconidae e alguns besouros das famílias Chrysomelidae e Cicindelidae), vesicantes (e.g., mariposas do gênero *Lonomia* e o meloidae *Lytta vesicatoria L.*), produtores de esteroides anabólicos (e.g., *Ilybius fenestratus F.*, Dytiscidae), de glicosídeos cardíacos (Chrysomelidae), de pirenos esteroidais (Lampyridae) e de corticosteroides (e.g., *Dytiscus marginalis F.*, Dysticidae), de alcaloides nefrotóxicos (e.g., formigas do subgênero *Solenopsis*) e de tolueno (e.g., cerambicídeos dos gêneros *Syllitus* e *Stenocentrus*).

Doan *et al.* (2017) investigaram relatos de 60 casos de envenenamento de pessoas no Vietnã após a ingestão de ninfas de cigarras, comumente consumidas vivas com fins medicinais e alimentares. As vítimas apresentaram sintomas de tontura, vômito, tremores, convulsões, sonolência e alucinações aproximadamente 60 minutos após a ingestão da cigarra contaminada. Observou-se que a intoxicação ocorreu devido à infestação dos insetos com *Ophiocordyceps heteropoda*, um fungo do gênero *Cordyceps*, que contém ácido ibotênico, responsável pelos sintomas relatados.

Grabowski (2017) fez análises microbiológicas em 38 amostras de insetos preparados de diferentes formas, concluindo que os insetos preparados secos apresentam maior número de bactérias se comparados a cozidos ou fritos. Todas as amostras foram negativas para *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, sendo estas ligadas diretamente às boas práticas no momento de preparo dos alimentos.

Por meio de uma revisão bibliográfica sistemática sobre o consumo dos insetos como fonte nutricional e a segurança desta prática alimentar, Aguiar *et al.* (2022) concluíram que os riscos alimentares no consumo de insetos são os mesmos que ocorrem na manipulação e produção de qualquer tipo de alimento, como contaminações microbiológicas ou químicas. Também indicam que em nenhum dos estudos analisados referentes à toxicidade ocorreram relatos de mortes ou alterações graves.

Outra vantagem dos insetos na comparação com mamíferos e aves é o baixo risco de transmissão de zoonoses, contrariando o senso comum que os associa a doenças. De maneira geral, eles são seguros, desde que criados em condições controladas e processados corretamente (TUNES, 2023). Ainda segundo o autor, a semelhança entre os insetos e frutos do mar, como crustáceos, ambos integrantes do filo dos artrópodes e possuidores de exoesqueleto à base de quitina, pode desencadear reações alérgicas a consumidores sensíveis.

Carlini (2022) destaca que ainda há poucos estudos sobre os efeitos tóxicos reais para a saúde humana e que, de forma geral, os dados apresentados estão vinculados a compostos específicos, de importância médica, como os efeitos relacionados a determinadas substâncias, como esteroides anabólicos que podem ser encontrados em algumas espécies de inseto, desta forma sendo necessário continuarem os avanços nesta área.

2.5 Criação eficiente e ambientalmente sustentável

Segundo a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) (2022) aproximadamente 28,5% dos gases de efeito estufa (GEE) produzidos no Brasil são oriundos da agropecuária, sendo a produção de bovinos de leite e corte responsáveis por 65% de toda a emissão de gás metano do país, sem considerar a criação de aves e suínos. O Brasil tem o segundo maior rebanho bovino do planeta, com 218 milhões de animais, é o segundo maior produtor de carne bovina e o quarto maior produtor de leite do mundo. Martins *et al.* (2015) afirmam que bovinos produzem de 150 a 420 litros de metano (CH₄) por dia e ovinos de 25 a 55 L/dia. Em contrapartida, Van Huis *et al.* (2013) demonstram através de suas pesquisas que as fazendas de insetos têm a capacidade de produzir números significativamente

menores de gases de efeito estufa. Uma criação de gafanhotos, grilos ou minhocas emite 10 vezes menos metano, 300 vezes menos óxido nitroso e muito menos amônia, comum nas criações de aves e suínos.

Em se tratando do espaço necessário para criação de animais como o gado, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (2003) recomenda que em condições de pastagem excelentes e rotação do rebanho, sejam introduzidos de sete a dez cabeças por hectare, podendo este número ser reduzido a uma cabeça do animal por hectare em épocas mais frias, quando as pastagens ficam mais escassas. Hardouin e Mahoux (2017) enfatizam que na criação de insetos como os do gênero *Orthoptera*, onde estão incluídos os grilos e gafanhotos, aproximadamente 2000 insetos podem ser produzidos em 1m³.

A conversão alimentar é outro destaque importante, estas taxas variam amplamente dependendo da classe do animal e das práticas utilizadas para sua produção. Em sistemas de produção típicos, para se atingir 1 kg de animal vivo, são requeridas as seguintes quantidades médias de ração: 1,8 kg para frango; 2,8 kg para suíno e 7,4 kg para bovinos. Insetos requerem quantidades muito menores em sua alimentação. Por exemplo, a produção de 1 kg de peso vivo de grilos requer 1,7 kg de ração (PAOLETTI *et al.*, 2005). Quando estes números são ajustados para o peso comestível (geralmente o animal inteiro não pode ser comido), a vantagem de comer insetos torna-se maior (VAN HUIS *et al.*, 2013). Nakagaki e Defoliant (1991) estimaram que até 80 % de um grilo é comestível em comparação com 55 % de frangos e suínos e 40 % do gado. Desta forma, os grilos possuem uma eficiência duas vezes maior na conversão alimentar que frangos, quatro vezes mais eficientes do que os suínos e até 12 vezes mais eficientes do que o gado, sendo esta capacidade justificada devido aos insetos possuírem sangue frio, não havendo perda de energia para manter a sua temperatura corporal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Desenvolvimento da barra de cereal

O trabalho foi desenvolvido valorizando a utilização de insetos comestíveis, como a larva de *Tenebrio molitor* (larva de besouro) e o *Gryllus assimilis* (grilo preto), os quais representam alternativas promissoras para suprir as necessidades proteicas na dieta humana, visto que hoje a principal destinação deste alimento é a produção de ração animal.

Buscando-se aliar o contexto descrito acima com a possibilidade da introdução destes na dieta humana, produziu-se um alimento de fácil acesso, saboroso e nutritivo que, assim, pudesse ser consumido pela população em geral. Desta forma, o produto desenvolvido no presente estudo foi uma barra alimentícia de cereal com adição de farinha de insetos, por representar a possibilidade de ter êxito na formulação e contemplar as necessidades expostas.

A fim de agregar maiores quantidades de proteína sem perder a palatividade, foram desenvolvidas três formulações de barra de cereal para cada uma das farinhas de inseto. Tais formulações estão detalhadas na Tabela 2. Utilizaram-se como base para a formulação ingredientes popularmente encontrados em barras de cereais comerciais, como aveia em flocos, flocos de arroz, uvas-passas clara e escura, semente de girassol, gergelim, bananas-passas, mel, açúcar mascavo, sal e água, agregando-se na mistura 9; 12 e 18 % da respectivas farinhas de insetos.

Os insetos foram adquiridos de um produtor estabelecido no Estado do Rio de Janeiro, sendo o grilo preto comercializado por este já dessecado e no formato de farinha a pronto uso. A larva de besouro foi adquirida dessecada e foi necessária uma seleção manual a fim de se retirarem algumas impurezas do produto. Após, foi executada a transformação em farinha; sendo que este procedimento foi feito utilizando-se um processador de alimentos da marca Philips Walita com potência de 1000 Watts. As demais matérias-primas foram adquiridas a granel na cidade de Bento Gonçalves/RS, em comércio especializado.

Tabela 2 – Composição das barras alimentícias em percentual (%).

Ingredientes	T9*	T12*	T18*	G9*	G12*	G18*
Aveia em flocos	18,18	18,18	18,18	18,18	18,18	18,18
Flocos de arroz	17,57	14,54	8,48	17,57	14,54	8,48
Uva-passa escura	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06
Uva-passa clara	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06
Semente de girassol	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06
Gergelim	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06
Banana-passa	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06
Mel	12,12	12,12	12,12	12,12	12,12	12,12
Açúcar mascavo	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06
Sal	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Água	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06
Farinha de tenébrio	9,11	12,14	18,20	-	-	-
Farinha de grilo	-	-	-	9,11	12,14	18,20

* Fórmulas de código T (T9, T12 e T18) são referentes à farinha de larva de besouro. Fórmulas de código G (G9, G12 e G18) são referentes à farinha de grilo.

Fonte: Elaborada pelo autor.

As bananas-passas foram picadas manualmente e reservadas, enquanto as uvas-passas brancas foram cortadas ao meio e colocadas em água morna para hidratar. Os ingredientes secos foram pesados e misturados, sendo transferidos para um liquidificador da marca Philips Walita de potência 600 Watts, no qual foram feitas pequenas pulsações a fim de quebrar os ingredientes em pedaços ligeiramente menores. Em seguida, a mistura foi transferida para uma bacia de inox na qual foram adicionados os ingredientes úmidos. A incorporação se deu de forma manual, até a obtenção de uma massa firme. Esta foi fracionada em porções de 33 gramas e moldada em formas circulares de aproximadamente 7 cm de diâmetro, após dispostas diretamente em grades e levadas para assar em forno industrial a gás, modelo Ciclone Digital, da marca Venâncio, por 8 minutos, a 160 ° C. Depois de retiradas do forno, as barras foram resfriadas em temperatura ambiente, conforme apresenta a Figura 1. Por fim, já resfriadas, as barras foram novamente pesadas, obtendo-se aproximadamente 30 gramas em cada unidade. Então, foram embaladas em papel-alumínio e filme plástico a fim de manter a conservação do produto em temperatura ambiente até as análises físico-químicas.

Figura 1 – Cereal (Código T9) adicionado de farinha de larva de besouro em resfriamento.



Fonte: Fotografia realizada pelo autor.

3.2 Análises Físico-Químicas

As análises físico-químicas (cinzas, pH, proteínas, lipídios, umidade e colorimetria) foram procedidas no Laboratório de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), *Campus* Bento Gonçalves, seguindo as metodologias descritas pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1995) e pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). As referidas análises foram feitas em triplicatas.

3.2.1 Cinzas

As cinzas foram obtidas através de incineração. Em balança analítica da marca Marte, modelo AY220, foram pesadas de 5 a 6 g de amostra, as quais foram dispostas em cadinhos de porcelana previamente aquecidos em mufla a 550 °C, resfriados e tarados. As amostras foram submetidas a aquecimento em bico de bunsen até a obtenção de uma massa acinzentada, sendo então os cadinhos com amostra dispostos em mufla e deixados por aproximadamente 12 horas a temperatura de 550 °C. Com a obtenção das cinzas, os cadinhos foram novamente pesados, descontando-se a respectiva tara.

3.2.2 pH

O pH foi obtido através de processo eletrométrico, utilizando-se um pHmetro digital da marca Digimed, modelo DM-22, previamente calibrado. Em um béquer, foram pesadas 10 g de amostra e, com auxílio de uma proveta, foram adicionados 100 ml de água destilada. O material

foi agitado utilizando-se bastão de vidro até que as partículas ficassem suspensas uniformemente. As leituras foram feitas conforme o manual do aparelho.

3.2.3 Umidade

A umidade do cereal foi obtida por meio da perda por dessecação. Foram adicionados aproximadamente 3 g de amostra em cadinhos previamente preparados e tarados; estes foram transferidos para a estufa e mantidos em temperatura de 105 °C por 8 horas. Após retirados da estufa, foram imediatamente transferidos para o dessecador. Quando já em temperatura ambiente, foram pesados e subtraiu-se a tara do cadinho. Assim, foi possível obter a diferença de peso ocorrida na amostra pelo desligamento da água e dos materiais voláteis presentes.

3.2.4 Proteínas

A análise de proteínas foi realizada utilizando-se o método de Kjeldahl clássico. Em uma balança analítica, foram pesados 0,2 g de amostra em vidro de relógio e 2,5 g de mistura de catalisadores. Com o auxílio de espátula, o conteúdo foi transferido para um tubo digestor. Neste, foram adicionados 8 ml de ácido sulfúrico concentrado, sendo o tubo disposto em bloco digestor no qual, gradativamente, aumentou-se a temperatura até 400 °C, permanecendo em aquecimento até obter-se um líquido azul translúcido. A destilação ocorreu adicionando 5 ml de água destilada à amostra e inserindo-se o tubo digestor no destilador de proteínas, conforme manual. Em um Erlenmeyer, foram adicionados 10 ml de ácido bórico 2 % e 8 gotas de indicador misto, disposto na saída do destilador. Inseriu-se NaOH na amostra até que esta obtivesse uma coloração escura e foram coletados 50 ml de destilado no Erlenmeyer posicionado na saída do destilador. O material recolhido foi transferido para recipientes de 250 ml e as amostras foram tituladas com ácido sulfúrico 0,02 N.

A porcentagem de proteína presente foi calculada através da fórmula:

$$\frac{V \cdot 0,14 \cdot F}{P} = \text{Proteínas (\%)}$$

Em que:

V = volume de ácido sulfúrico 0,02 N gasto na titulação

P = quantidade de amostra utilizada

F = fator de conversão (foi utilizado o fator 6,25)

3.2.5 Determinação de extrato etéreo

Utilizou-se a metodologia de Soxhlet para realizar a determinação do extrato etéreo composto por óleos e gorduras. Em uma balança analítica, foram pesadas 2,5 g da amostra sobre papel-filtro, que foi inserido no cartucho da câmara de extração, em balão de fundo chato previamente preparado, tarado e identificado. Com o auxílio de proveta, foram adicionados aproximadamente 150 mL de éter de petróleo sobre a amostra. Com o conjunto devidamente conectado, foi realizada a extração. Ao fim desta, o éter de petróleo foi recuperado e os balões deixados em estufa a 105 °C por 1 hora e em dessecador por aproximadamente 20 minutos, para serem posteriormente pesados.

A porcentagem de extrato etéreo presente foi calculada através da fórmula:

$$\frac{100*N}{P} = \text{Lipídios ou extrato etéreo (\%)}$$

Em que:

N = número de gramas de lipídios ou extrato etéreo

P = quantidade de amostra utilizada

3.2.6 Análise de cor objetiva

A determinação da cor dos produtos alimentícios elaborados foi analisada utilizando-se o colorímetro portátil Konica Minolta, modelo CR400 Minolta, empregando-se os parâmetros L*, a* e b*. Segundo Gennadios *et al.* (1996) *apud* Sampaio (2020), a coordenada L* representa a claridade da amostra, variando da cor preta (0) à cor branca (100); o parâmetro a* varia da cor verde (-60,0) à cor vermelha (+60,0); e o b* varia da cor azul (-60,0) à cor amarela (+60,0). O equipamento foi calibrado conforme as instruções do fabricante, utilizando-se um padrão branco. A coloração foi determinada na lateral e na superfície do cereal. Uma barra comercial foi utilizada como controle, identificada com o código “BC”, para comparativo dos valores encontrados.

3.2.7 Análise dos dados

Os dados obtidos foram avaliados pelo método de análise de variância (ANOVA) com comparação de médias pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5 %. Os resultados foram expressos através do *software* SASM V3 (CANTERI, 2001).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com IAL (2008), as análises bromatológicas possuem um importante papel a fim de avaliar a qualidade e segurança dos alimentos, tornando-se fundamentais para auxiliar a equacionar e resolver problemas de saúde pública, bem como atuar como coadjuvantes nas inovações tecnológicas de alimentos.

Os resultados obtidos nas análises bromatológicas do presente estudo podem ser observados na Tabela 3 e demonstraram que a barra alimentícia desenvolvida apresentou níveis satisfatórios de proteína bruta tanto nas formulações contendo farinha de larva de besouro, quanto nas formulações contendo grilo preto.

Tabela 3 – Valores médios das diferentes formulações da barra alimentícia.

	Farinha de inseto usada na formulação da barra**					
	T9	T12	T18	G9	G12	G18
Cinzas	2,33 ±	2,42 ±	2,71 ±	2,62 ±	2,56 ±	2,53 ±
(%)	0,07 ^b	0,01 ^b	0,08 ^a	0,23 ^a	0,02 ^a	0,09 ^a
pH	4,98 ±	5,24 ±	5,31 ±	4,8 ±	4,91 ±	4,97 ±
	0,02 ^b	0,03 ^a	0,08 ^a	0,01 ^b	0,01 ^b	0,01 ^a
Umidade	12,05 ±	12,80 ±	12,80 ±	12,09 ±	12,22 ±	11,57 ±
(%)	0,26 ^a	0,11 ^a	0,22 ^a	0,02 ^a	0,08 ^{ab}	0,34 ^b
Proteínas	65,6 ±	66,8 ±	83,0 ±	62,3 ±	72,1 ±	82,9 ±
(%)	0,19 ^b	0,15 ^b	0,16 ^a	0,19 ^b	0,42 ^b	0,66 ^a
Lipídios	11,73 ±	12,60 ±	15,17 ±	11,91 ±	11,70 ±	13,44 ±
(%)	0,25 ^c	0,23 ^b	0,19 ^a	0,48 ^b	0,52 ^c	0,37 ^a

*valores expostos em porcentagem ou média ± desvio padrão;

****T9** = formulação contendo 9 % de farinha de larva de *Tenebrio molitor*; **T12** = formulação contendo 12 % de farinha de larva de *Tenebrio molitor*; **T18** = formulação contendo 18 % de farinha de larva de *Tenebrio molitor*; **G9** = formulação contendo 9 % de farinha de *Gryllus assimilis*; **G12** = formulação contendo 12 % de farinha de *Gryllus assimilis*; **G18** = formulação contendo 18 % de farinha de *Gryllus assimilis*.

***significativo ao nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$).

**** letras iguais nas linhas não diferem significativamente entre si considerando-se a mesma farinha de inseto.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Rezende (2018), ao analisar a composição centesimal da farinha de larva de besouro sem a adição desta em alimentos, apresentou uma fração de proteínas de 45,9 % e elevado percentual de lipídios, chegando a 29,9 %. Os resultados para cinzas e umidade na farinha foram 2,9 % e 11,6 %, respectivamente, valores estes próximos aos observados pela referida autora em estudos utilizados para basear a sua pesquisa. Em análises da farinha de grilo preto não adicionadas a nenhum alimento, os resultados mostraram que os nutrientes de maior concentração foram as proteínas (63,12 %), seguidas dos lipídios (26,51 %); os valores de

cinzas obtidos foram de 4,36 % (ARAÚJO, 2019). O teor de proteínas foi acima do encontrado por Bicalho (2022), que obteve 52,9 %, mas menor em relação aos lipídios, de 38,4 %.

Santos *et al.* (2017) avaliaram a composição centesimal de 10 barras de cereais comerciais com diferentes propostas na cidade de São Paulo, obtendo valores médios de 8,39 % de proteína bruta e 9,04 % de lipídios; os valores de cinzas encontrados variaram de 0,68 % a 4,93 % dentre as 10 barras analisadas. Já Moraes *et al.* (2021), ao produzirem e analisarem barras de cereais adicionadas de farinha de larva de besouro, obtiveram valores médios de 21,03 % de proteínas e 30,58 % de lipídios; os teores de umidade obtidos ficaram acima do permitido pela legislação, chegando a 22,33 %. Já o índice de cinzas observado foi de 2,14 %.

Ao analisar duas formulações de barras de cereais adicionadas com diferentes quantidades de farinha de batata yacon e uma formulação controle, Mendes *et al.* (2018) encontraram valores médios de proteínas de 9,05 %, 8,0 % e 7,62 %, respectivamente. Os níveis de gorduras totais foram de 2,68 %, 1,59 % e 2,83 %; a média de umidade dentre as três barras analisadas foi de 23,45 %, e 1,98 % foi o teor de cinzas.

Pode-se observar na tabela 3 que os níveis de proteínas encontrados nas amostras de cereais com larva de besouro e grilo preto deste estudo superaram os valores encontrados na literatura, principalmente se comparadas às barras comerciais. Mesmo após o processamento, não há perda considerável deste nutriente. As barras contendo as maiores porcentagens de farinha de insetos (18 % de *Tenebrio molitor* e *Gryllus assimilis* - sob código T18 e G18) demonstraram valores significativamente altos em proteínas, diferindo das demais quando comparadas ao mesmo tipo de farinha utilizada.

Os lipídios representam a fração mais calórica presente nos alimentos, e, por ser, às vezes, indesejada a sua presença em excesso, devem ser avaliados com rigor, sobretudo, em alimentos funcionais ou de reduzido valor calórico (GUTKOSKI *et al.*, 2017). Os valores encontrados (tabela 3) diferiram significativamente entre si, tanto nas barras compostas de farinha de larva do besouro como nas de grilo preto. Os níveis foram acima dos encontrados por Mendes *et al.* (2018) e por Santos *et al.* (2017) em seus respectivos estudos, demonstrando que a fração lipídica presente nas barras adicionadas de insetos se destaca, estando dentro do esperado, visto que os insetos possuem estruturas de quitina em seu exoesqueleto, contendo alto percentual de aminoácidos e lipídios em sua cutícula (REZENDE, 2018).

Em relação às cinzas (tabela 3), as barras adicionadas de grilo preto não tiveram diferenças significativas entre si. Já entre as que possuem larva de besouro na composição, as formulações com 9 e 12 % de farinha de larva de *Tenebrio molitor* não tiveram variação expressiva entre si, porém, diferiram estatisticamente da contendo 18 % de farinha do inseto,

visto que a maior concentração de farinha de inseto traz consigo maior presença de minerais, que acaba refletindo em um maior teor de cinzas. Os valores de cinzas condizem com os encontrados em outras formulações observadas na literatura.

As análises de umidade (tabela 3) obtiveram resultados satisfatórios em todas as amostras, sendo que as adicionadas de larva de besouro não apresentaram variação significativa. Já as de grilo preto diferiram estatisticamente apenas entre as amostras de código G12 e G18. Apesar deste diferimento, todas as amostras se mantiveram em conformidade com a RDC N° 711, de julho de 2022 (BRASIL, 2022), a qual define que produtos à base de cereais devem apresentar um limite máximo de umidade de 15 %. Segundo Guimarães e Silva (2009), valores de umidade elevados favorecem reações indesejadas, como o crescimento microbiano e o escurecimento não-enzimático, além de reduzir a crocância, a qual é sinônimo de frescor e qualidade do produto.

O pH encontrado nas amostras (tabela 3) demonstra ser levemente ácido. Dentre as barras adicionadas de larva de besouro, houve significativa variação na barra contendo 9 % de farinha de tenébrio (T9) perante as duas de mesmo inseto. Já nas amostras produzidas com grilo preto, houve diferença apenas na formulação contendo 18 % de farinha deste inseto (G18) diante das demais. Os níveis de pH, que variaram de 4,89 a 5,31, foram aproximados aos encontrados por Ressutte *et al.* (2019), que observaram valores de pH de 5,19 ao analisar barras de cereais com resíduo de acerola, e mais ácidos se comparados a Cesar *et al.* (2019), que obtiveram uma média de pH de 5,93 em barras de cereais de multimistura.

De acordo com os resultados expressos para os atributos L*, a*, b*, dispostos na Tabela 4, é possível observar que todos as formulações adicionadas de farinha de inseto diferiram da barra controle (BC) no parâmetro L* (luminosidade) a 5% de significância. Já para o parâmetro a*, as amostras T9, T12 e T18 não diferiram de BC. Por sua vez, as amostras adicionadas de farinha de grilo diferiram do controle. No atributo b*, as únicas amostras que diferiram do controle foram as de código T9, G12 e G18.

Tabela 4 – Análise colorimétrica da barra alimentícia.

	Farinha de inseto usada na formulação da barra**						
	BC	T9	T12	T18	G9	G12	G18
L*	52,20 ± 2,20 ^a	41,55 ± 0,72 ^{bc}	44,62 ± 0,64 ^b	43,79 ± 1,51 ^{bc}	43,29 ± 2,61 ^{bc}	43,82 ± 2,09 ^{bc}	39,14 ± 0,26 ^c
a*	09,23 ± 0,36 ^a	8,47 ± 0,18 ^{ab}	7,92 ± 0,69 ^{abc}	8,50 ± 0,72 ^{abc}	7,03 ± 0,51 ^{bc}	6,22 ± 0,48 ^c	6,78 ± 0,50 ^{bc}
b*	26,03 ± 0,54 ^a	20,33 ± 0,96 ^b	22,35 ± 0,63 ^{ab}	22,57 ± 1,68 ^{ab}	22,01 ± 2,02 ^{ab}	21,39 ± 1,43 ^b	19,80 ± 0,87 ^b

*valores expostos em média ± desvio padrão;

****BC** = Barra controle **T9** = formulação contendo 9 % de farinha de larva de *Tenebrio molitor*; **T12** = formulação contendo 12 % de farinha de larva de *Tenebrio molitor*; **T18** = formulação contendo 18 % de farinha de larva de *Tenebrio molitor*; **G9** = formulação contendo 9 % de farinha de *Gryllus assimilis*; **G12** = formulação contendo 12 % de farinha de *Gryllus assimilis*; **G18** = formulação contendo 18% de farinha de *Gryllus assimilis*.

***significativo ao nível de 5 % de probabilidade (p<0,05).

**** letras iguais nas linhas não diferem significativamente entre si.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Analisando o parâmetro L* (luminosidade) em geral, as formulações apresentaram média característica de barras de cereais de acordo com Bueno (2005), que encontrou valor médio de 47,66 para barras adicionadas de farinha de resíduo de uva. Observa-se que BC (controle) apresentou valor médio mais próximo a 50, maior claridade do que as dos outros tratamentos. As barras adicionadas de farinha de grilo preto tendem a ter uma coloração mais escura, visto que a farinha apresenta cor acinzentada escura.

Em relação ao parâmetro a*, houve diferença significativa entre as amostras produzidas com farinha de grilo e o controle. Os valores encontrados foram positivos, o que indica a cor no eixo vermelho, porém, os valores baixos indicam uma coloração mais acinzentada. Todas as formulações apresentaram valor de b* positivos, indicando que a coloração se manteve no eixo de cor amarela. O valor de b* mais próximo de 30, como observado na amostra controle (BC), indica que esta apresenta coloração mais amarela que as amostras com farinha de insetos, visto que estas encontram-se com valores mais próximos de 20, que, em conjunto com o valor de L* baixo, traduz-se como uma coloração aproximando-se ao cinza, um amarelo mais pálido.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, a adição de farinha de *Tenebrio molitor* e *Gryllus assimilis* às barras de cereais mostrou-se uma estratégia promissora para aumentar o consumo de insetos no Ocidente. Este estudo focou na incorporação destas farinhas em barras de cereais como uma estratégia para aumentar o consumo de insetos na cultura ocidental. As barras de cereais foram escolhidas por serem um alimento popular e prático, amplamente consumido como uma opção saudável. A formulação das barras foi cuidadosamente elaborada para garantir a palatabilidade do produto final, mantendo um equilíbrio entre sabor, textura e valor nutricional.

Além de enriquecer as barras com proteínas, vitaminas e minerais, essa prática pode impulsionar a sustentabilidade alimentar devido à eficiência dos insetos na conversão de ração em alimentos comestíveis, exigindo menos recursos hídricos e áreas de cultivo em comparação com as proteínas convencionais. Os resultados das análises físico-químicas confirmaram a qualidade nutricional das barras de cereais com farinha de insetos, destacando-se o teor significativamente mais elevado de proteínas em comparação com as barras comerciais.

É de suma importância, em estudos futuros, o enriquecimento destes dados através de análises sensoriais, a fim de verificar a real aceitabilidade dos produtos desenvolvidos. Não menos importante, faz-se necessário ampliar as análises de forma a serem estudados os efeitos toxicológicos e possíveis alergênicos presentes nos insetos, garantindo assim a segurança dos consumidores e a entrega de um produto final de qualidade.

Embora o consumo de insetos ainda enfrente resistência cultural e o Brasil ainda não desfrute de uma legislação específica para este alimento, sua inclusão em alimentos populares, como barras de cereais, pode facilitar sua aceitação e promover uma alimentação mais sustentável e nutritiva. No entanto, é crucial investir em mais pesquisas e campanhas educativas para aumentar a conscientização sobre os benefícios nutricionais e ambientais dos insetos na alimentação, bem como a segurança produtiva deste alimento, superando os preconceitos culturais. Uma abordagem mais aberta e inclusiva em relação ao consumo de insetos pode contribuir significativamente para a segurança alimentar global e para a redução dos impactos ambientais da produção de alimentos.

REFERÊNCIAS

AOAC. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, 1995.

ARAÚJO, R. R. S. *Avaliação da composição química, da qualidade nutricional biológica da proteína da farinha do grilo preto (Gryllus assimilis) e das suplementações com metionina e farelo de trigo*. Orientadores: Marcelo Eustáquio Silva e Lenice Kappes Becker Oliveira. 2019. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Núcleo de Pesquisas em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/jspui/handle/123456789/12679>>. Acesso em: 02 fev. 2024.

ARAÚJO FILHO, LIMA, A. Entomofagia: estudos de aceitação de insetos comestíveis e composição centesimal de formiga comestível da Serra da Ibiapaba. 21 f. Monografia (Graduação em Gastronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/51261>> Acesso em: 16 jun. 2024.

BICALHO, A. S. M. Composição centesimal da farinha de grilo preto (*Gryllus assimilis*) e extração e caracterização de proteínas para a alimentação humana. 2022. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/36533>>. Acesso em: 07 mai. 2024.

BRASIL. Agência Nacional da Vigilância Sanitária. Resolução da diretoria colegiada, nº 711, de 1 de julho de 2022. [Dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães]. *Diário Oficial da União*, República Federativa do Brasil, 01 jul. 2022.

BUENO, R. O. G. Características de qualidade de biscoitos e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspera. 2005. 85 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Alimentos). - Universidade Federal do Paraná, p. 85. Curitiba. 2005. Disponível em <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/2141>>. Acesso em: 15 fev. 2024.

BUENO, E. T. *et al.* Marimbondos (Hymenoptera, Vespidae) como fonte de alimentação humana no Brasil: Uma revisão de literatura. *Ethnoscintia-Brazilian Journal of Ethnobiology and Ethnoecology*, v. 5, n. 1, 2020 Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/ethnoscintia/article/view/10302/7141>>. Acesso em: 16 jun. 2024.

CARLINI, I. O. Entomofagia: insetos como fonte alimentar humana – uma revisão bibliográfica. 42 p. Rio Claro, São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/4a2972a5-c7a4-422e-8d39-4982d29db649/content>> Acesso em: 18 jul. 2024.

CANTERI M. G. *et al.* SASM-AGRI - Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. *Revista Brasileira de Agrocomputação*, v.1, n.2, p.18-24, Ponta Grossa, PR. 2001. Disponível em: <https://agrocomputacao.deinfo.uepg.br/dezembro_2001/Arquivos/RBAC_Artigo_03.pdf> Acesso em: 15 fev. 2024.

CESAR E. L. *et al.* Avaliação física, química e microbiológica de barra de cereais elaborada a partir de uma multimistura. *Revista de Agroecologia no Semiárido (RAS)*, v. 3, n. 2, p. 20-26, Sousa, Paraíba. 2019. Disponível em <<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/ras/article/viewFile/3095/pdf%20033>>. Acesso em: 03 mar. 2024.

COSTA NETO, E. M. Insects as human food: an overview. *Amazônica – Revista de Antropologia*, v. 5, n. 3, p. 562-582, Belém, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/amazonica/article/view/1564/1961>>. Acesso em: 20 fev. 2024.

_____; ELORDUY, J. R. Los insectos comestibles de Brasil: etnicidad, diversidad e importancia en la alimentación. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, v. 38, n. 1, p. 423-442, 2006. Disponível em: <<http://sea-entomologia.org/PDF/GeneraInsectorum/GE-0062.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2024.

DE MORAES, J. F. *et al.* Análise bromatológica e microbiológica de barra de cereal adicionada de farinha da larva de *Tenebrio molitor*. *Brazilian Journal of Health Review*, [s. l.], v. 4, n. 4, p. 16985–16984, 2021. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/34217>>. Acesso em: 15 abr. 2024.

DOAN, U. V. *et al.* Unintentional ingestion of *Cordyceps fungus-infected cicada nymphs causing ibotenic acid poisoning in Southern Vietnam*. *Clin Toxicol (Phila)*, v. 55, n. 8, p. 893-896, Set. 2017. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28463017/>> Acesso em: 19 jul. 2024.

EMBRAPA. Pesquisadores desenvolvem sistema para criação de bovinos em condições irrigadas. Brasil. 2003. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17940375/pesquisadores-desenvolvem-sistema-para-criacao-de-bovinos-em-condicoes-irrigadas>> Acesso em: 14 jul. 2024

EPAGRI. Pesquisa da Epagri visa reduzir emissão de gases do efeito estufa na pecuária catarinense. Lages, SC. 2022. Disponível em: <<https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2022/06/29/pesquisa-da-epagri-visa-reduzir-emissao-de-gases-do-efeito-estufa-na-pecuaria-catarinense/>> Acesso em: 14 jul. 2024

FERREIRA, R. R. Insetos na alimentação humana: percepção e experiências de alunos do ensino médio. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal da Paraíba. 67p. Areia, PB. Jul/2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/18239?locale=pt_BR>. Acesso em: 15 jul. 2024.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), United Nations, department of economic and social affairs. The United Nations, Population Division, Population Estimates and Projections Section, 2013.

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./abr. 2021. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/1678-4162-12158>>. Acesso em: 02 maio 2024.

FREITAS, D. G. C.; MORETTI, R. H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. *Food Science and Technology*, v. 26, n. 2, p. 318–324, 2006. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000200014>>. Acesso em: 15 maio 2024.

GUIMARÃES, M. M.; SILVA, M. S. Nutritional quality and acceptability of cereal bars added of murici dried fruits. *Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)*, v. 68, n. 3, p. 426-433, 2009.

GUTKOSKI, L. C. *et al.* Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 27, n. 2, p. 355-363, 2007. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612007000200025>>. Acesso em: 20 abr. 2024.

HARDOUIN, J.; MAHOUX, G. Zootechnie d'insectes-Elevage et utilisation au bénéfice de l'homme et de certains animaux. *Advances in Entomology*, Vol. 5, No. 3. p. 164. 2017. Disponível em: <<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2083388>> Acesso em: 13 jul. 2024.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 1020, 2008.

IZZO, M.; NINESS, K. Formulating Nutrition Bars with Inulin and Oligofructose. *Cereal Foods World*, v. 46, n. 3, p. 102-105, 2001.

LIMA, A. A.; FILHO, A. Entomofagia: estudos de aceitação de insetos comestíveis e composição centesimal de formiga comestível da serra da ibiapaba. 21 p. Fortaleza, Ceará. 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/51261>> Acesso em: 18 jul. 2024.

MARTINS, P. do C. *et al.* Sustentabilidade ambiental, social e econômica da cadeia produtiva do leite: desafios e perspectivas. p. 432. Brasília, DF. 2015.

MAHEU, E. Onívoros? Limitações e possibilidades do comestível e do palatável diante das fronteiras culturais: o caso dos insetos. In: COSTA NETO, E. M. (org.). *Antropoentomofagia: insetos na alimentação humana*. Feira de Santana: UEFS Editora, p. 39-54. 2011.

MENDES M. L. M. *et al.* Avaliação química e sensorial de barras de cereais elaboradas com diferentes teores de farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*), *Brazilian Journal of Food Research*, Campo Mourão, v. 9, n. 1, p. 100-111, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/view/5069>>. Acesso em: 25 abr. 2024.

NETO, E. M. C. Insetos como fontes de alimentos para o homem: valoração de recursos considerados repugnantes. *Interciência*, v. 28, n. 3, p. 136-140, Caracas, 2003. Disponível em: <https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000300004>. Acesso em: 15 jun. 2024.

PAOLETTI M. G. *et al.* Ecological Implications of Minilivestock: Role of Insects, Rodents, Frogs and Snails for Sustainable development. p. 662. New Hampshire - Estados Unidos da América. 2005. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/258212283_Ecological_Implications_of_minilives_tock_insects_rodents_frogs_and_snails> Acesso em: 13 jul. 2024.

RAUBENHEIMER, D; ROTHMAN, J. M. Nutritional ecology of entomophagy in humans and other primates. *Annual review of entomology*, v. 58, p. 141-160, 2013. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23039342/>>. Acesso em: 15 jun. 2024.

RAFAEL, J.A. *et al.* Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. 2ª ed. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 880 pp. jan/2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.61818/56330464a01> >. Acesso em: 15 jul. 2024.

RESSUTTE, J. B. *et al.* Barra de cereais de resíduo de acerola isenta de glúten, *XI EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica*, Brasil, 2019. Disponível em <<https://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/3274>>. Acesso em: 18 mar. 2024.

REZENDE, M. A. S. Avaliação nutricional e toxicológica da farinha da larva de *Tenebrio molitor*. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, Minas Gerais, 2018.

ROMEIRO, E. T. *et al.* Insetos como alternativa alimentar: artigo de revisão. Contextos da Alimentação – *Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade*, v. 4, n. 1. p. 41-61, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://sp.senac.br/hotsites/blogs/revistacontextos/wp-content/uploads/2015/10/54_CA_artigo_ed_Vol_4_n_1_15_2.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024.

SAMPAIO, P. C. *Elaboração e caracterização de barras de cereais com utilização de farinha de bagaço de uva*. Trabalho de conclusão de Curso. 61 f. Universidade Federal de Lavras – Lavras, Minas Gerais, 2020.

SANTOS, V. F. N. *et al.* Avaliação bromatológica de barras de cereais e análise da conformidade da rotulagem, *Revista Publicatio UEPG Ciências Biológicas e da Saúde*, Ponta Grossa, v. 23, n. 1, p. 35-44, jan./jun. 2017. Disponível em: <<https://revistas.uepg.br/index.php/biologica/article/view/9497>>. Acesso em: 27 fev. 2024.

SANTOS, N. S. *et al.* Corantes naturais: importância e fontes de obtenção. *Recima21-Revista Científica Multidisciplinar*, v. 3, n. 3, p. 15, mar./2022. Disponível em: <<https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/1165>>. Acesso em: 16 jun. 2024

SCHARDONG, I. S. *et al.* *Brazilian consumers' perception of edible insects*. *Revista Ciência Rural*, v. 49, n. 10, 2019. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180960>> Acesso em: 18 jul. 2024.

TUNES, S. *Insetos comestíveis. Com alto valor proteico, grilos, larvas de besouros e formigas conquistam espaço como alternativa alimentar; Brasil dá os primeiros passos para disputar esse mercado*. *Revista Pesquisa FAPESP*. ed. 290. p. 60-67. Dez/2023. Disponível em <<https://revistapesquisa.fapesp.br/insetos-comestiveis/>> Acesso em: 19 jul. 2024.

VAN HUIS, A. *et al.* Edible insects: future prospects for food and feed security. *Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO*, Rome, 2013. Disponível em: <<https://www.fao.org/4/i3253e/i3253e.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2024.

VERBEKE, Wim. Profiling consumers who are ready to adopt insects as a meat substitute in a Western society, *Science Direct*, v. 39, n. 1, p. 147-155, jan./2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.07.008>>. Acesso em: 30 abr. 2024.