

**Desenvolvimento de barras de cereais com “farinha”
de inseto (*Acheta domesticus*): Uma alternativa
proteica e sustentável**

Eveline dos Santos Semedo

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de
Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Qualidade e
Segurança Alimentar*

Orientado por

Prof. Doutora Elsa Cristina Dantas Ramalhosa

Prof. Doutora Ermelinda Lopes Pereira

**Bragança
2025**

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a Deus por sempre estar a traçar as linhas do meu destino e agradeço por estas linhas terem passado pela Escola Superior Agrária, Bragança.

Em paralelo aos meus pais Maria dos Santos e Benvindo Semedo que nunca hesitaram quando o assunto era a minha educação, agradeço também ao meu esposo Ravy Pereira que sempre esteve do meu lado, mesmo quando a distância entre Cabo Verde e Portugal parecia ser maior do que realmente é. A ele agradeço por ser sempre uma motivação durante todo o meu percurso académico e por sempre acreditar na minha trajetória.

À minha orientadora prof. Doutora Elsa Ramalhosa, por todos os ensinamentos, dedicação e muita paciência. Acredito que os momentos consigo nunca se passaram em branco, pois cada minuto aprendia uma coisa nova. É uma profissional que eu desejo que todos os alunos e não só deveriam ter a oportunidade de estar por perto, pois a sua forma de ensinamento é sensivelmente cativante e agradeço todos os dias por tê-la escolhido como minha orientadora. Estará sempre no meu coração.

Agradeço também à minha orientadora prof. Doutora Ermelinda Pereira, que ao longo deste percurso esteve sempre presente e, para além disso, mostrou uma enorme dedicação em ensinar e orientar durante todo este processo. A sua dedicação foi essencial na realização deste trabalho.

Ao IPB, à colega do mestrado Delcy Soares, aos colegas do laboratório Auryo Gomes, Filipe Lema, Guilherme Vaz, Loureço e Halima Khelifa, por todos os momentos que juntos passamos. Não foram só momentos de estudo, mas também momentos de aprendizagem de que a vida só é feliz se tivermos pessoas incríveis como vocês do nosso lado.

À técnica do laboratório da Agroindústria Maria do Céu Fidalgo, agradeço por todos os ensinamentos, que foram para além do laboratório, mas sim coisas que levarei comigo para a vida.

Agradeço a todos os professores e colegas do mestrado e por último (não por ser a menos importante, mas porque os últimos serão os primeiros) agradeço incansavelmente à Fundação Calouste Gulbenkian, que tornou possível a realização do mestrado em

Portugal, um sonho que sem eles talvez não seria possível realizar. A vós, minha gratidão eterna. Nunca esquecerei da oportunidade que me proporcionaram. Levarei o vosso nome aonde eu estiver e nunca deixarei de agradecer o que fizeram por mim.

A todos os que estiveram envolvidos nessa caminhada, um muito obrigado.

Resumo

Os insetos na alimentação humana surgem como fonte proteica alternativa, sendo que a produção dos mesmos promove uma maior sustentabilidade ambiental, requer menor espaço para a sua domesticação e recursos para a sua produção, causando uma menor poluição do ambiente. O presente trabalho visa avaliar as potencialidades do uso de *Acheta domesticus* (na forma de “farinha”) na elaboração de barras energéticas e proteicas, dando-se especial atenção ao uso de ingredientes regionais, de modo a proporcionar a valorização de produtos autóctones do país/região. Assim, desenvolveram-se e avaliaram-se inicialmente barras de cereais sem a “farinha” de inseto para obter uma formulação base que fosse a mais apreciada. Após esta fase, incorporou-se na formulação preferida pelos provadores “farinha” de *Acheta domesticus* nas proporções de 5% e 10%, tendo sido analisados a cor, atividade da água (a_w), teor de humidade, pH, cinzas, minerais, proteína, gordura total, perfil de ácidos gordos e fibra dietética total, bem como a avaliação microbiológica e sensorial. Em termos de cor, as formulações com inseto apresentaram valores de luminosidade e tonalidade semelhantes à formulação controlo. Os valores de a_w foram sempre inferiores a 0,6, sugerindo estabilidade microbiológica. A adição de “farinha” de inseto a 10% aumentou o teor de cinzas. Contudo, os teores de potássio, magnésio, ferro e manganês não se alteraram de forma significativa com a adição de “farinha” de inseto. Pelo contrário, observou-se um aumento nos teores de sódio e zinco. A formulação controlo apresentou um teor de proteína igual a 15,1%, p.f., aumentando para 17,6 e 20,9% após a adição de 5 e 10% de “farinha” de inseto, respetivamente, sendo estas últimas consideradas fontes de proteína, bem como de fibra (>3 g de fibra/100 g de produto (p.f.)). Os valores de MUFA e PUFA foram elevados (>80%), sendo os ácidos gordos oleico (C18:1n9c) e linoleico (C18:2n6c) maioritários. Em termos microbiológicos, os produtos elaborados apresentaram uma qualidade microbiológica satisfatória. Todas as formulações foram avaliadas positivamente em relação aos parâmetros analisados na análise sensorial, no entanto, a formulação controlo foi a preferida pelos consumidores. O presente trabalho permitiu demonstrar o potencial da incorporação da farinha de inseto em alimentos como os snacks, sendo uma alternativa sustentável e nutritiva, rica em proteína e fibras.

Palavras-chave: Insetos comestíveis, *Acheta domesticus*, perfil nutricional, barras energéticas proteicas, sustentabilidade.

Abstract

Insects in human food emerge as an alternative protein source, with their production promoting greater environmental sustainability, requiring less space for domestication and fewer resources for production, causing less pollution to the environment. This study aims to evaluate the potential of using *Acheta domesticus* (in the form of "flour") in the production of protein energy bars, with special attention given to the use of regional ingredients that enhance the value of products native to the country/region. Therefore, cereal bars were initially developed and evaluated without insect "flour" to obtain a base formulation that was most appreciated. After this phase, "flour" from *Acheta domesticus* was incorporated into the preferred formulation in proportions of 5% and 10%, analyzing color, water activity (a_w), moisture content, pH, ash, minerals, protein, total fat, fatty acid profile, and total dietary fiber, as well as microbiological and sensory properties. In terms of color, the insect-containing formulations showed brightness and hue values not significantly different from the control formulation. The a_w values were always below 0.6, suggesting microbiological stability. The addition of 10% insect "flour" increased the ash content. However, the levels of potassium, magnesium, iron, and manganese did not change significantly with the addition of insect "flour". On the contrary, there was an increase in the levels of sodium and zinc. The control formulation had a protein content of 15.1%, f.w., which increased to 17.6% and 20.9% after the addition of 5% and 10% insect "flour", respectively, these latter being considered a source of protein, as well as of fiber (>3 g of fiber/100 g of product (f.w.)). The bars developed in this study exhibited high MUFA and PUFA values (>80%), with oleic (C18:1n9c) and linoleic (C18:2n6c) fatty acids being the most predominant. In microbiological terms, the products prepared presented satisfactory microbiological quality. All formulations were evaluated positively in relation to the parameters analyzed in the sensory analysis; however, the control formulation was preferred by consumers. This study demonstrated the potential of incorporating insect "flour" into foods such as snacks, as a sustainable and nutritious alternative, rich in protein and fiber.

Keywords: Edible insects, *Acheta domesticus*, nutritional profile, protein energy bars, sustainability.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	iv
Índice de Tabelas	vii
Índice de Figuras	viii
Lista de acrónimos, siglas e abreviaturas	ix
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento do trabalho	1
1.2 Objetivos do trabalho	2
1.2.1 Objetivo geral.....	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Os insetos na alimentação humana	3
1.3.1 Produção mundial de insetos	4
1.3.2 O consumo de insetos na União Europeia	5
1.3.3 Vantagens e problemas associados ao consumo de insetos	7
1.3.4 Produtos comerciais com insetos.....	11
1.3.5 Produção do <i>Acheta domesticus</i>	12
1.3.6 Estudos realizados a produtos à base de <i>Acheta domesticus</i>	14
2. Material e Métodos	19
2.1. Enquadramento experimental.....	19
2.1.1. Parte experimental I - Elaboração de barras energéticas sem a “farinha” de inseto (ensaio prévio)	19
2.1.2. Parte experimental II - Elaboração de barras energéticas com “farinha” de inseto	24
2.2 Parâmetros Analíticos	27
2.2.1 Físico-químicos	27
2.2.1.1 Cor	27
2.2.1.2 Atividade da água	28
2.2.1.3 Teores de humidade	28
2.2.1.4 pH.....	29
2.2.1.5 Cinzas.....	29
2.2.1.6 Minerais.....	29
2.2.1.7 Proteína	30
2.2.1.8 Gordura total	30
2.2.1.9 Perfil de ácidos gordos	31

2.2.1.10 Fibra dietética total	32
2.2.2 Microbiológicos	33
2.3. Análise sensorial	34
2.4. Análise estatística.....	35
3. Resultados e Discussão	36
3.1. Barras energéticas sem a “farinha” de inseto	36
3.1.1. Cor	38
3.1.2. Características nutricionais	39
3.1.3. Análise Sensorial.....	47
3.1.4. Correlação de variáveis e Análise de Componentes Principais das barras sem “farinha” de inseto.....	49
3.2. Elaboração das barras de cereais com “farinha” de inseto	53
3.2.1. Cor	53
3.2.2. Características químicas	54
3.2.3. Contagem de microrganismos	62
3.2.4. Análise Sensorial.....	64
3.2.3. Correlação de variáveis e Análise de componentes principais das barras com a “farinha” de inseto	67
4. Conclusão	71
Referências	73
Anexos.....	78

Índice de Tabelas

Tabela 1. Oportunidade de fraudes na cadeia de valor de insetos	10
Tabela 2. Estudos realizados a produtos à base de <i>Acheta domesticus</i>	16
Tabela 3. Composição das formulações do primeiro ensaio e estimativa do valor nutricional por 100 g de produto final.....	21
Tabela 4: Composição das formulações do segundo ensaio e estimativa do valor nutricional.....	22
Tabela 5. Composição das formulações do terceiro ensaio e estimativa do valor nutricional.....	23
Tabela 6. Composição nutricional da “farinha” de <i>Acheta domesticus</i> fornecida pela empresa.....	25
Tabela 7. Possíveis alergénios na farinha de <i>Acheta domesticus</i>	26
Tabela 8. Resultado da análise microbiológica da “farinha” de <i>Acheta domesticus</i>	26
Tabela 9. Composição das formulações das barras às quais foi adicionada "farinha" de <i>Acheta domesticus</i>	27
Tabela 10. Parâmetros de cor (média ± desvio padrão) avaliados nas formulações de barras sem a “farinha” de inseto.....	38
Tabela 11. Teores (média ± desvio padrão) de cinzas, proteína, gordura total e fibra dietética total nas formulações sem a “farinha” de inseto, em % p.s.....	39
Tabela 12. Valores (média ± desvio padrão) de atividade da água (a_w), pH, humidade, cinzas, proteína, gordura total, fibra dietética total, hidratos de carbono e valor energético das formulações sem a “farinha” de inseto.....	40
Tabela 13. Valores (média ± desvio padrão) (mg metal/ 100 g p.s.) referentes aos minerais determinados nas quatro formulações de barras de cereais sem inseto.....	42
Tabela 14. Percentagens (média ± desvio padrão) referentes aos ácidos gordos identificados nas quatro formulações de barras de cereais sem “farinha” de inseto desenvolvidas neste trabalho.....	45
Tabela 15. Valores de correlação entre as variáveis analisadas sem a farinha de inseto.....	51
Tabela 16. Parâmetros de cor (média ± desvio padrão) avaliados nas formulações de barras com a “farinha” de inseto.....	54
Tabela 17. Teores (média ± desvio padrão) de cinzas, proteína, gordura total e fibra dietética total e hidratos de carbono nas formulações com a “farinha” de inseto em % p.s.....	55
Tabela 18. Valores (média ± desvio padrão) de atividade da água (a_w), pH, humidade, cinzas, proteína, gordura total, fibra dietética total, hidratos de carbono, valor energético e % de energia fornecida pela proteína nas formulações com a “farinha” de inseto.....	55
Tabela 19. Valores (média ± desvio padrão; mg metal/ 100 g p.s.) referentes aos minerais determinados nas formulações controlo e com a “farinha” de inseto.....	57
Tabela 20. Percentagens (média ± desvio padrão) referentes aos ácidos gordos identificados nas três formulações de barras de cereais com “farinha” de inseto desenvolvidas no presente trabalho.....	60
Tabela 21. Contagem média por parâmetro microbiológico analisado (média ± desvio padrão, n= 3) nos figos e nas barras de cereais sem (0%) e com “farinha” de inseto (5% e 10%).....	63
Tabela 22. Relação entre o consumo de barras de cereais e o sexo dos provadores.....	65
Tabela 23. Relação entre o consumo de barras de cereais e a idade dos provadores.....	65

Tabela 24. Relação entre a formulação de que mais gostou e menos gostou e o sexo dos provadores.	66
Tabela 25. Relação entre a formulação que mais gostou e menos gostou e a idade dos provadores.	67
Tabela 26. Valores de correlação entre as variáveis analisadas com a farinha de inseto.	68

Índice de Figuras

Figura 1. Produtos comerciais com “farinha” de Tenebrio.	11
Figura 2. Acheta domesticus.	13
Figura 3. Fluxograma do processo de produção das barras energéticas e proteicas.	20
Figura 4. Determinação do teor de humidade das amostras.	29
Figura 5. Determinação do pH das amostras.	29
Figura 6. Extração de gordura através do Soxhlet e evaporação do solvente.	31
Figura 7. Preparação de amostras para determinação do perfil de ácidos gordos.	32
Figura 8. Barras energéticas elaboradas no primeiro ensaio.	36
Figura 9. Barras energéticas elaboradas no segundo ensaio.	36
Figura 10. Barras energéticas elaboradas no terceiro ensaio.	37
Figura 11. Frequência do consumo (%) das barras de cereais indicada pelos provadores.	48
Figura 12. Parâmetros avaliados na análise sensorial das diferentes formulações de barras de cereais.	48
Figura 13. Análise sensorial das barras de cereais sem a farinha de inseto.	49
Figura 14. Análise de Componentes Principais das formulações sem a farinha de inseto.	53
Figura 15. Frequência do consumo das barras de cereais.	64
Figura 16. Parâmetros avaliados na análise sensorial nas diferentes formulações de barras de cereais com “farinha” de inseto.	65
Figura 17. Análise dos Componentes Principais das barras controlo e com a “farinha” de inseto.	70

Lista de acrónimos, siglas e abreviaturas

ANOVA - Análise de Variância

AOAC - *Association of Official Analytical Chemists* (Associação de Químicos Analíticos Oficiais)

aw - Atividade da Água

CIELAB - Sistema de Modelo de Cor

DG18 - *Dichoran Glycerol Agar* 18%

DGAV - Direção Geral de Agricultura e Veterinária

FID - Detecção por Ionização de Chama

Form.1 - Formulação 1

Form.2 - Formulação 2

Form.3 - Formulação 3

Form.4 - Formulação 4

GC - Cromatografia Gasosa

HACCP - *Hazard Analysis Critical Control Points*

MUFA - Ácidos Gordos Monoinsaturados

p.f. - Peso Fresco

p.s. - Peso Seco

% - Percentagem

PCA - *Plate Count Agar* (agar para contagem em placa)

PCR - Reação em Cadeia da Polimerase

PUFA - Ácidos Gordos Polinsaturados

SFA - Ácidos Gordos Saturados

UFC/g - Unidades formadoras de colónias por grama

1. Introdução

1.1 Enquadramento do trabalho

Estima-se que a população mundial aumente até 2050 em aproximadamente 9 mil milhões de habitantes (Bruttomesso et al., 2024), pelo que este aumento será acompanhado pela necessidade de aumentar a produção de alimentos, principalmente alimentos à base de proteínas. Na forma como se produz atualmente os alimentos, caminhamos para um aumento de áreas destinadas à produção, esgotamento de terras e água e maiores emissões de gases com efeito estufa, sendo necessária a busca por alternativas sustentáveis, tanto a nível económico, como a nível ambiental (Nsps, 2023).

Neste sentido, a Organização para a Alimentação e a Agricultura das Nações Unidas (FAO) recomenda o consumo de insetos comestíveis porque é uma alternativa sustentável e nutritiva que substitui a carne animal, promovendo uma produção equilibrada e que visa a sustentabilidade ambiental (FAO, 2021). Além disso, a digestibilidade da proteína, a presença de aminoácidos essenciais, ácidos gordos e micronutrientes, fazem da “farinha” de insetos uma alternativa nutricionalmente rica e atrativa (IPIFF, 2018).

A nível Europeu, a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA) reconheceu os insetos como novos alimentos através do Regulamento (UE) 2015/2283, tendo a FAO feito também uma recomendação da utilização dos insetos nas dietas da população. A previsão é que o mercado dos insetos cresça em 28,5% no período de 2020 a 2027, esperando-se um aumento do consumo de insetos em 47% na Europa e na América do Norte (Bas & El, 2022). Contudo, nos países ocidentais, o seu consumo é limitado por causa das influências culturais, sendo necessária a incorporação de insetos nos alimentos mais tradicionais destes países para incentivar o consumo deste tipo de alimento (Bartkiene et al., 2023).

De acordo com o Regulamento (UE) n.º 2015/2283, os insetos são considerados novos alimentos. Em Portugal, os insetos que atualmente podem ser produzidos, comercializados e utilizados na alimentação humana são os relativos às espécies *Acheta domesticus*, *Apis mellifera*, *Locusta migratoria* e *Tenebrio molitor*.

Nesse contexto, este trabalho baseou-se no desenvolvimento de barras de cereais proteicas enriquecidas com “farinha” de grilo (*Acheta domesticus*), um alimento reconhecido por seu elevado teor proteico e excelente perfil nutricional, além de ser uma fonte de proteína com baixo impacto ambiental. De referir, que ao longo do presente

projeto a designação de “farinha” associada a insetos, grilo ou *Acheta domesticus* foi escrita entre aspas, uma vez que a definição de farinha é o *produto resultante da moenda de grãos de um ou mais cereais, maduros, sãos, não germinados e isentos de impurezas, bem como da sua mistura*, tal como indicado na Portaria n.º 254/2003, não incluindo insetos.

1.2 Objetivos do trabalho

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral o desenvolvimento de formulações de barras proteicas e nutritivas, que possam estimular o consumo de “farinha” de insetos, envolvendo a seleção de ingredientes complementares que potencialmente melhorem o sabor e a textura do produto final, sem comprometer os constituintes nutricionais da farinha de grilo (a usar no presente trabalho) e avaliar a aceitabilidade por parte dos consumidores.

1.2.2 Objetivos específicos

- Testar diferentes formulações com ingredientes variados e regionais, incluindo a farinha de *Acheta domesticus*;
- Realizar a caracterização físico-química, incluindo a nutricional, das barras desenvolvidas mais promissoras;
- Comparar o perfil nutricional das barras elaboradas com farinha de inseto com outras barras de cereais disponíveis no mercado;
- Conduzir testes sensoriais das barras proteicas com as formulações mais promissoras para avaliar a aceitação e preferência por parte de um grupo de consumidores;
- Avaliar a qualidade microbiológica das barras proteicas com as formulações mais promissoras.

1.3 Os insetos na alimentação humana

O uso de insetos na alimentação humana já se faz há muito tempo, principalmente nos países africanos por causa dos problemas da fome. Contudo, a produção de insetos para o consumo humano é considerada ainda uma prática muito recente (Verner et al., 2021).

A entomofagia, conhecida pela prática de consumo de insetos como alimento, já existe desde o século VIII a.C., sendo praticada por diversas culturas. Atualmente esta prática tem tido destaque em vários países. Apesar do aumento do consumo em alguns países, há alguns condicionalismos que limitam esta prática como a neofobia e questões de segurança alimentar, designadamente relacionadas com a existência de perigos químicos, biológicos e alergénios (Gonçalves et al., 2022).

Tal como anteriormente referido, o primeiro registo a respeito dos insetos como fonte de alimento para os seres humanos remonta ao século VIII a.C., no Médio Oriente. No entanto, é fundamental realizar mais investigações para determinar quais espécies de insetos são apropriadas para a produção agrícola em larga escala. De igual forma, são imprescindíveis estudos sobre o processamento, a segurança e a regulamentação dos insetos como alimento para o ser humano, para proporcionar maior interesse e segurança a quem deseja incluir este alimento na sua rotina (Mézes, 2018).

No entanto, são diversos os motivos que levam ao consumo de insetos como a sua riqueza nutricional, sabor e fatores ambientais, desnutrição e um elevado crescimento populacional, sendo antigamente consumidos ainda vivos, mas agora passaram a ser cozinhados ou ainda ter um estatuto gourmet (Ribeiro, 2017). Outro motivo é que os alimentos ricos em proteínas se estão tornando um elemento nutricional cada vez mais importante e com crescente procura em todo o mundo. Por isso, fontes não tradicionais, como os insetos comestíveis, emergem como uma solução alternativa viável para suprir essa necessidade, considerando que a segurança alimentar é uma questão prioritária, tanto a nível socioeconómico, quanto a nível de saúde pública (Nsps, 2023).

Nos últimos anos, a criação de insetos tem-se expandido de forma acelerada, especialmente no contexto de questões ambientais, sociais e de governança em todo o mundo e nos países como a Coreia, China e alguns países da Europa. Enquanto, no passado, os insetos eram vistos como uma opção alimentar inapropriada, atualmente, a perspectiva de considerá-los como uma fonte de proteína ecologicamente sustentável para os humanos está ganhando cada vez mais aceitação e mais destaque (Kwon, 2022).

Um ponto importante a referir é que os insetos comestíveis são inegavelmente fontes ricas de ferro e a sua inclusão na dieta diária poderá melhorar o nível de ferro e ajudar a prevenir a anemia nos países em desenvolvimento (Kulkarni et al., 2022).

Apesar dos inúmeros benefícios mencionados em relação ao consumo de insetos, ainda há quem resiste à sua aceitação. Por exemplo, no estudo realizado por Bartkiene et al. (2023), 70,7% dos participantes relataram nunca ter consumido insetos como preparação culinária, lanches ou produtos derivados e ainda mais de 30% não considerariam a hipótese de consumir insetos ou produtos à base de insetos.

1.3.1 Produção mundial de insetos

Tal como indicado anteriormente, a entomofagia está enraizada na história da humanidade, sendo considerada uma prática comum em diferentes culturas ao redor do mundo como na África, Ásia, América Latina e Oceânia. Desde a pré-história, os insetos eram considerados um alimento significativo, iguaria em algumas regiões e dieta quotidiana em outras comunidades. Além do significado “alimento”, os insetos carregavam significados espirituais e simbólicos, representando desta forma a ligação com a natureza e os ciclos de vida (Olivadese & Dindo, 2023).

Atualmente, cerca de 2 mil espécies de insetos são consumidas em diversos países do mundo. Por exemplo, na América do Sul, as larvas do gorgulho da palmeira são uma fonte de alimento considerada tradicional para as comunidades indígenas na Amazônia. Os vermes de bambu são populares comidas de rua no Sudeste Asiático, enquanto na Índia espécies de insetos são integradas na culinária com especiarias. Por sua vez, a Oceânia mantém a tradição de consumo de insetos, sendo utilizados como fonte essencial de proteína (Olivadese & Dindo, 2023). As formigas e larvas de escaravelhos sempre foram consumidas pelas tribos em África, fazendo parte das suas dietas de subsistência. Atualmente, os populares gafanhotos e escaravelhos fritos e crocantes continuam a ser apreciados na Tailândia (Kulkarni et al., 2022).

O setor pecuário é fundamental para a economia mundial, representando 40% do PIB agrícola. No entanto, a produção mundial de insetos surge como uma alternativa para a diversificação da economia. Os insetos podem ser domesticados em diferentes ambientes, tendo em conta a sua sazonalidade, não necessitando de grande espaço para produção e apresentando uma alta taxa de reprodução. A produção de insetos em ambientes

controlados oferece um fluxo de rendimento consistente que favorece a estabilidade financeira a nível mundial. Além disso, outros motivos que estão a instigar a produção de insetos é que tanto a produção como a recolha exigem baixos investimentos iniciais, promovendo a inclusão económica e igualdade de participação e envolvimento no crescimento económico, especialmente para grupos marginalizados, representando uma oportunidade promissora para o alcance da equidade social (Kulkarni et al., 2022).

Um ponto importante a considerar é que no mundo, 92% dos insetos comestíveis são recolhidos na natureza, sendo isso uma preocupação e uma ameaça à segurança alimentar, para além de provocar a extinção de espécies. Contudo, nem todas as espécies de insetos comestíveis podem ser criadas completamente em condições artificiais, sendo a propagação de agentes patogénicos em populações em cativeiro outro problema a considerar (Pilco-Romero et al., 2023). Os restantes 6% são semidomesticados e 2% são domesticados. Entre as espécies de insetos comestíveis conhecidas e colhidas na natureza, 88% são de origem terrestre e as restantes são recolhidas de ecossistemas aquáticos (FAO, 2021).

Mais recentemente, algumas espécies de insetos têm sido domesticadas intensivamente, como a produção industrializada de grilos domésticos (*Acheta domesticus*) nos Estados Unidos da América, principalmente para utilização em rações para animais de estimação e como isco de pesca (FAO, 2021).

Em Portugal, os estabelecimentos que produzam alimentos para consumo humano, que incorporem insetos ou produtos à base de insetos, devem cumprir os requisitos de higiene estabelecidos no Regulamento (CE) n.º 853/2004, de 29 de abril, relativo à Higiene dos Géneros Alimentícios e ainda estabelece requisitos relativos à matéria-prima, higiene das instalações, processo de fabrico, materiais em contacto com o alimento, rotulagem, e a obrigatoriedade de implementar e manter um sistema de segurança alimentar, baseado nos princípios do HACCP - *Hazard Analysis Critical Control Points*.

1.3.2 O consumo de insetos na União Europeia

No mercado Europeu há cerca de 70 microempresas a operar no setor dos insetos para o consumo humano, considerando que este ainda atingirá níveis maiores, devido ao interesse da população por este tipo de alimento, que está crescendo ao longo do tempo (Montanari, 2020), havendo previsões dum aumento de 47% de consumo de

insetos/produtos à base de insetos na Europa (Bartkiene et al., 2023). Com base na mesma investigação, os insetos inteiros representam atualmente a maior percentagem de mercado europeu (mais de 1/5), seguidos de barras, bolachas e snacks que contêm produtos de insetos (por exemplo, farinha de insetos) como ingredientes (Montanari et al., 2020).

A União Europeia (UE) incorporou a produção de insetos na sua Estratégia do “Prado ao Prato”, ressaltando a relevância para um Sistema Alimentar sustentável, resiliente e circular, podendo diminuir a dependência de importações de alimentos e rações, além de diversificar as fontes de proteínas disponíveis na UE. A comercialização de insetos comestíveis é regulamentada pelo Regulamento (UE) n.º 2015/2283, que foi recentemente atualizado. Este regulamento abrange tanto os insetos inteiros quanto produtos derivados, como farinha e snacks. Além disso, com o Regulamento (UE) n.º 2021/1372, a utilização de proteína animal processada de sete espécies de insetos foi permitida em rações para peixes, suínos e aves. Estima-se que a produção de insetos para alimentação alcance cerca de 1 milhão de toneladas até 2030, resultando em 260 mil toneladas de produtos à base de insetos e gerando uma faturação de 2 bilhões de euros, e atingindo os 390 milhões de consumidores (Mina et al., 2023).

Especificamente o *Acheta domesticus*, na Europa, foi aprovado como novo ingrediente alimentar pelo Regulamento de Execução (UE) 2022/188 da Comissão, em que se considera importante o estudo aprofundado deste inseto, pois desta forma haverá informações pertinentes que promoverão a sua apreciação e que enfatizem o seu potencial como fonte de alimento e incentivem mais o seu consumo (Siddiqui et al., 2024). Este inseto foi o terceiro inseto aprovado como novo alimento, depois das larvas de *Tenebrio molitor* (Regulamento de Execução (UE) 2022/169 da Comissão de 8 de fevereiro de 2022) e do gafanhoto migratório (*Locusta migratoria*) (Regulamento de Execução (UE) 2021/1975, de 12 de novembro de 2021), para utilização na forma congelada, seca e em pó. A Direção Geral de Agricultura e Veterinária (DGAV, 2022) deu já permissão à produção, comercialização e utilização na alimentação humana de 6 espécies, designadamente as três anteriores, e as espécies *Alphitobius diaperinus* (Regulamento de Execução (UE) 2023/58 da Comissão de 5 de janeiro de 2023), *Apis mellifera* e *Gryllodes sigillatus*. No entanto, as espécies *Gryllodes sigillatus* e *Alphitobius diaperinus* foram retirados da lista, uma vez que já não está em curso mais nenhum pedido de autorização para colocação no mercado, que se encontre no âmbito das medidas transitórias estipuladas no Artigo 35º do Regulamento 2015/2283. Para obter mais informação sobre

este ponto, recomenda-se a leitura da informação disponível em <https://www.dgav.pt/alimentos/conteudo/generos-alimenticios/garantir-a-seguranca-dos-alimentos/novos-alimentos-2/>.

O inseto *Acheta domesticus* faz parte de hábitos alimentares da maioria da população dos países não europeus, como a Tailândia. No entanto, constata-se que a maior parte dos estudos realizados sobre o *Acheta domesticus* são provenientes de países europeus, evidenciando o interesse da Europa no incentivo da criação e consumo deste produto, surgindo este como uma oportunidade de melhoria para os países, tanto a nível nutricional como a nível económico e ambiental (Ververis et al., 2022).

1.3.3 Vantagens e problemas associados ao consumo de insetos

O consumo de insetos, conhecido como entomofagia, vem ganhando destaque como sendo uma alternativa sustentável e nutritiva na alimentação humana. Para a produção de insetos é necessário menos recursos do que a pecuária tradicional, resultando numa menor pegada de carbono (Olivadese & Dindo, 2023). Assim, os insetos exigem menos terra, podendo ser criados em espaços verticais ou em pequenos espaços ou ainda em áreas urbanas, reduzindo a necessidade de grandes quantidades de terra e ração e, deste modo, a produção de emissões de gases efeito de estufa é menor (Olivadese & Dindo, 2023, FAO, 2021). Além destes pontos, a produção de insetos necessita significativamente de menos água do que a pecuária tradicional (Olivadese & Dindo, 2023). Outras razões para considerar os insetos como uma fonte sustentável de proteína incluem o facto de poderem ser criados durante todo o ano, a maior parte do seu corpo ser comestível, terem elevadas taxas de fecundidade e crescimento, e converterem eficientemente os seus substratos em massa corporal. Há estimativas de que até 80% do corpo de um grilo é comestível, em comparação com 55% de uma galinha e um porco, e 40% de uma vaca (FAO, 2021).

Alguns estudos mostram que os insetos comestíveis são ricos em proteínas, fibra alimentar e ácidos gordos (Fuso et al., 2024). Também são fontes de micronutrientes, como o ferro, zinco, magnésio, manganês, fósforo, selénio e zinco, e vitaminas, como a riboflavina, ácido pantoténico, biotina e, em alguns casos, ácido fólico (Fuso et al., 2024). No entanto, há variações destes nutrientes entre espécies de insetos, dependendo da qualidade dos seus substratos, o estado de desenvolvimento da cultura, fatores ambientais

(FAO, 2021), espécie, forma de criação, sexo e etapa de crescimento (Matos & Castro, 2021; Ramalhosa et al., 2024).

Para além dos fatores nutricionais, está a ser dada muita atenção ao potencial dos insetos comestíveis para diversificar as dietas e melhorar a segurança alimentar em muitas partes do mundo, principalmente onde há escassez de alimentos, contribuindo para o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nr. 2 (ODS 2) (fome zero), ODS 3 (boa saúde e bem-estar) e ODS 12 (consumo e produção responsáveis) (FAO, 2021).

A comercialização de insetos comestíveis, que podem ser capturados na natureza (em alguns países esta situação é permitida, sendo uma prática proibida na União Europeia) ou então produzidos, proporciona novas oportunidades de diversificação económica para as comunidades rurais, especialmente em regiões onde o consumo de insetos é uma prática já estabelecida (Imathiu, 2020). Os insetos apresentam taxas de reprodução superiores às da pecuária tradicional, o que possibilita aos agricultores realizarem várias colheitas ao longo do ano, resultando assim num aumento nos seus lucros, demonstrando possuir vantagens a nível económico (FAO, 2021).

Apesar das vantagens nutricionais, ambientais e económicas relacionadas à produção e consumo de insetos, também se manifestam maiores incentivos para atividades fraudulentas e risco alergénico. O risco alergénico associado a insetos em produtos alimentares pode ocorrer por várias razões, incluindo a presença não declarada de insetos e ingredientes alergénicos. Isso pode resultar de contaminação acidental durante a reprodução ou processamento dos insetos, ou de fraude intencional, como a substituição de farinhas de insetos por farinhas vegetais alergénicas (Fuso et al., 2024). Além disso, diferentes espécies de insetos têm potenciais alergénicos distintos, o que pode afetar pessoas alérgicas especialmente aquelas que possuem alergias a crustáceos, moluscos e ácaros (Gonçalves et al., 2022; Ribeiro, 2017; Ververis et al., 2022), se houver substituições fraudulentas (Fuso et al., 2024).

Para garantir a segurança alimentar e a conformidade regulamentar que inclui a confirmação da origem geográfica dos alimentos para insetos, a verificação da composição de espécies dos produtos à base de insetos e a verificação de que os insetos foram criados sob as condições legalmente especificadas, em vez de terem sido recolhidos na natureza, foram desenvolvidas algumas ferramentas que visam garantir a autenticidade dos insetos comestíveis, podendo estas ser agrupadas em três categorias diferentes,

abrangendo técnicas baseadas em DNA, Métodos de Espectroscopia e abordagens baseadas em Espectrometria de Massa (Fuso et al., 2024).

Os métodos de autenticação de espécies utilizando DNA, como a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), têm sido cruciais para a identificação precisa de insetos na alimentação humana e animal, destacando-se pela elevada especificidade e precisão. Pesquisas relacionadas com insetos evidenciam a flexibilidade dessas técnicas. A amplificação de marcadores de DNA ou sequências de códigos de barras permite uma avaliação rigorosa da autenticidade das espécies. A autenticação de espécies de insetos baseada em Espectrometria de Massa tem tido um destaque pela sua precisão e versatilidade, envolvendo o exame abrangente de uma ampla gama de compostos moleculares em que os alvos não são predefinidos, permitindo a descoberta de marcadores moleculares únicos que podem ajudar na identificação precisa de espécies de insetos. Os métodos de Espectroscopia representam uma abordagem distinta na autenticação de produtos alimentícios, demonstrando a sua utilidade na diferenciação precisa de diversas espécies de insetos (Fuso et al., 2024).

A Tabela 1 elenca algumas das possíveis oportunidades de fraude que acontecem na cadeia de valor dos insetos, bem como os problemas de Segurança Alimentar que potencialmente poderão ser causados, destacando-se principalmente a questão das alergias. Ao observar a tabela referida, constata-se que ainda não existem métodos analíticos para a detecção de todos os tipos de fraudes cometidos, limitando assim a garantia da segurança alimentar.

Tabela 1. Oportunidade de fraudes na cadeia de valor de insetos (Fonte: Fuso et al., 2024).

Fraude	Tipo de fraude	Possível motivação	Suprimento principal envolvido	Problemas de segurança	Técnicas analíticas disponíveis (ferramentas)
Uso não autorizado de espécie (substituição)	Adulteração	Dificuldade na criação de algumas espécies autorizadas, baixa disponibilidade no mercado	Alimento/ração	Alergenicidade	Sim (para apenas algumas espécies)
Uso de insetos não domesticados (selvagens)	Adulteração	Origem geográfica, importação de países terceiros com diferentes quadros regulamentares	Alimento	Alergenicidade/risco microbiológico/contaminantes químicos	Não
Parcial/total substituição por farinha mais barata	Falsificação	Maior lucro devido aos custos de mercado mais elevados da alimentação à base de insetos ou uma falsa imagem de sustentabilidade	Alimento	Alergenicidade	Sim
Quantidade menor do que o declarado	Adulteração	Alto custo da farinha de inseto	Alimento	-	Sim
Uso de substratos não declarados para criação de insetos	Falsificação	Ração de custo zero (desperdício) para criação de insetos	Alimento/ração	Alergenicidade/risco microbiológico/contaminantes químicos	Não
Período de jejum incorreto	Falsificação	Evitar perda de biomassa de insetos	Alimento/ração	Alergenicidade	Não

1.3.4 Produtos comerciais com insetos

Nas próximas décadas há previsão de crescimento dos insetos destinados ao consumo humano, em que estes poderão atingir um volume de produção de mais de 730 000 toneladas até 2030, sendo as barras proteicas e os batidos proteicos, os produtos à base de insetos que deverão sofrer um maior crescimento, por causa dos jovens e da importância que estes atribuem a estes produtos, como fonte de nutrientes e aliados à saúde, bem estar e praticidade (Montanari, 2020).

Os insetos proporcionam uma versatilidade no que diz respeito a produtos que possam ser desenvolvidos, incluindo pão, massa, pizza, produtos de pastelaria, lanches, aperitivos nutritivos, proteicos e energéticos, hambúrgueres e alternativas de carnes e suplementos proteicos, entre outros produtos (IPIFF, 2018).

Em relação às barras nutricionais, as vendas cresceram quase dez vezes na última década, podendo representar uma maneira de incorporar “farinha” de insetos processada devido à sua conveniência de consumo (Lozada-Urbano et al., 2023).

Em Portugal, a “Portugal Bugs®”, que atualmente se designa “CORIAL®”, desenvolve e comercializa uma série de produtos à base de insetos, tais como barras energéticas, chocolates, bolachas e “farinha” de inseto, tendo ainda disponíveis caixas com insetos desidratados temperados com sal, tomate e orégãos, tomilho e pimenta, entre outras opções (Figura 1) (informação disponível em <https://upin.up.pt/pt-pt/content/portugal-bugs-traz-insetos-alimentacao>).



Figura 1. Produtos comerciais com “farinha” de Tenebrio.

Fonte: <https://magg.sapo.pt/comida/artigos/snack-larvas-crocantes-insetos-comestiveis-portugal>

As barras energéticas são elaboradas a partir de ingredientes naturais, estando disponíveis com sabores de chocolate e amêndoa, figo e laranja, maçã e canela, e manteiga de amendoim e mel (Informação disponível em <https://magg.sapo.pt/comida/artigos/snack-larvas-crocantes-insetos-comestiveis-portugal>).

Os snacks *Tasty Mealworms* são insetos desidratados temperados com pimenta caiena ou sal marinho, ricos em proteína e fonte de fibra. Além de serem um snack rápido, prático e nutritivo, podem ser adicionados como toppings em saladas, sopas e massas. Por sua vez, a farinha, feita 100% a partir de *Tenebrio molitor*, é rica em proteína e fonte de fibra e pode ser utilizada para enriquecer receitas de pão, bolachas, bolos, panquecas e batidos (informação disponível em <https://www.jornaldenegocios.pt/empresas/detalhe/snacks-farinha-e-barras-proteicas-continente-ja-vende-alimentos-a-base-de-insetos>).

O produto *Tasty Crickets*, composto por grilos desidratados (*Acheta domestica*), foram elaborados pela Continente Food Lab, com os grilos da Portugal Bugs com acréscimo de temperos como o tomate e orégãos, sal marinho, tomilho e pimenta, podendo este produto ser adicionado a uma variedade de pratos, sendo considerado nutritivo e saudável (informação disponível em <https://labs.continente.pt/food-lab/grilos-desidratados>).

1.3.5 Produção do *Acheta domestica*

Como no presente trabalho se pretende elaborar barras proteicas a partir da farinha de *Acheta domestica*, na presente secção abordar-se-á, em mais pormenor, a criação deste inseto. Esta espécie tem sido domesticada intensivamente, por exemplo, nos Estados Unidos da América, principalmente para utilização em rações para animais de estimação, como isco de pesca e atualmente para a alimentação humana (FAO, 2021).

O *Acheta domestica*, popularmente conhecido por grilo doméstico (Figura 2), pertencente à ordem *Orthoptera*, é rico em proteínas, lípidos, vitaminas e minerais, contendo proteína bruta que varia entre 48,06 e 76,19 g/100 g de peso seco, com uma taxa de digestibilidade proteica de 84 a 92% (Yu et al., 2024).



Figura 2. *Acheta domesticus*.

Fonte: <https://jrunique.com/wp-content/uploads/2018/12/acheta-domesticus-cricket.jpg>

O *Acheta domesticus* é considerado uma espécie totalmente domesticada, cuja criação é simples e não requer alfaias dispendiosas, sendo uma das espécies predominantes de insetos comestíveis criados em massa, preferida pelos criadores de insetos em relação a outras espécies de grilo comestíveis (Pilco-Romero et al., 2023).

Após a eclosão dos ovos, as ninfas desenvolvem-se em ambientes específicos com condições de criação pré-estabelecidas e controladas, que incluem alimentação, temperatura, iluminação e humidade. Os grilos são colhidos quando atingem geralmente dois meses após a eclosão. O método preferencial para a morte dos grilos é a congelação, seguida frequentemente por um processo de fervura, com o objetivo de minimizar a presença de patogénicos, como bactérias, vírus e parasitas. Depois disso, os grilos são desidratados, podendo ser consumidos como insetos secos inteiros ou processados para a obtenção de derivados, como proteínas em pó e concentrados de gordura (Ververis et al., 2022).

Num estudo realizado por Cavalheiro et al. (2023), em que utilizaram “farinha” de grilo em enchidos como substituto da carne, ao caracterizar a “farinha” de grilo utilizada, os investigadores obtiveram a seguinte composição nutricional: proteína (66 g/100 g), gordura (25,5 g/100 g), ácidos gordos saturados (SFA; 8,4 g/100 g), humidade (6,8 g/100 g), fibra (3,5 g/100 g), hidratos de carbono (2 g/100 g) e sal (0,87 g/100 g). O pH da “farinha” de grilo rondou os 6,41 e os parâmetros de cor foram os seguintes: $L^* = 66,79$, $a^* = 3,05$ e $b^* = 14,36$. A forma de abate destes insetos, como por exemplo, o branqueamento (40 s a 100 °C), cozedura a vapor (2 min, 15 s), congelação (2 h 10 min a -20 °C), dióxido de carbono (2 h 7 min a -20 °C), vácuo (1 h 35 min a 25 °C), saco de plástico (3 h 1 min a 25 °C) e dióxido de carbono + branqueamento (40 min de dióxido

de carbono a 25 °C + 40 s de branqueamento) influenciou a composição centesimal da farinha, destacando-se positivamente os métodos que envolveram dióxido de carbono, vácuo e sacos de plástico. De facto, a congelação, o dióxido de carbono, o vácuo e o saco de plástico forneceram um perfil lipídico mais saudável das “farinhas” de grilo. Contudo, dos métodos testados pôde-se constatar que nenhum método teve efeito negativo no produto e a escolha do melhor método deve ser de estratégia baseada em custo-eficiência e disponibilidade de equipamentos (Singh et al., 2020).

1.3.6 Estudos realizados a produtos à base de *Acheta domesticus*

Os estudos realizados destacam o *Acheta domesticus* como uma alternativa exequível para a indústria alimentar, por causa da sua alta composição em proteínas, que pode ultrapassar 70g/100g, e ao seu perfil rico em aminoácidos essenciais e minerais. O processamento deste inseto, incluindo técnicas como moagem ultrafina e cozedura assistida por pressão, evidenciaram melhorar as suas propriedades tecno funcionais, aumentando a eficiência na extração de proteínas e a estabilidade térmica do pó de grilo (Yu et al., 2024). A “farinha” de *Acheta domesticus* tem sido incorporada com sucesso em diferentes formulações alimentares, como em massas e bolachas, oferecendo um aumento na qualidade nutricional, sem comprometer as características sensoriais dos produtos (Bas & El, 2022; Pasini et al., 2022).

A segurança alimentar do *Acheta domesticus* foi analisada e, embora não seja detetada grandes preocupações, são necessárias precauções em relação às populações alérgicas, visto que as suas proteínas podem provocar reações alérgicas cruzadas (Ververis et al., 2022). A presença de amins biogénicas, como a histamina, é igualmente essencial para garantir a segurança alimentar nas diferentes condições de armazenamento (Chumjai et al., 2023). Além disso, as propriedades funcionais da “farinha” de grilo, como a formação de géis e emulsões, intensificam o seu potencial em produtos processados, destacando a sua versatilidade e potencialidade no uso (Pilco-Romero et al., 2023).

O aumento do número de indústrias de insetos comestíveis sugere uma tendência promissora, onde os grilos e a sua “farinha” se destacam como ingredientes valiosos e sustentáveis, havendo um enorme interesse na transformação de subprodutos em novas aplicações comerciais. Em forma de síntese, o *Acheta domesticus* representa uma solução alimentar viável, nutritiva e amplamente aplicável em indústrias, embora questões

relacionadas à Segurança Alimentar e ao processamento devam ser cuidadosamente consideradas para otimizar o seu uso na indústria alimentar, e ser fornecido à população um produto seguro e de qualidade (Brena-Melendez et al., 2024).

A Tabela 2 elenca alguns dos produtos desenvolvidos nos estudos até agora realizados a envolver esta espécie, bem como os ingredientes utilizados, a percentagem de inseto incorporada e os parâmetros analisados, em que se destaca a análise de proteínas em todos eles.

Tabela 2. Estudos realizados a produtos à base de *Acheta domesticus*.

Produto	Estudo	Ingredientes	% de insetos utilizados	Parâmetros analisados	Autor
“Farinha” de grilo	Efeitos da moagem ultrafina na composição nutricional, físico-química e proteica	-	-	Grau da moagem superfina, proteína, perfil total de aminoácidos, cinzas, humidade, atividade da água, absorção de óleo, densidade em massa (ρ -bulk), densidade após pancada (ρ -tap), ângulo de repouso, deslizamento e fluidez, cor, análise termo gravimétrica, e difração de raios X.	Yu et al. (2024)
“Farinha”	Caracterização da proteína em pós de insetos de grilo (<i>Acheta domesticus</i>), gafanhoto (<i>Locusta migratoria</i>) e pupas de bicho-da-seda (<i>Bombyx mori</i>).	-	-	Teor de humidade, proteína bruta, lípidos, cinzas, perfil de aminoácidos, solubilidade proteica em função do pH e padrão eletroforético da proteína.	Brogan et al. (2021)
“Farinhas” de larvas e suas frações derivadas pós-separação mecânica	Novos ingredientes alimentares: Avaliação das condições de processamento comercial nas propriedades nutricionais e tecnológicas do grilo comestível (<i>Acheta domesticus</i>) e suas partes derivadas	-	-	Teor de humidade, cinzas, gordura total, proteína bruta total, fibra, capacidade de retenção de água e óleo, capacidade de formação de espuma, atividade emulsionante, solubilidade, pH e cor.	Brena-Melendez et al. (2024)
Grilos não secos (crus, congelados, cozidos, autoclavados) Grilos secos (inteiros ou em pó)	Uma revisão sistemática da composição nutricional, perfil microbiológico e toxicológico	-	-	Proteína bruta, gordura bruta, hidratos de carbono, fibra, teor de humidade, vitaminas, minerais e antinutrientes. Contagens aeróbias totais, <i>Salmonella</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Bacillus cereus</i> , Estafilococos coagulase positiva, Enterobactérias, bactérias lácticas, leveduras e bolores.	Ververis et al. (2022)

Grilos comestíveis	Fatores que afetam os níveis de histamina em grilos comestíveis: Implicações para a gestão pós-colheita e produção de grilos de criação.	-	-	Histamina	Chumjai et al. (2023)
Grilos	Efeito de diferentes métodos de abate nas características físico-químicas, características nutricionais, digestibilidade <i>in vitro</i> em humanos e estabilidade oxidativa durante o armazenamento do grilo doméstico (<i>Acheta domestica</i> L.)	-	-	pH, índice de escurecimento, oxidação proteica, atividade antioxidante, matéria seca, proteína bruta, cinzas, matéria orgânica, índices de peroxidabilidade lipídica, digestibilidade e teste de armazenamento (estabilidade oxidativa).	Singh et al. (2020)
Salsichas	“Farinha” de <i>Acheta domestica</i> , como substituto da carne em enchidos: características nutricionais, tecnológicas, estruturais e sensoriais	“Farinha” de grilo, toucinho de porco, água/gelo, cloreto de sódio, temperos, tripolifosfato de sódio e nitrito de sódio.	2,5%, 5% e 7,5%	Teor de humidade, cinzas, proteína, gordura, minerais (Zn, Mg, K, Na, Ca, Mn), teor de aminoácidos, perda por processamento, pH, cor, textura e características estruturais.	Cavalheiro et al. (2023)
Panquecas	Avaliação das características tecnológicas e composicionais de pancakes fortificadas com <i>Acheta domestica</i>	“Farinha” de grilo, farinha de trigo, sal, açúcar, fermento, ovos, água	10%, 20% e 30%	Cinzas, lípidos, fibra total solúvel e insolúvel, densidade, diâmetro, espessura, capacidade de absorção de água e índice de solubilidade em água, textura, análise da imagem e cor.	Bruttomesso et al. (2024)
Massas	Potencialidade das frações proteicas do <i>Acheta domestica</i> e <i>Tenebrio molitor</i> para formulação de massas	Sêmola de trigo, larvas secas e água	14%	Matéria seca, proteínas, aminoácidos, lípidos, fibra, cinza, cor, qualidade de cozedura e textura.	Pasini et al. (2022)
Biscoitos	Avaliação da alergenicidade do <i>Acheta domestica</i> em termos de processamento térmico e gastrointestinal e reatividade cruzada de IgE com camarão	“Farinha” de grilo, farinha de trigo, margarina, açúcar, fermento em pó e água	10%	Proteínas, peptídeos, tropomiosina, digestão gastrointestinal simulada e imunoreatividade.	De Marchi et al. (2021)

Biscoitos	Avaliação nutricional de biscoitos enriquecidos com “farinha” de grilo (<i>Acheta domesticus</i>)	“Farinha” de grilo, farinha de trigo, açúcar, óleo de girassol, leite, margarina, fermento em pó, cacau e baunilha.	10%, 15% e 20%	% de perda de peso, razão de dispersão, dureza, humidade, cinzas, lípidos totais, proteínas, hidratos de carbono, amido, fibra, HMF, furfural e acrilamida.	Bas & El (2022)
Pão	Grilos (<i>Acheta domesticus</i>) como ingrediente no Pão de Trigo: Influência na Qualidade e Características de Segurança do Pão.	“Farinha” de grilo, farinha de trigo, sal, fermento e água.	10%, 20% e 30%	Volume específico, coeficiente do formato do pão, perda da massa pós cozimento, dureza, teor de humidade, pH, cor, contagens viáveis de bactérias ácido lácticas.	Bartkiene et al. (2023)

2. Material e Métodos

2.1. Enquadramento experimental

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa dos tipos de barras de cereais existente nos mercados locais, para verificar os disponíveis, bem como analisar a sua composição em nutrientes e ingredientes. A proposta inicial foi fomentar a utilização de ingredientes característicos da região ou nacionais, como o figo, o mel e as amêndoas, visando promover a sua valorização e enaltecer os produtos nacionais. O perfil nutricional foi sempre tido em consideração, pois o objetivo foi desenvolver uma barra energética rica em proteína e fibras, que pudesse promover uma nutrição adequada e energia suficiente aos consumidores.

Numa primeira fase foram elaboradas diferentes formulações, com ingredientes e proporções variados para identificar o seu efeito em características como o sabor, cor, aroma, textura geral e textura na boca. Dentre essas formulações foram selecionadas as melhores opções, tendo em conta as preferências de um pequeno grupo de provadores (10 indivíduos) em relação às características mencionadas, tendo sido as percentagens dos ingredientes adaptadas conforme os resultados obtidos nas experiências realizadas. Destas experiências prévias, escolheram-se 4 formulações, as quais foram caracterizadas físico-química e sensorialmente, tendo este último ensaio envolvido 50 provadores não treinados. Após a seleção da formulação preferida por parte do painel de provadores, foi realizado um segundo ensaio, em que o objetivo foi a incorporação da “farinha” de grilo em duas proporções distintas. As novas formulações, incluindo o controlo sem “farinha” de grilo, foram novamente caracterizadas físico-química e sensorialmente.

2.1.1. Parte experimental I - Elaboração de barras energéticas sem a “farinha” de inseto (ensaio prévio)

Com o objetivo de selecionar os melhores ingredientes a incluir em futuras barras energéticas com “farinha” de inseto, foi realizada a primeira parte experimental deste estudo, onde se elaboraram barras energéticas sem “farinha” de inseto para testar a preferência dos provadores relativamente aos ingredientes a incluir. Nesta etapa elaboraram-se quatro formulações de barras energéticas, de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 3, utilizando-se como ingredientes: pasta de figo, sementes de

sésamo, amêndoa laminada, manteiga de amêndoa, quinoa, mel Serra Rosmaninho e farinha de amêndoa.

Para a preparação das barras com aproximadamente 35g/unidade, todos os ingredientes foram envolvidos em simultâneo num recipiente até que a massa adquirisse uma consistência agregadora. Após esta etapa, a massa foi transferida para moldes com formato de barras e em seguida levadas ao forno pré aquecido, a 180 °C durante 15-20 minutos. No final da cozedura, as barras foram arrefecidas e armazenadas para a posterior utilização na análise sensorial e nos estudos subsequentes (Figura 3).

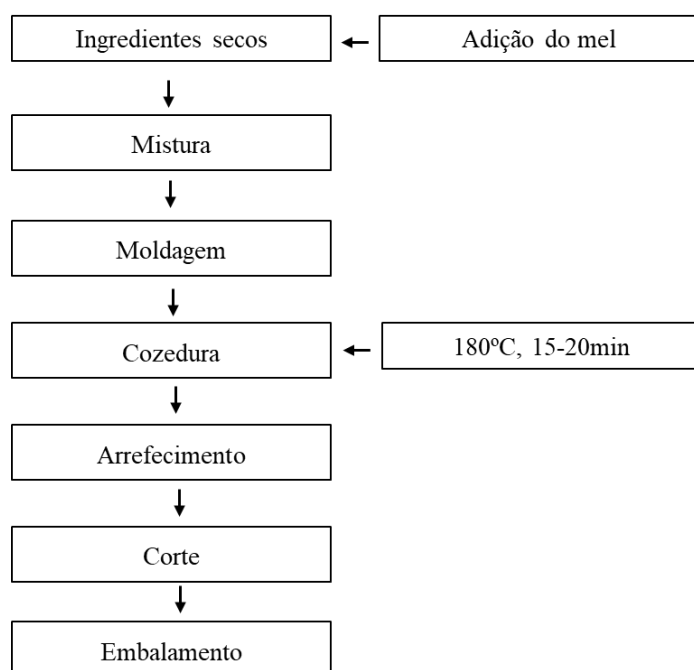


Figura 3. Fluxograma do processo de produção das barras energéticas e proteicas.

A Tabela 3 descreve os ingredientes e as proporções utilizadas durante o primeiro ensaio. Para além disso, encontram-se descritas informações da estimativa do valor nutricional, incluindo a valor energético, lípidos, hidratos de carbono, proteína e fibra, tendo sido retiradas estas informações dos rótulos das embalagens de cada um dos ingredientes utilizados. Esta estimativa teve como objetivo fornecer uma ideia da composição das barras antes mesmo da sua elaboração, uma vez que o objetivo era fornecer uma barra proteica. Para que um produto seja considerado fonte de proteína, o valor energético deste constituinte tem de ser igual ou superior a 12% do valor energético total.

Tabela 3. Composição das formulações do primeiro ensaio e estimativa do valor nutricional por 100 g de produto final.

	Ingredientes (%)	Energia (Kcal)	Lípidos (g)	Hidratos de carbono (g)	Fibra (g)	Proteína (g)
Formulação 1	Pasta de figo 20%	54,0	0,12	11,66	2,2	0,46
	Quinoa 30%	46,8	1,17	7,2	0,9	1,44
	Farinha amêndoa	248,8	21,6	1,8	3,2	10
	Pingo Doce 40%					
	Mel Serra Rosmaninho 10%	32,8	0	8,2	0	0
	TOTAL	382,4	22,9	28,9	6,3	11,9
Formulação 2	Pasta de figo 20%	54,0	0,12	11,66	2,2	0,46
	Quinoa 30%	46,8	1,17	7,2	0,9	1,44
	Manteiga amêndoa Go Active 40%	256,8	22,0	2,72	3,08	10,4
	Mel Serra Rosmaninho 10%	32,8	0	8,2	0	0
	TOTAL	390,4	23,3	29,8	6,2	12,3
Formulação 3	Pasta de figo 20%	54,0	0,12	11,66	2,2	0,46
	Sementes sésamo 30%	186,0	16,5	1,92	1,65	6,63
	Manteiga amêndoa Go Active 40%	256,8	22,0	2,72	3,08	10,4
	Mel Serra Rosmaninho 10%	32,8	0	8,2	0	0
	TOTAL	529,6	38,6	24,5	6,9	17,5
Formulação 4	Pasta de figo 20%	54,0	0,12	11,66	2,2	0,46
	Sementes sésamo 30%	186,0	16,5	1,92	1,65	6,63
	Farinha de amêndoa 40%	248,8	21,6	1,8	3,2	10,0
	Mel Serra Rosmaninho 10%	32,8	0	8,2	0	0
	TOTAL	521,6	38,2	23,6	7,0	17,1

Formulação 1: Energia proveniente da proteína = 47,6 kcal, % de Energia proveniente de proteína = 12,4

Formulação 2: Energia proveniente da proteína = 49,2 kcal, % de Energia proveniente de proteína = 12,6;

Formulação 3: Energia proveniente da proteína = 70,0 kcal, % de Energia proveniente de proteína = 13,2;

Formulação 4: Energia proveniente da proteína = 68,4 kcal, % de Energia proveniente de proteína = 13,1.

Verificou-se que, em termos teóricos, as quatro formulações preparadas poderiam ser, no futuro, consideradas como fonte de proteína, uma vez que todas apresentaram uma percentagem de valor energético proveniente da proteína como sendo superior a 12%.

Estas formulações foram provadas por um grupo restrito de provadores (10 pessoas) que indicaram que as barras com sementes de sésamo foram preferidas face às de quinoa. Assim, num segundo ensaio, optou-se por continuar com estas sementes, tendo, contudo, sido reduzida a sua percentagem para se também incorporar amêndoas laminadas, uma vez que foi uma sugestão dada pelos provadores de modo a melhorar a crocância do produto.

Na Tabela 4 estão indicados os ingredientes utilizados no segundo ensaio.

Tabela 4: Composição das formulações do segundo ensaio e estimativa do valor nutricional.

	Ingredientes (%)	Energia (Kcal)	Lípidos (g)	Hidratos de carbono (g)	Fibra (g)	Proteína (g)
Formulação 1	Pasta de figo 30%	81,0	0,18	17,49	3,3	0,69
	Sementes sésamo 15%	93,0	8,25	0,96	0,825	3,315
	Amêndoa laminada 15%	93,3	8,1	0,675	1,2	3,75
	Manteiga amêndoa Go Active 30%	192,6	16,5	2,04	2,31	7,8
	Mel Serra Rosmaninho 10%	32,8	0	8,2	0	0
	TOTAL	492,7	33,0	29,4	7,6	15,6
Formulação 2	Pasta de figo 30%	81,0	0,18	17,49	3,3	0,69
	Sementes sésamo 15%	93,0	8,25	0,96	0,825	3,315
	Amêndoa laminada 15%	93,3	8,1	0,675	1,2	3,75
	Farinha de amêndoa 30%	186,6	16,2	1,35	2,4	7,5
	Mel Serra Rosmaninho 10%	0	0	8,2	0	0
	TOTAL	453,9	32,7	28,7	7,7	15,2

Formulação 1: Energia proveniente da proteína = 62,4 kcal, % de Energia proveniente de proteína = 12,7;

Formulação 2: Energia proveniente da proteína = 60,8 kcal, % de Energia proveniente de proteína = 13,4.

Estas duas formulações foram bem aceites pelo grupo restrito de provadores. No entanto, como a crocância é um fator valorizado pelos consumidores, decidiu-se ainda, elaborar quatro formulações, nas quais foram incluídos flocos de trigo e arroz puf (arroz tufado).

Na Tabela 5 encontram-se descritas as quatro formulações desenvolvidas, a incluir estes dois novos ingredientes.

Tabela 5. Composição das formulações do terceiro ensaio e estimativa do valor nutricional.

	Ingredientes %	Energia (Kcal)	Lípidos (g)	Hidratos de carbono (g)	Fibra (g)	Proteína (g)
Formulação 1	Pasta de figo 30%	81,0	0,18	17,49	3,3	0,69
	Flocos de trigo 7%	25,2	0,168	4,69	5,11	0,98
	Sementes sésamo 8%	49,6	4,4	0,512	0,44	1,768
	Amêndoa laminada 15%	93,3	8,1	0,675	1,2	3,75
	Manteiga amêndoa Go Active 30%	192,6	16,5	2,04	2,31	7,8
	Mel Serra Rosmaninho 10%	32,8	0	8,2	0	0
	TOTAL	474,5	29,3	33,6	12,4	15,0
Formulação 2	Pasta de figo 30%	81,0	0,18	17,49	3,3	0,69
	Flocos de trigo 7%	25,2	0,168	4,69	5,11	0,98
	Sementes sésamo 8%	49,6	4,4	0,512	0,44	1,768
	Amêndoa laminada 15%	93,3	8,1	0,675	1,2	3,75
	Farinha de amêndoa 30%	186,6	16,2	1,35	2,4	7,5
	Mel Serra Rosmaninho 10%	0	0	8,2	0	0
	Total	435,7	29,0	32,9	12,4	14,7
Formulação 3	Pasta de figo 30%	81,0	0,18	17,49	3,3	0,69
	Arroz Puff 7%	26,32	0,175	5,46	0,175	0,63
	Sementes sésamo 8%	49,6	4,4	0,512	0,44	1,768
	Amêndoa laminada 15%	93,3	8,1	0,675	1,2	3,75
	Manteiga amêndoa Go Active 30%	192,6	16,5	2,04	2,31	7,8
	Mel Serra Rosmaninho 10%	32,8	0	8,2	0	0
	TOTAL	474,5	29,3	33,6	12,4	15,0
Formulação 4	Pasta de figo 30%	81,0	0,18	17,49	3,3	0,69
	Arroz Puff 7%	26,32	0,175	5,46	0,175	0,63
	Sementes sésamo 8%	49,6	4,4	0,512	0,44	1,768
	Amêndoa laminada 15%	93,3	8,1	0,675	1,2	3,75
	Farinha de amêndoa 30%	186,6	16,2	1,35	2,4	7,5
	Mel Serra Rosmaninho 10%	0	0	8,2	0	0
	TOTAL	436,8	29,0	33,7	7,5	14,3

Formulação 1: Energia proveniente da proteína = 60,0 kcal, % de Energia proveniente de proteína = 12,6;

Formulação 2: Energia proveniente da proteína = 58,8 kcal, % de Energia proveniente de proteína = 13,5;

Formulação 3: Energia proveniente da proteína = 60,0 kcal, % de Energia proveniente de proteína = 12,6;

Formulação 4: Energia proveniente da proteína = 57,2 kcal, % de Energia proveniente de proteína = 13,1.

Devido ao facto, dos provadores terem preferido o arroz puff face aos flocos de trigo, optou-se por elaborar em maior quantidade as Formulações 1 e 2 do Segundo Ensaio e as Formulações 3 e 4 do Terceiro Ensaio para analisar em termos físico-químicos e sensoriais, envolvendo um maior número de provadores (50 consumidores). A formulação preferida (resultados a apresentar posteriormente) foi a Formulação 3, a qual inclui na sua constituição pasta de figo (30%), arroz puff (7%), sementes de sésamo (8%), amêndoa laminada (15%), manteiga de amêndoa (30%) e mel (10%).

2.1.2. Parte experimental II - Elaboração de barras energéticas com “farinha” de inseto

Nesta etapa do trabalho elaboraram-se barras proteicas com “farinha” de inseto fornecida pela empresa Sustainabug®. Esta “farinha” é considerada inteira de acordo com a informação fornecida pela empresa, isto é, não sujeita ao processo de desengorduramento. Este processo de desengorduramento ainda não foi autorizado pela UE para colocação da “farinha” de inseto no mercado para alimentação humana. Ainda de acordo com as informações fornecidas, a desidratação da “farinha” foi feita em forno micro-ondas industrial e a moagem em moinho de lâminas. No final, o teor de humidade era de 5-8%.

2.1.2.1. Composição nutricional

A Tabela 6 descreve a composição nutricional da “farinha” de grilo fornecida pela empresa. Destaca-se o elevado teor de proteína (63,7 g/100g) desta “farinha”.

Tabela 6. Composição nutricional da “farinha” de *Acheta domesticus* fornecida pela empresa.

Parâmetros	Unidades	Valor
Proteína	g/100g	63,7±1,9
Fibra alimentar	g/100g	6,9±1,7
Açúcares totais após inversão	g/100g	1,2±0,2
Cinzas	g/100g	4,04±0,24
Gordura	g/100g	18,4
Valor energético	Kcal/100g	456
	K/100g	1906
Hidratos de carbono	g/100g	1,2
Humidade	%	8,6±0,6
Ácidos gordos saturados totais	g/100g	8,3±1,1
Sódio	g/100g	0,23±0,05
Cloreto de sódio	g/100g	0,58±0,13
Vitamina A	µg/100g	47,5±7,1
Vitamina D3	µg/100g	2,24±0,83
Vitamina B12	µg/100g	15,8±3,2
Cálcio	mg/100g	162
Magnésio	mg/100g	97,9
Ferro	mg/100g	6,46
Zinco	mg/100g	19,8

Fonte: Sustainabug®, 2024

2.1.2.2. Presença de alergénios

De acordo com a informação do fabricante da “farinha” utilizada no presente estudo, esta “farinha” pode conter alergénios e vestígios de cereais que contêm glúten (trigo, aveia, cevada) que podem causar reações alérgicas e/ou intolerância alimentar (Tabela 7). Acresce que o produto foi processado numa instalação que processa soja, sendo mais um motivo para o alerta da possibilidade de vestígios alérgénicos. A reatividade cruzada também é possível para pessoas alérgicas a crustáceos, moluscos e ácaros do pó (Sustainabug®, 2024).

Tabela 7. Possíveis alergénios na farinha de *Acheta domesticus*.

Alergénio	Sim	Pode conter	Não
Glúten		x	
Soja e os seus produtos		x	
Nozes e os seus produtos (amêndoa, avelã, noz, caju, pecã, castanha-do-pará, macadâmia, pistácio)			x
Amendoins e os seus produtos			x
Mostarda e os seus produtos			x
Lupino e os seus produtos			x
Sementes de sésamo e os seus produtos			x
Aipo			x
Ovos e produtos à base de ovos			x
Leite e produtos lácteos			x
Peixe e produtos de peixe			x
Moluscos, crustáceos e os seus produtos			x
Dióxido de enxofre e sulfitos			x

Fonte: Sustainabug ®, 2024

2.1.2.3. Análise microbiológica

Os resultados da análise microbiológica da “farinha” de inseto (valores fornecidos pela empresa) encontram-se descritos na Tabela 8 e os valores encontrados estão dentro do limite estabelecido legalmente (Regulamento da Comissão (CE) nº 2073/2005, de 15 de novembro de 2005, na sua versão alterada), garantindo uma maior segurança na utilização e no consumo deste produto.

Tabela 8. Resultado da análise microbiológica da “farinha” de *Acheta domesticus*.

Análises	Valor	Limite
<i>Bacillus cereus</i> ¹⁾ PN	UFC/g <1,0x10 ¹	UFC/g <1,0x10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i> coagulase +	UFC/g <1,0x10 ¹	UFC/g <1,0x10 ²
<i>Escherichia coli</i> positiva para beta glucuronidase ¹⁾	UFC/g <1,0x10 ¹	UFC/g <5x10 ²
Bactérias anaeróbias mesofílicas ¹⁾	UFC/g <1,0x10 ¹	UFC/g <5x10 ⁵
Leveduras e bolores	UFC/g <1,0x10 ¹	UFC/g <1,0x10 ²
<i>Coronobacter</i> spp.	Não detetado em 10g	Não detetado em 10g
<i>Listeria monocytogenes</i> em 25g ¹⁾	Não detetado em 25g	Não detetado em 25g
<i>Salmonella</i> spp. ¹⁾	Não detetado em 25g	Não detetado em 25g

¹⁾ Regulamento da Comissão (CE) nº 2073/2005, de 15 de novembro de 2005, na sua versão alterada, sobre critérios microbiológicos para alimentos.

Fonte: Sustainabug ®, 2024

De acordo com os resultados da análise sensorial do Ensaio Prévio relativo às formulações das barras sem a “farinha” de inseto, foi escolhida a Formulação 3 para se proceder à incorporação da “farinha” de *Acheta domesticus*, uma vez que foi a preferida da maioria dos participantes (38%).

A elaboração destas barras seguiu os mesmos requisitos e o mesmo fluxograma descrito na Figura 3. No entanto, houve a incorporação de 5% e 10% da “farinha” de grilo. Na Tabela 9 encontra-se descrito a composição em quantidade de ingredientes e suas percentagens na composição das barras (valores descritos por cada 200 g de formulação).

Tabela 9. Composição das formulações das barras às quais foi adicionada "farinha" de *Acheta domesticus*.

Ingredientes %	Controlo		5% inseto		10% inseto	
	%	Quant. (g)	%	Quant. (g)	%	Quant. (g)
Pasta de figo	30	60	28,50	57	27	54
Arroz Puff	7	14	6,65	13,3	6,30	12,6
Sementes de sésamo	8	16	7,60	15,2	7,20	14,4
Amêndoa laminada	15	30	14,25	28,5	13,50	27
Manteiga amêndoa	30	60	28,50	57	27	54
Mel	10	20	9,50	19	9	18
"Farinha" de inseto	-	-	5	10	10	20
Total	100	200	100	200	100	200

2.2 Parâmetros Analíticos

Nesta secção descrevem-se os métodos analíticos aplicados às diferentes formulações de barras energéticas e proteicas elaboradas durante a realização deste trabalho.

2.2.1 Físico-químicos

2.2.1.1 Cor

O parâmetro cor foi avaliado com recurso a um colorímetro portátil, tanto nas formulações das barras sem “farinha” de inseto, bem como nas que continham a “farinha” de *Acheta domesticus*. Foi utilizado um colorímetro Minolta CR-400 (Osaka, Japão), o qual foi previamente calibrado com uma superfície branca, obtendo-se as coordenadas da

cor no sistema CIELAB. Neste sistema, o valor de L^* representa a luminosidade, em que quanto maior o seu valor, mais clara é a amostra analisada, correspondendo o valor 0 ao preto e o 100 ao branco. O parâmetro a^* corresponde à variação da gama de cor entre vermelho (+) e verde (-) e o b^* corresponde à gama entre amarelo (+) e azul (-). Também foram avaliados os parâmetros croma (C^*), o qual avalia a intensidade ou pureza da cor, e a tonalidade (h) relativa à cor propriamente dita.

2.2.1.2 Atividade da água

Para medir a atividade da água (a_w), as amostras foram inicialmente trituradas para garantir a homogeneidade e depois colocadas em caixas plásticas redondas próprias do equipamento. De seguida, as amostras foram colocadas destapadas no medidor de atividade da água (Novasina, LabSwift-aw, Lachen, Suíça), previamente calibrado com o padrão, solução saturada de NaBr a 58%. A análise foi feita em triplicado para uma maior precisão dos resultados.

2.2.1.3 Teores de humidade

Para determinar o teor de humidade nas amostras, primeiramente fez-se a calcinação dos cadinhos de porcelana a aproximadamente 550 °C, uma vez que os mesmos foram usados para se determinar as cinzas posteriormente. Após este processo, pesou-se aproximadamente duas gramas de cada amostra para os cadinhos.

Os cadinhos com as amostras foram submetidos a uma temperatura de secagem de 105 °C em uma estufa de convecção natural (Memmert Basic UNB 100-500, Rosentritt, Eslováquia), sendo pesados em intervalos regulares até se alcançar peso constante (Figura 4), conforme descrito no método AOAC 925.40 (AOAC, 1995). A análise foi realizada em triplicado e os resultados foram expressos em % de peso fresco (p.f.).



Figura 4. Determinação do teor de humidade das amostras.

2.2.1.4 pH

A determinação de pH foi realizada em triplicado no medidor de pH de bancada (Hanna Instruments, HI8417), previamente calibrado com soluções tampão com valores de pH de 4,00 e 7,00. O processo da preparação das amostras incluiu a fervura prévia de água destilada. As amostras das barras foram colocadas em copos de 25 mL e misturadas com a água fervida previamente arrefecida, numa proporção de 1:1 (10 gramas de amostra para 10 mL de água). Após isso procedeu-se à medição do pH (Figura 5).



Figura 5. Determinação do pH das amostras.

2.2.1.5 Cinzas

O teor de cinzas das barras foi determinado, utilizando os mesmos cadinhos do teor de humidade, por incineração em mufla (Lenton Thermal designs LTD, Hope Valley, Reino Unido), à temperatura de 550 °C, durante 2 horas ou até se obterem cinzas brancas, utilizando o método AOAC 925.40 (AOAC,1995). A análise foi realizada em triplicado e os resultados foram expressos em % de peso seco (p.s.) e fresco (p.f.).

2.2.1.6 Minerais

Os metais foram determinados a partir das cinzas. As cinzas foram previamente pesadas e transferidas para um balão volumétrico de 50 mL. Posteriormente, adicionou-se ácido

nítrico (HNO_3) a 1,5% (v/v) e submeteu-se a mistura a ultrassons por 5 minutos para garantir a homogeneização completa. Em seguida, completou-se o volume do balão com ácido nítrico e agitou-se a solução. Após essa etapa, transferiu-se a solução para um copo e filtrou-se para tubos de Falcon utilizando um filtro de Nylon de porosidade 0,2 μm . Por fim, analisaram-se os elementos de acordo com as recomendações do fabricante do espectrofotômetro de Absorção Atômica (Perkin Elmer). Especificamente, determinaram-se os teores de potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) por espectrofotometria de emissão atômica (K e Na) e espectrofotometria de absorção atômica (restantes metais), utilizando curvas padrão para cada um dos metais. A análise foi realizada em triplicado e os resultados foram expressos em % de peso seco (p.s.).

2.2.1.7 Proteína

O teor de proteína das barras proteicas desenvolvidas foi determinado em triplicado pelo método de Kjeldahl. Pesou-se aproximadamente 0,500 g de amostra das barras para tubos de digestão. Em seguida, adicionaram-se 2 pastilhas do catalisador metálico (4,99 g de K_2SO_4 e 0,005 g de selênio) para acelerar a reação e 15 mL de ácido sulfúrico puro. Transferiram-se os tubos para um bloco digestor, tendo os tubos permanecidos a 400 °C durante 70 minutos. Após digestão, os tubos foram arrefecidos e colocados no destilador de azoto, o qual realiza automaticamente a destilação e a titulação, tendo-se previamente diluído a amostra com 25 mL de água destilada. A solução foi tornada alcalina pela adição de NaOH a 40% (m/v) para converter o $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ formado na digestão em NH_3 , sendo a solução recolhida após a destilação a vapor em uma quantidade específica de H_3BO_3 a 0,5%. A fase de titulação envolveu a adição de HCl (solução padronizada) até que se observasse a mudança de cor do indicador, e a quantidade de proteína foi determinada multiplicando o valor obtido de azoto fornecido pelo equipamento pelo fator de conversão de 6,25, para transformar o teor de azoto total em teor total de proteínas. A análise foi realizada em triplicado e os resultados foram expressos em % de peso seco (p.s.) e fresco (p.f.).

2.2.1.8 Gordura total

O teor de gordura foi determinado em triplicado, através de uma extração de Soxhlet, utilizando éter de petróleo com di-*terc*-butil metil fenol (BHT) 0,01% (m/v), como

solvente de extração. Pesaram-se aproximadamente 5 g das amostras de barras de cereal triturados para cartuchos de papel de filtro com um pouco de algodão no fundo e na parte superior. Os balões de extração de cada formulação também foram previamente secos a 105 °C e pesados. Posteriormente, os cartuchos foram colocados nos extratores do Soxhlet, tendo-se procedido à extração da gordura durante 8 horas. Após a extração, o balão de extração foi colocado num evaporador rotativo (Heidolph, Schwabach, Alemanha) para retirar o solvente de extração (Figura 6). Em seguida, os balões foram colocados na estufa a 30 °C durante 30 min para evaporar algum solvente residual que ainda pudesse existir. Após arrefecimento em exsiccador, o balão, contendo a gordura extraída, foi pesado e o teor de gordura bruta calculado através da diferença de peso. A análise foi realizada em triplicado e os resultados foram expressos em % de peso seco (p.s.) e fresco (p.f.).



Figura 6. Extração de gordura através do Soxhlet e evaporação do solvente.

2.2.1.9 Perfil de ácidos gordos

A amostra de gordura para a determinação dos ácidos gordos foi a obtida através da extração por Soxhlet (secção anterior). A determinação dos ácidos gordos existentes nas amostras preparadas foi realizada através de cromatografia gasosa (GC). Inicialmente realizou-se uma derivatização alcalina, seguida de Cromatografia Gasosa (GC) e deteção por ionização de chama (FID). A 0,1 g de gordura foram adicionados 2 mL de *n*-heptano e 200 µL de KOH (2 mol/L em metanol). Agitou-se a mistura durante cerca de 30 segundos e deixou-se em repouso até que a parte superior ficasse transparente, ou seja até existir a separação das fases. Posteriormente, fez-se a filtração da solução, usando-se filtros de seringa de Nylon 0,2 µm e transferiram-se cerca de 500 µL da fase orgânica para tubos de vidro âmbar rolhados (Figura 7). No final, procedeu-se à sua análise por

GC-FID, tendo sido utilizado um autosampler Chrompack CP-9050, um cromatógrafo Chrompack CP 9001, um injetor split-splitless, e um detetor de ionização de chama (FID). A coluna capilar consistiu numa coluna de sílica Select FAME (50 m × 0,25 mm i.d.; Varian, Palo Alto, CA, USA). O gás utilizado foi hélio à pressão interna de 140 kPa. A temperatura do detetor foi de 270 °C, enquanto o injetor foi mantido a 250 °C. Foi utilizado um split de 1:50, tendo sido injetado 1 µL. Os resultados foram expressos em percentagem relativa de cada ácido gordo, calculado pela normalização interna da área do pico cromatográfico da amostra com uma mistura padrão de 37 ésteres metílicos de ácidos gordos (Supelco-37 FAME Mix).



Figura 7. Preparação de amostras para determinação do perfil de ácidos gordos.

2.2.1.10 Fibra dietética total

A amostra para a determinação da fibra dietética total foi primeiramente desengordurada, triturada e passada por um peneiro 0,3-0,5 mm. De seguida, pesou-se aproximadamente 1 g de amostra em duplicado, de acordo com o método analítico utilizado, na balança analítica para copos de 250 mL, não diferenciando os duplicados mais de 0,02 g. Em seguida, adicionaram-se 50 mL de tampão fosfato (pH 6,0). O pH da amostra deveria estar a $6,0 \pm 0,1$, caso contrário, era necessário realizar o ajuste. A seguir, adicionaram-se 50 µL da enzima α -amilase, tendo os copos sido tapados com folha de alumínio e inseridos num banho com água a ferver. Os copos foram mantidos à temperatura de 98°C-100°C, durante 30 minutos e agitou-se suavemente a cada 5 minutos. Arrefeceram-se as soluções à temperatura ambiente e ajustou-se o pH das amostras a um pH de $7,5 \pm 0,1$, adicionando aproximadamente 10 mL de NaOH a 0,275 N.

Após esta etapa, adicionaram-se 100 µL de protease, taparam-se os copos com papel de alumínio e incubaram-se a 60 °C, com agitação contínua durante 30 minutos.

Arrefeceram-se as amostras e adicionaram-se 10 mL de HCl 0,325N para ajustar o pH a $4,5 \pm 0,2$. Adicionaram-se 200 μ L de amiloglucosidase e taparam-se as amostras com papel de alumínio e incubaram-se durante 30 minutos, com agitação. Adicionaram-se 50 mL de etanol a 95% pré-aquecido a 60 °C. Deixou-se precipitar à temperatura ambiente por 60 minutos.

Em simultâneo, pesaram-se os cadinhos com Celite, molharam-se os mesmos e procedeu-se à distribuição da Celite no cadinho utilizando um esguicho com etanol a 78%. Aplicou-se sucção para aderir a Celite à fibra de vidro do cadinho. Manteve-se a sucção e transferiu-se todo o precipitado da digestão enzimática (procedimento descrito no parágrafo anterior) para o cadinho. Lavou-se o resíduo com 3 porções de 20 mL de etanol a 78%, em seguida com 2 porções de 10 mL de etanol a 95% e depois com 2 porções de 10 mL de acetona. Colocaram-se os cadinhos na estufa a 105 °C, até o peso ter estabilizado. Arrefeceram-se os cadinhos no exsiccador e foi subtraído o peso do cadinho e da Celite para determinar o peso do resíduo, no qual o resíduo de um dos duplicados foi usado para determinar o teor de proteína residual e o resíduo do outro duplicado foi incinerado a 525 °C durante 5 horas para determinar o teor de cinzas. O teor de fibras foi determinado a partir da subtração dos valores do resíduo obtido pelos das cinzas e proteína anteriormente determinados, tendo sido o resultado final expresso em peso seco e peso fresco.

2.2.2 Microbiológicos

De modo a determinar a qualidade microbiológica das diferentes formulações das barras de cereais, pesaram-se aproximadamente 10 g de cada amostra e, em seguida, adicionaram-se 90 mL de água peptonada (Liofilchem, Itália) estéril, de modo a obter uma diluição de 1/10. Após agitação das amostras no Stomacher, realizaram-se diluições decimais seriadas e alíquotas de 0,1 mL de cada diluição foram semeadas, em duplicado, para a superfície dos meios de cultura Plate Count agar (PCA, Liofilchem, Itália), para a contagem de microrganismos a 30 °C (ISO 4833:2, 2013), e Dichloran Glycerol Agar (DG18, Liofilchem, Itália), para a contagem de bolores e leveduras (ISO 21527-2, 2008). Este último meio é recomendado para produtos com atividade de água inferior ou igual a 0,95. Após sementeira, as placas foram incubadas durante 48 h a 30 °C (PCA) e durante 5 dias a 25 °C (DG18).

Para a deteção e quantificação de coliformes totais e *Escherichia coli* utilizaram-se as placas 3M™ Petrifilm™®, tendo-se transferido 1mL de amostra de cada diluição e, em seguida, incubadas durante um período de 24-48h.

A contagem de colónias nas placas foi realizada após os respetivos períodos de incubação e os resultados foram expressos em unidades formadoras de colónias por grama de alimento (UFC/g).

2.3. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Agroindústrias da Escola Superior Agrária, em condições controladas, tendo-se mobilizado um painel de aproximadamente 50 provadores não treinados, de faixa etária variando dos 18 anos a mais de 40 anos, que avaliaram as amostras nos parâmetros descritos na folha de prova (Anexos I e II). Cada amostra consistiu em aproximadamente 7 g, tendo as diferentes formulações sido dispostas devidamente codificadas em pratos de papel. Os provadores tiveram ao seu dispor um copo com água. O propósito de servir água deve-se ao facto de que a cada formulação experimentada há possibilidade de fixação de sabores residuais na boca e, portanto, a água serve para a remoção desses sabores residuais a cada formulação experimentada.

Cada parâmetro foi pontuado em uma escala não estruturada de 1 a 11, onde 1 representa o desgostei muito, 6 não gostei nem desgostei, e 11 gostei muito. Também foram questionados sobre a formulação de que mais gostaram, menos gostaram, os motivos para o gostar ou não gostar, e ainda sugestões para melhoria das formulações. Os provadores realizaram a avaliação em condições controladas para minimizar as variações e influências externas, garantindo que as avaliações fossem realizadas de maneira objetiva e padronizada.

Os resultados foram recolhidos e analisados estatisticamente, proporcionando uma visão detalhada das perceções sensoriais das barras desenvolvidas neste trabalho.

Todas as formulações, com ou sem “farinha” de inseto, foram analisadas de forma idêntica, tendo sido aplicada a mesma folha de prova, sendo que na folha de prova das barras com “farinha” de inseto estava descrita esta informação, bem como o risco alergénico.

De referir que antes da realização deste estudo foi solicitado um parecer à Comissão de Ética do IPB que emitiu um parecer favorável (Anexo III).

2.4. Análise estatística

Os resultados foram expressos em média \pm desvio padrão, tendo-se avaliado a normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respetivamente. Após verificar a normalidade e homogeneidade de variâncias dos dados, quando as duas condições foram observadas, aplicou-se a ANOVA para se detetarem ou não diferenças significativas entre as amostras, tendo sido aplicado o teste de Tukey para identificar as amostras onde essas diferenças foram significativas ($p < 0,05$). Nas situações onde não se observou homogeneidade de variâncias, aplicou-se a ANOVA–Welch para se detetarem diferenças significativas entre amostras. Nas situações onde esses casos foram observados, o teste de Games–Howell foi aplicado.

Na discussão dos resultados da análise sensorial, as frequências absolutas e relativas foram usadas. Para verificar diferenças entre sexo e grupos de idade, foi utilizado o Teste qui-quadrado (χ^2), tendo sido considerado um nível de significância de 5%. Os dados obtidos da análise sensorial foram analisados utilizando o Teste de Tukey para comparações múltiplas quando se observou normalidade dos dados ou o teste pareado de Wilcoxon quando essa condição não foi observada.

Também foram determinados os coeficientes de correlação de Pearson, para avaliar o grau de correlação entre duas variáveis. Uma análise de componentes principais (PCA) foi aplicada aos resultados obtidos nas barras sem e com “farinha” de inseto. O *score plot* foi usado para diferenciar as formulações, tendo em conta os resultados obtidos. O número de componentes a reter na análise de dados foi determinado tendo em conta os seguintes pontos: (i) os valores próprios (*eigenvalues*) serem superiores a 1; (ii) parâmetro de Cronbach deve ser positivo; e (iii) a percentagem de variância total explicada que deve ser a maior possível.

3. Resultados e Discussão

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos nos ensaios onde foram elaboradas as barras energéticas sem e com a “farinha” de inseto.

3.1. Barras energéticas sem a “farinha” de inseto

Como referido anteriormente, no primeiro ensaio foram incluídos nas barras, figo seco, quinoa, sementes de sésamo, farinha de amêndoa, manteiga de amêndoa e mel. As barras elaboradas nesta primeira fase podem ser visualizadas na Figura 8.

Após a análise sensorial, realizada por um número restrito de provadores (10 pessoas), foi rejeitada a formulação que continha quinoa por causa da sua aparência e sabor.



Figura 8. Barras energéticas elaboradas no primeiro ensaio.

Para o segundo ensaio consideraram-se duas formulações, com ingredientes como o figo seco, sementes de sésamo, amêndoa laminada, farinha de amêndoa, manteiga de amêndoa e mel (Tabela 4, apresentada na Secção 2, relativa ao “Material e Métodos”). Nestas formulações houve a redução da percentagem de sementes de sésamo e incorporação de amêndoa laminada para melhorar a textura das barras e promover maior crocância. Este fator era um dos principais que estava em falta nas formulações anteriores.

Na Figura 9 pode-se visualizar as barras de cereais elaboradas no segundo ensaio, as quais foram avaliadas de forma mais positiva pelos provadores.



Figura 9. Barras energéticas elaboradas no segundo ensaio.

Face à avaliação qualitativa positiva por parte dos provadores, realizou-se o terceiro ensaio. Na Figura 10 são apresentadas as diferentes formulações de barras de cereais elaboradas nesse novo ensaio. Utilizaram-se como base as formulações do segundo ensaio, mas incorporaram-se arroz e trigo tufados, para além dos ingredientes como figo, sementes de sésamo, amêndoa laminada, farinha de amêndoa, manteiga de amêndoa e mel. No total, neste ensaio foram elaboradas quatro formulações apresentadas na Tabela 5 (apresentada na Secção 2, relativa ao “Material e Métodos”). Destacou-se na preferência por parte do painel de provadores (10 pessoas), o sabor do arroz puff, presente nas Formulações 3 e 4, tendo sido preferido em relação ao do trigo tufado.



Figura 10. Barras energéticas elaboradas no terceiro ensaio.

Tendo em conta os resultados obtidos nesta análise sensorial prévia, realizada por um grupo restrito de provadores, decidiu-se elaborar quatro tipos de barras sem “farinha” de inseto para serem posteriormente analisadas, nomeadamente as Formulações 1 e 2 do segundo ensaio e as Formulações 3 e 4 do terceiro ensaio, por terem sido as formulações mais apreciadas por esse pequeno grupo de provadores. Assim, procedeu-se à preparação de uma maior quantidade destas formulações, as quais foram caracterizadas em termos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais, estando os resultados a seguir descritos. De relembrar, que a análise sensorial para estas formulações foi realizada com um grupo maior de consumidores (50 provadores).

3.1.1. Cor

Na Tabela 10 encontram-se apresentados os parâmetros de cor (L^* , a^* , b^* , Cromo e Tonalidade) avaliados nas quatro formulações de barras de cereais desenvolvidas sem a adição de “farinha” de inseto.

Tabela 10. Parâmetros de cor (média \pm desvio padrão) avaliados nas formulações de barras sem a “farinha” de inseto.

Formulações	L^*	a^*	b^*	Cromo	Tonalidade
1	42,3 \pm 1,5 ^c	13,87 \pm 0,56 ^a	20,7 \pm 2,2 ^b	24,9 \pm 2,1 ^a	56,1 \pm 1,9 ^c
2	51,9 \pm 2,8 ^b	9,19 \pm 0,05 ^c	25,0 \pm 1,0 ^{a,b}	26,6 \pm 0,9 ^a	69,8 \pm 0,8 ^a
3	46,5 \pm 3,8 ^{b,c}	12,30 \pm 0,49 ^b	24,1 \pm 1,4 ^a	27,1 \pm 1,1 ^a	62,9 \pm 2,0 ^b
4	62,2 \pm 1,6 ^a	8,46 \pm 0,38 ^c	25,0 \pm 0,9 ^a	26,4 \pm 0,8 ^a	71,3 \pm 1,4 ^a

Nota: Letras diferentes por coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Em relação à luminosidade (L^*), observaram-se diferenças significativas entre as formulações, com exceção das Formulações 2 e 3, e 1 e 3, tendo sido estas últimas as formulações mais escuras (valores menores de L^*). Este facto foi possivelmente devido à adição de manteiga de amêndoa nas Formulações 1 e 3, que possui uma coloração mais escura em relação à farinha de amêndoa. As Formulações 2 e 4 diferiram significativamente entre si, tendo a Formulação 4 sido a mais clara, possivelmente devido à presença do arroz tufado.

No que se refere ao parâmetro a^* , as Formulações 1 e 3 indicaram uma tonalidade mais avermelhada, ao contrário das Formulações 2 e 4 que apresentaram uma tonalidade menos vermelha e semelhante entre si. Novamente a adição de manteiga de amêndoa, presente nas Formulações 1 e 3, pode ter contribuído para o aparecimento desse tom mais avermelhado.

Em relação ao parâmetro b^* , as Formulações 2, 3 e 4 não diferiram significativamente entre si e apresentaram uma coloração mais próxima do amarelo. Pelo contrário, a Formulação 1 foi significativamente diferente da 3 e da 4, apresentando uma tonalidade menos amarelada. Contudo, uma vez que os valores do parâmetro b^* foram superiores aos do a^* , as barras elaboradas apresentaram uma cor mais amarelada do que avermelhada.

Relativamente ao croma (intensidade da cor) não se observaram diferenças significativas entre as formulações, apresentando estas uma intensidade/saturação de cor semelhante. Quanto à tonalidade, não se detetaram diferenças significativas entre as Formulações 2 e 4, ambas com farinha de amêndoa na sua constituição. Já as Formulações 1 e 3 diferiram significativamente entre si e em relação às demais, possivelmente devido à maior presença de sementes de sésamo na Formulação 1 e da adição de arroz tufado na Formulação 3, bem como da manteiga de amêndoa em ambas.

3.1.2. Características nutricionais

Na Tabela 11 encontram-se os valores médios referentes aos teores de cinzas, proteína, gordura total e fibra dietética total para as formulações das barras de cereais sem a “farinha” de inseto, expressos em % de peso seco.

Tabela 11. Teores (média ± desvio padrão) de cinzas, proteína, gordura total e fibra dietética total nas formulações sem a “farinha” de inseto, em % p.s.

Parâmetros	Form. 1	Form. 2	Form. 3	Form. 4
Cinzas	3,91±0,06 ^a	3,86±0,06 ^a	3,78±0,06 ^a	3,20±0,30 ^b
Proteína	18,4±1,1 ^{a,b}	19,4±0,6 ^a	17,3±0,4 ^{a,b}	16,9±1,0 ^b
Gordura total	73,7±7,1 ^a	77,5±12,3 ^a	72,2±7,4 ^a	71,1±2,2 ^a
Fibra dietética total	4,30±0,09 ^a	3,11±0,66 ^b	3,63±0,28 ^{a,b}	4,08±0,58 ^a
Hidratos de Carbono ¹	--	--	3,1±8,1	4,7±4,1

Letras diferentes por linha indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p<0,05).

¹Hidratos de carbono determinados por diferença (100 - Cinzas (% p.s.) – Proteína (% p.s.) - Gordura total (% p.s.) - Fibra dietética (% p.f.)).

Os valores dos parâmetros obtidos serão discutidos nas secções seguintes.

Os valores de cinzas, proteína, gordura e fibra dietética apresentados em peso fresco (Tabela 12) são os valores que futuramente podem ser utilizados na rotulagem do produto e indicam a quantidade real dos diferentes componentes que o consumidor estará a consumir, permitindo uma avaliação exata do que estará a comprar e a consumir. Além disso, o conhecimento destes valores facilitará a comparação entre as diferentes marcas que existem no mercado, para um melhor planeamento na compra e consumo de determinados alimentos. De uma forma sintética, a apresentação dos valores em peso fresco permitirá uma escolha consciente dos futuros consumidores.

Tabela 12. Valores (média ± desvio padrão) de atividade da água (a_w), pH, humidade, cinzas, proteína, gordura total, fibra dietética total, hidratos de carbono e valor energético das formulações sem a “farinha” de inseto.

Parâmetros	Form. 1	Form. 2	Form. 3	Form. 4
a_w	0,410±0,003 ^b	0,472±0,001 ^a	0,465±0,051 ^{a,b}	0,411±0,002 ^b
pH	5,31±0,01 ^b	5,32±0,03 ^b	5,31±0,02 ^b	5,44±0,01 ^a
Humidade (% p.f.)	17,5±0,1 ^b	18,0±0,7 ^b	20,8±1,4 ^a	16,2±0,7 ^b
Cinzas (% p.f.)	3,22±0,05 ^a	3,17±0,05 ^a	3,00±0,05 ^{a,b}	2,68±0,25 ^b
Proteína (% p.f.)	15,1±0,9 ^{a,b}	15,9±0,5 ^a	13,7±0,3 ^b	14,2±0,8 ^{a,b}
Gordura total (% p.f.)	60,8±5,9 ^a	63,5±10,1 ^a	57,1±5,9 ^a	59,5±1,9 ^a
Fibra dietética total (% p.f.)	3,54±0,07 ^a	2,55±0,54 ^c	2,87±0,22 ^{b,c}	3,42±0,49 ^{a,b}
Hidratos de carbono (% p.f.) ¹	--	--	2,5±7,9	4,0±4,1
Valor energético (kcal/100 g p.f.) ²	615	640	584	615
% Energia fornecida pela proteína	9,8	9,9	9,4	9,2

Letras diferentes por linha indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

¹Hidratos de carbono determinados por diferença (100 - Humidade (% p.f.) - Cinzas (% p.f.) - Gordura total (% p.f.) - Fibra dietética total (% p.f.)).

²Valor Energético (kcal/100 g p.f.) = 4 × Teor em Proteína (% p.f.) + 9 × Teor em Gordura total (% p.f.) + 4 × Teor em Hidratos de carbono (% p.f.) + 2 × Teor em Fibra dietética total (% p.f.)

Os valores obtidos para cada um dos parâmetros serão discutidos nas secções seguintes.

3.1.2.1 Atividade da água

Nas quatro formulações elaboradas, os valores de a_w variaram entre 0,410 e 0,472 (Tabela 12), sendo considerados valores baixos. Estes valores podem ser explicados pelo facto de serem utilizados ingredientes secos e pastosos (como o mel e a manteiga de amendoim), cuja matriz não é favorável ao crescimento microbiano, permitindo assim garantir a segurança alimentar. Resultados similares foram obtidos por Samakradhamrongthai et al. (2021) em barras energéticas de cereais, tendo obtido valores de a_w na faixa de 0,37 a 0,50. Valores desta ordem de grandeza garantem uma maior estabilidade das barras, pois limitam o crescimento microbiano e prolongam a vida útil do alimento, uma vez que a maioria dos microrganismos (bactérias, leveduras e bolores) necessita de condições com a_w superior a 0,96 (preferencialmente superior a 0,98) para se desenvolver e manter o metabolismo ativo. No entanto, alguns fungos filamentosos (bolores) e leveduras são capazes de crescer em condições de a_w de 0,60 (Nicolau, 2014).

3.1.2.2 Teor de humidade

Em relação ao teor de humidade, a Formulação 3 diferiu das restantes formulações, que entre si não apresentaram diferenças significativas (Tabela 12). Esta formulação tinha na sua constituição arroz tufado, semelhante à Formulação 4, mas manteiga de amêndoa em vez de farinha de amêndoa, o que poderia indicar que a manteiga de amêndoa possivelmente apresentaria um teor de humidade superior ao da farinha. Contudo, ao comparar as formulações 1 e 2, este resultado não foi constatado. Estes resultados podem dever-se a pequenas variações no tempo de cozedura, o qual variou entre os 15 e os 20 minutos.

Os teores de humidade determinados neste trabalho foram superiores aos identificados em barras de cereais fortificados com farinha de linhaça que apresentaram teores de humidade de 10,3% e 9,7% (Concenco et al., 2018), indicando que os ingredientes utilizados na formulação podem alterar o teor de humidade no produto final. No entanto, volta-se a frisar que os teores de humidade determinados no presente trabalho não se traduziram em elevados teores de atividade da água.

3.1.2.3 pH

As Formulações 1, 2 e 3 não apresentaram diferenças significativas ao nível do pH. No entanto, a Formulação 4 diferiu significativamente das restantes com um pH de $5,44 \pm 0,01$ (Tabela 12). Todas as formulações apresentaram valores de pH em torno de 5, podendo-se concluir que as formulações não são muito ácidas. Resultados semelhantes foram encontrados num estudo realizado por Soares et al. (sem data), em que foram desenvolvidas barras com os frutos de cerrado (Brasil), cujo valor de pH das três formulações foram de 5,4 (Cajá-Manga), 5,8 (Araticum) e 5,3 (Murici). Segundo Nicolau (2014), a maioria das bactérias morre quando o seu pH interno desce abaixo de 5,0-5,5. No entanto, os microrganismos apresentam uma grande tolerância em termos de amplitude de pH, o que se deve ao facto de serem capazes de manter o seu pH interno inalterado, perto da neutralidade. Neste caso, como os valores de teor de humidade e a_w não são elevados, há uma maior possibilidade de dificultar o crescimento microbiano.

3.1.2.4 Cinzas

Ao analisar o parâmetro cinzas em termos de peso seco (Tabela 11), notou-se que entre as Formulações 1, 2 e 3 não se observaram diferenças significativas entre si, tendo o valor médio sido igual a 3,85% em p.s. Já a Formulação 4 apresentou um teor de cinzas significativamente inferior às restantes formulações ($3,20 \pm 0,30$ %, p.s.).

Em termos de peso fresco (Tabela 12), um comportamento idêntico foi observado ao do peso seco, tendo novamente a Formulação 4 se destacado das Formulações 1 e 2. Contudo, não se detetou uma diferença significativa com a Formulação 3, indicando que o uso de arroz tufado e de farinha de amêndoa (Formulação 4) pode baixar numa pequena proporção o teor de minerais presentes nas barras.

No presente estudo, os valores médios das cinzas das quatro formulações variaram entre 2,68 e 3,22%, em peso fresco, valores estes superiores aos encontrados nas barras desenvolvidas a partir de frutos do cerrado, cujos valores foram de 1,7%, 1,7% e 2,6% para as formulações de cajá-manga, araticum e murici, respetivamente (Soares et al., sem data).

3.1.2.5 Minerais

A Tabela 13 apresenta a concentração de diversos minerais determinados nas quatro formulações distintas das barras de cereais sem “farinha” de inseto, estando os resultados expressos apenas em peso seco.

Tabela 13. Valores (média \pm desvio padrão) (mg metal/ 100 g p.s.) referentes aos minerais determinados nas quatro formulações de barras de cereais sem inseto.

Minerais	Form.1	Form.2	Form.3	Form.4
Potássio (K)	819 \pm 37 ^a	738 \pm 21 ^{a,b}	812 \pm 57 ^a	644 \pm 52 ^b
Sódio (Na)	45 \pm 40 ^a	45 \pm 18 ^a	35 \pm 6 ^a	33 \pm 17 ^a
Cálcio (Ca)	593 \pm 14 ^a	581 \pm 40 ^a	495 \pm 18 ^b	432 \pm 36 ^b
Magnésio (Mg)	296 \pm 9 ^a	286 \pm 8 ^{a,b}	264 \pm 13 ^{a,b}	256 \pm 22 ^b
Ferro (Fe)	3,61 \pm 0,05 ^a	3,70 \pm 0,08 ^a	3,44 \pm 0,20 ^{a,b}	3,11 \pm 0,30 ^b
Manganês (Mn)	0,78 \pm 0,01 ^a	0,88 \pm 0,05 ^a	0,92 \pm 0,07 ^a	0,94 \pm 0,12 ^a
Zinco (Zn)	2,63 \pm 0,17 ^{a,b}	2,90 \pm 0,11 ^a	2,56 \pm 0,11 ^{a,b}	2,47 \pm 0,14 ^b

Letras diferentes por linha indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em termos gerais, verificou-se que o potássio e o cálcio foram os minerais maioritários determinados nas quatro formulações, variando entre 644 a 819 e 432 a 593 mg metal/100 g p.s., respetivamente.

A Formulação 4 apresentou um menor teor de potássio comparativamente às Formulações 1, 2 e 3, diferindo significativamente das Formulações 1 e 3, que por sua vez apresentaram uma maior quantidade deste mineral. As Formulações 1 e 3 tinham na sua constituição manteiga de amêndoa, indicando um nível superior deste mineral na manteiga em relação à farinha de amêndoa.

O teor de sódio mostrou-se similar entre as quatro formulações, uma vez que não houve diferenças significativas entre as amostras. Observou-se uma ligeira diminuição significativa ao nível do cálcio nas Formulações 3 e 4, comparativamente às Formulações 1 e 2, que apresentaram uma quantidade similar entre si. Estes resultados indicam que o arroz tufado deve apresentar um menor teor de cálcio do que as sementes de sésamo.

Em relação ao magnésio, houve uma redução deste mineral mais pronunciada na Formulação 4, relativamente à Formulação 1, a qual apresentou uma maior quantidade deste mineral, com uma média de 296 mg/100g p.s.

Relativamente ao ferro, observou-se uma quantidade semelhante nas Formulações 1 e 2, com uma redução significativa na Formulação 4. Em termos de manganês, não se observaram diferenças significativas entre as formulações analisadas e a concentração de zinco na Formulação 4 foi significativamente menor do que a da Formulação 2, indicando que a manteiga de amêndoa, comum a ambas formulações, não deve ser o ingrediente que contribui mais para este mineral, mas possivelmente as sementes de sésamo em maior quantidade nas Formulações 1 e 2.

Em termos gerais, as Formulações 1, 2 e 3 tendem a ter concentrações semelhantes de alguns minerais como potássio, magnésio, ferro e zinco, enquanto a Formulação 4 apresentou menor concentração na maioria dos minerais quantificados, com exceção do sódio e do manganês, sem diferenças significativas entre as amostras.

3.1.2.6 Proteína

Em relação aos valores expressos em peso seco (Tabela 11), a formulação que apresentou um teor de proteína mais elevado foi a 2 ($19,4 \pm 0,6\%$), que continha pasta de figo (30%), sementes de sésamo (15%), amêndoa laminada (15%), farinha de amêndoa (30%) e mel

(10%), e a menor a Formulação 4 ($16,9 \pm 1,0\%$), que continha pasta de figo (30%), arroz puff (7%), sementes de sésamo (8%), amêndoa laminada (15%), farinha de amêndoa (30%) e mel (10%). Portanto, a redução da quantidade das sementes de sésamo na Formulação 4 e a incorporação do arroz puff geraram uma redução no teor de proteína, face à Formulação 2. Estes resultados estão em linha com o indicado no rótulo dos ingredientes utilizados, uma vez que em 100 g de arroz puff há 9 g de proteína e em 100 g de sementes de sésamo há 24 g de proteína.

Tendo em conta os resultados expressos em peso fresco (Tabela 12), a Formulação 3 distinguiu-se significativamente da Formulação 2. Contudo, em todas as situações, os resultados encontrados neste trabalho foram superiores aos indicados em algumas barras disponíveis no mercado, como as Barras de Frutos Secos Pingo Doce® com amendoins, arandos, cajús e amêndoas, cujo teor proteico ronda os 12,2% de proteína (informação disponível em <https://saversnest.com/pt-en/product/1681140>) e as barras de limão e quinoa crocante da marca IncriBel® que apresentam aproximadamente 11% de proteínas (informação disponível em <https://www.minipreco.pt/produtos/mercearia/chocolates-e-snacks/snacks/p/290438>).

Ao avaliar a percentagem de energia fornecida pela proteína das quatro formulações, constatou-se que nenhuma delas foi superior a 12%, indicando que as barras produzidas sem “farinha” de inseto não podem ser consideradas fontes de proteína, mesmo que tenham teores de proteína superiores aos encontrados nas barras a serem comercializadas no mercado.

3.1.2.7 Gordura total

Relativamente ao teor de gordura não se observaram diferenças significativas entre as formulações, tanto em termos de peso seco como de peso fresco. De salientar que as formulações apresentaram quantidades elevadas de gordura, com valores acima dos 70% em peso seco. Ao representar em peso fresco, os valores de gordura total nas quatro formulações variaram entre 57,1 e 63,5%, p.f. Em barras disponíveis no mercado, como a Barra Proteica de Pistachio Crocante Go Active® e Barra Proteica de Coco e Amêndoa Go Active® foram encontrados valores inferiores, de 31% e 30%, respetivamente (informação disponível em <https://mercadao.pt/store/pingo-doce/product/barra-proteina-vegetal-pistachio-crocante-pingo-doce-3x35-g> e em <https://dianadinis.pt/produto/barra-proteica-coco-e-amendoa-go-active-pingo-doce/>).

Os valores superiores de gordura determinados no presente trabalho devem-se possivelmente à presença de manteiga ou de farinha de amêndoa numa percentagem elevada de 30% e à adição de sementes de sésamo e de amêndoa laminada.

3.1.2.8 Perfil de ácidos gordos

A Tabela 14 elenca os principais ácidos gordos encontrados nas formulações das barras de cereais sem a “farinha” de inseto. Nestas, os ácidos gordos maioritários foram os ácidos oleico (C18:1n9c) e linoleico (C18:2n6c), situando-se em torno de 40% em todas as formulações, considerados como ácidos gordos monoinsaturados e polinsaturados, respetivamente. Os ácidos gordos referidos, por serem insaturados, são considerados um aliado importante na saúde, visto que são capazes de reduzir os níveis de colesterol no sangue e ter ação anti-inflamatória (Brito, 2014). É de referir que foi identificado o C18:3n6 (ácido gama-linolénico), porém a concentração presente não pôde ser quantificada por estar abaixo do limite de quantificação do método.

Tabela 14. Percentagens (média ± desvio padrão) referentes aos ácidos gordos identificados nas quatro formulações de barras de cereais sem “farinha” de inseto desenvolvidas neste trabalho.

Ácido Gordo	Form.1	Form.2	Form.3	Form.4
C14:0 (Ác. Mirístico)	0,033±0,001 ^b	0,040±0,003 ^a	0,023±0,001 ^d	0,027±0,001 ^c
C16:0 (Ác. Palmítico)	10,142±0,054 ^{a,b}	10,344±0,204 ^a	10,026±0,178 ^{a,b}	9,541±0,386 ^b
C16:1 (Ác. Palmitoleico)	0,511±0,012 ^{a,b}	0,504±0,010 ^{b,c}	0,548±0,012 ^a	0,464±0,027 ^c
C17:0 (Ác. Margárico)	0,066±0,006 ^a	0,062±0,004 ^a	0,072±0,003 ^a	0,070±0,004 ^a
C17:1 (Ác. Margaroleico)	0,131±0,002 ^a	0,113±0,003 ^c	0,136±0,001 ^a	0,120±0,003 ^b
C18:0 (Ác. Estéarico)	3,588±0,032 ^a	3,544±0,054 ^a	3,355±0,020 ^b	3,101±0,013 ^c
C18:1n9c (Ác. Oleico)	42,076±0,103 ^d	43,577±0,176 ^c	44,081±0,130 ^b	46,007±0,280 ^a
C18:2n6c (Ác. Linoleico)	42,756±0,102 ^a	40,910±0,195 ^b	40,830±0,122 ^b	39,973±0,135 ^c
C18:3n3 (Ác. Alfa-linolénico)	0,152±0,004 ^a	0,136±0,005 ^b	0,134±0,003 ^b	0,109±0,001 ^c
C20:0 (Ác. Araquídico)	0,248±0,004 ^a	0,258±0,006 ^a	0,210±0,005 ^b	0,211±0,007 ^b
C20:1 (Ác. Gadoleico)	0,113±0,002 ^a	0,113±0,005 ^a	0,109±0,002 ^a	0,109±0,007 ^a
C22:0 (Ác. Behénico)	0,047±0,002 ^{a,b}	0,052±0,005 ^a	0,040±0,002 ^b	0,041±0,003 ^b
C20:5n3+C22:1 (Ác. Eicosapentaenoico+ Ác. Erúcido)	0,020±0,001 ^c	0,061±0,001 ^b	0,058±0,002 ^b	0,125±0,003 ^a
C23:0 (Ác. (Tricosanoico)	0,118±0,009 ^c	0,284±0,002 ^b	0,380±0,001 ^a	0,103±0,008 ^c
SFA	14,241±0,036 ^a	14,585±0,251 ^a	14,105±0,158 ^a	13,094±0,389 ^b
MUFA	42,831±0,104 ^d	44,308±0,176 ^c	44,873±0,119 ^b	46,698±0,257 ^a
PUFA	42,908±0,105 ^a	41,046±0,190 ^b	40,964±0,124 ^b	40,082±0,134 ^c

Letras diferentes por linha indicam diferenças significativas (p<0,05).

Não foram detetadas diferenças estatisticamente significativas entre as médias do C17:0 (ácido margárico) e do C20:1 (ácido gadoleico), nas quatro formulações sem “farinha” de inseto analisadas. Pelo contrário, ao nível das concentrações do C14:0 (ácido mirístico) e C18:1n9c (ácido oleico), já se observaram diferenças estatísticas significativas entre as quatro formulações avaliadas.

No que diz respeito ao ácido palmítico (C16:0), as Formulações 1, 2 e 3 apresentaram médias semelhantes, diferindo a Formulação 4 da 2. O ácido palmitoleico (C16:1) apresentou uma variação significativa entre as Formulações 3 e 4, enquanto as médias das Formulações 1 e 2 não diferiram estatisticamente. Quanto ao ácido margaroleico (C17:1), as Formulações 1 e 3, ambas compostas por manteiga de amêndoa, não apresentaram diferenças significativas entre si, ao passo que as Formulações 2 e 4 diferiram estatisticamente das demais. Para o ácido esteárico (C18:0), as Formulações 1 e 2 apresentaram médias semelhantes, diferindo das demais formulações, que também diferiram entre si, indicando que o arroz tufado deve apresentar uma menor percentagem deste ácido gordo ao nível do perfil lipídico.

O ácido oleico (C18:1n9c) foi o maioritário nas Formulações 2, 3 e 4, tendo sido as duas últimas as formulações que apresentaram os maiores teores neste ácido gordo. No que se refere ao ácido linoleico (C18:2n6c), as Formulações 2 e 3 apresentaram percentagens semelhantes, diferindo significativamente das Formulações 1 e 4, das quais a Formulação 1 se destacou pela sua maior percentagem. Este mesmo padrão foi observado para o ácido alfa-linolénico.

Ao falar do ácido araquidónico, as Formulações 1 e 2 apresentaram médias semelhantes, assim como as Formulações 3 e 4, estas últimas com menores valores. Para o ácido behénico, as Formulações 1, 3 e 4 não diferiram entre si, assim como as Formulações 1 e 2. O ácido C20:5n3+C22:1 foi detetado em quantidades semelhantes nas Formulações 2 e 3, enquanto as diferenças foram significativas em relação às Formulações 1 e 4, tendo a última apresentado o maior valor. Quanto ao ácido tricosanoico (C23:0), não se observaram diferenças significativas entre as Formulações 1 e 4, ao contrário das demais combinações para as quais foram observadas diferenças estatísticas entre si.

Como análise geral, dos ácidos gordos saturados (SFA), a Formulação 4 apresentou um valor inferior e significativamente distinto das demais, que, entre si, não diferiram. Para os ácidos gordos monoinsaturados (MUFA), observou-se uma variação significativa entre todas as formulações, tendo a Formulação 4 apresentado a maior percentagem, seguida

da Formulação 3. Os ácidos gordos polinsaturados (PUFA) foram semelhantes entre as Formulações 2 e 3, diferindo significativamente das Formulações 1 e 4, apresentando a Formulação 1 a maior percentagem nestes ácidos gordos.

Por fim, destaca-se que os ácidos gordos de maior predominância nas formulações foram os MUFA e PUFA, representando mais de 80% do perfil de ácidos gordos quando considerados em conjunto, indicando a sua maior contribuição na composição lipídica analisada. De referir que este perfil é bastante vantajoso para a saúde humana.

3.1.2.9 Fibra dietética total

Tendo em conta o peso fresco das formulações é possível afirmar que entre as Formulações 1 e 4 não houve diferenças significativas entre si. O mesmo aconteceu entre as Formulações 2 e 3 e as Formulações 3 e 4. De referir que as barras das Formulações 1 e 4 podem ser consideradas como um produto “fonte de fibra”, uma vez que apresentaram teores de fibra superiores a 3g de fibra/100g de produto, valor mínimo estabelecido no Regulamento (CE) nº 1924/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho de 20 de Dezembro de 2006, relativo às alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos. Pelo contrário, estes produtos não podem ser considerados como um produto com “alto teor de fibra”, pois não atingiram o valor mínimo de 6g de fibra/100g de produto.

Ao comparar os valores obtidos no presente trabalho com outros produtos encontrados no mercado, constatou-se que na barra proteica de Pistachio Crocante Go Active® e na barra proteica de coco e amêndoa Go active® foram determinadas uma quantidade de fibra muito superior ao encontrado neste estudo, valor que ronda as 21g, demonstrando que a escolha dos ingredientes e a sua composição interfere na composição final das barras (informação disponível em <https://dianadinis.pt/produto/barra-proteica-coco-e-amendoa-go-active-pingo-doce/>).

3.1.3. Análise Sensorial

Um total de 51 provadores não treinados participaram na análise sensorial das barras de cereais desenvolvidas, em que 63% eram do sexo feminino e 37% do sexo masculino. As idades dos participantes distribuíram-se de acordo com as seguintes percentagens: a faixa dos 18 aos 25 anos representou 57% dos provadores, indicando uma participação predominante nesta faixa etária, dos 26 aos 40 anos corresponderam a 29%, enquanto os

participantes com mais de 40 anos representaram 14% do total, representando a menor percentagem dos provadores. Quando questionados sobre o consumo de barras de cereais, 96% indicaram já ter consumido e apenas 4% referiram nunca ter consumido barras de cereais. Em relação à frequência de consumo, 50% dos provadores indicaram consumir às vezes, 2% nunca, 42% raramente e 6% sempre (Figura 11).

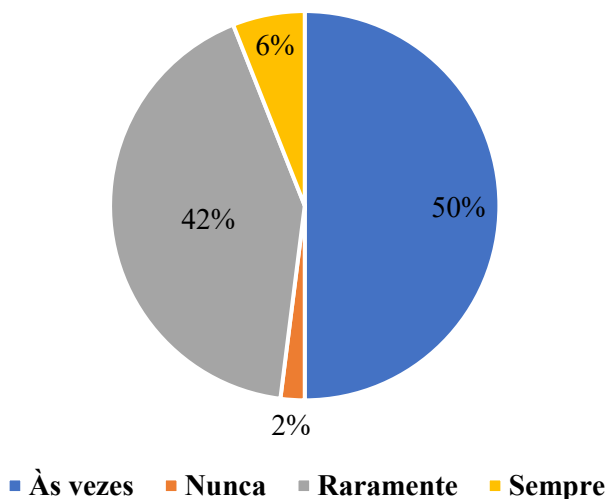


Figura 11. Frequência do consumo (%) das barras de cereais indicada pelos provadores.

O gráfico de aranha representado na Figura 12 mostra os valores médios dos parâmetros avaliados durante a análise sensorial das quatro formulações sem a “farinha” de inseto (Figura 13). No Anexo IV encontram-se as tabelas com os valores médios, desvio padrão, mediana, coeficiente de variação, mínimo e máximo dos parâmetros avaliados.

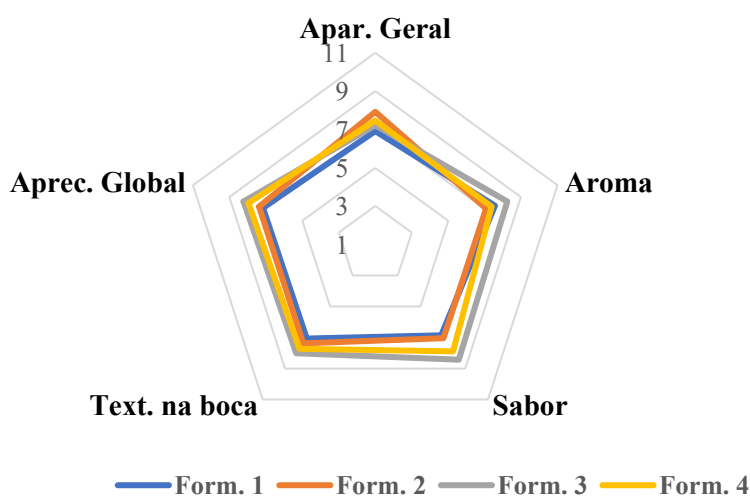


Figura 12. Parâmetros avaliados na análise sensorial das diferentes formulações de barras de cereais.

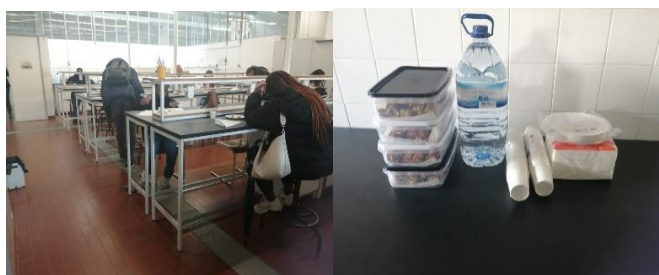


Figura 13. Análise sensorial das barras de cereais sem a farinha de inseto.

Relativamente aos parâmetros aparência geral e aroma, as quatro formulações não diferiram estatisticamente entre si.

Em relação ao sabor, as Formulações 1, 2 e 4 não se mostraram significativamente diferentes, enquanto a Formulação 3 diferiu das restantes formulações, com exceção da Formulação 4. De referir que quando questionados sobre a formulação que mais gostaram, a maior percentagem de provadores indicou a Formulação 3 com 38% dos votos, tendo as restantes formulações obtido as seguintes percentagens de votos: Formulação 1 - 16%, Formulação 2 - 20% e Formulação 4 - 26%.

No que se refere à textura na boca e à apreciação global também não se detetaram diferenças significativas entre as quatro formulações.

Estes resultados indicam que nenhuma das formulações se destacou das restantes, visto que estas não diferiram significativamente entre si na maior parte dos parâmetros avaliados. A questão inserida na folha de prova dos provadores sobre a preferência das formulações avaliadas foi a utilizada para permitir determinar a formulação preferida. Assim, a Formulação 3 foi utilizada como base para a incorporação da “farinha” de inseto, para uma posterior análise.

Os aspetos negativos mais mencionados pelos provadores foram a falta de “crocância” e o facto das Formulações 2 e 4 se desfazerem facilmente, as quais tinham na sua composição farinha de amêndoa em vez de manteiga de amêndoa. Das formulações que mais gostaram, mencionaram a intensidade do sabor como o principal motivo pela escolha.

3.1.4. Correlação de variáveis e Análise de Componentes Principais das barras sem “farinha” de inseto

A Tabela 15 apresenta uma análise detalhada dos resultados do primeiro ensaio, na qual se pretende identificar as correlações significativas entre as variáveis estudadas,

permitindo compreender as relações e interdependências existentes entre elas. Além disso, é apresentada a Análise de Componentes Principais, proporcionando uma visão consolidada das principais dimensões que explicam a variabilidade dos dados, facilitando a interpretação e identificação de padrões relevantes no estudo.

De acordo com os resultados da Tabela 15, na qual se marcaram a amarelo as correlações mais significativas ($p < 0,01$) e superiores a 0,8, considera-se que há uma correlação altamente significativa entre os MUFA e o C18:1n9c, pois a correlação foi de 1,000, indicando que estas variáveis estão correlacionadas de forma linear. O mesmo tipo de correlação aconteceu entre os PUFA e o C18:2n6c, indicando uma relação extremamente forte entre esses dois fatores. Ambos os resultados se devem ao facto destes ácidos gordos serem os maioritários nas suas classes.

O parâmetro a^* mostrou uma correlação negativa significativa com a tonalidade (h) (-0,959), ao contrário do parâmetro b^* que apresentou correlações positivas significativas com o croma (C) e a tonalidade (0,879 e 0,873, respetivamente), indicando uma relação significativa com esses fatores, uma vez que estes estão relacionados com os parâmetros anteriores.

O pH apresentou uma forte correlação negativa com as cinzas (-0,905) e com os ácidos gordos C18:0 (-0,855), C18:3n3 (-0,887) e SFA (-0,882), bem como com o K (-0,836). Contudo, também apresentou correlações positivas com o C18:1n9c (0,837) e MUFA (0,828), sugerindo que o pH está inversamente relacionado com a quantidade de cinzas e de certos ácidos gordos.

O teor de humidade mostrou boas correlações positivas com o C16:1 (0,863) e C23:0 (0,843), indicando que a humidade pode estar relacionada com o aumento de certos ácidos gordos ou componentes lipídicos específicos.

Tabela 15. Valores de correlação entre as variáveis analisadas sem a farinha de inseto.

	a	b	C	h	aw	pH	Humidade	Cinzas	Proteína	Gordura	C14_0	C16_0	C16_1	C17_0	C17_1	C18_0	C18_1n9c	C18_2n6c	C18_3n3	C20_0	C20_1	C22_0	C20_5n3	C23_0	SFA	MUFA	PUFA	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Fibras	
L	-896**	.711**	0,374	.889**	-0,243	.863**	-0,442	-.816**	-0,304	-0,172	-0,033	-0,511	-.671**	0,032	-.618*	-.779**	.861**	-.814**	-.913**	-0,387	-0,348	-0,255	.931**	-0,300	-.638*	.853**	-.817**	-.854**	-0,066	-.689*	-.584*	-.657*	0,422	-0,255	-0,082	
a		-.703*	-0,282	-.959**	-0,081	-.674*	0,389	.611*	-0,015	-0,044	-0,225	0,270	0,562	0,065	.802**	0,570	-.762**	.835**	.794**	0,122	0,161	-0,025	-.836**	0,089	0,369	-.755**	-.835**	.789**	0,151	0,485	0,471	0,389	-0,421	-0,034	0,372	
b			.879**	.873**	0,194	0,380	0,102	-0,477	-0,159	-0,168	0,001	-0,116	-0,213	-0,175	-0,485	-0,467	.633**	-.773**	-.675**	-0,280	-0,311	-0,179	.639*	0,294	-0,179	.633**	-.773**	-0,563	0,089	-0,467	-0,524	-0,339	0,407	0,082	-0,479	
C				0,537	0,176	0,083	0,369	-0,260	-0,211	-0,270	-0,135	0,026	0,069	-0,219	-0,123	-0,249	0,338	-0,471	-0,383	-0,291	-0,323	-0,264	0,305	0,418	-0,001	.633**	-0,471	-0,249	0,219	-0,310	-0,395	-0,218	0,236	0,069	-0,376	
h					0,138	.613*	-0,236	-.603*	-0,071	-0,029	0,148	-0,247	-0,482	-0,109	-.745**	-.578*	.778**	-.879**	-.811**	-0,190	-0,213	-0,044	.828**	0,051	-0,335	.773**	-.879**	-.768**	-0,054	-0,512	-0,521	-0,392	0,466	0,071	-0,437	
aw						-0,349	0,353	0,301	0,358	0,201	0,159	0,294	0,394	-0,104	-0,107	0,252	-0,041	-0,193	0,112	0,154	0,078	0,119	-0,112	.756**	0,415	-0,032	-0,189	0,086	0,037	0,165	-0,002	0,359	0,343	0,466	-.628*	
pH							-.653*	-.905**	-0,426	-0,227	-0,208	-.780**	-.777**	0,176	-0,401	-.855**	.837**	-.639*	-.887**	-0,480	-0,297	-0,439	.891**	-0,564	-.882**	.828**	-.643*	-.836**	-0,151	-.740**	-0,550	-.736**	0,419	-0,498	0,224	
Humidade								0,451	-0,026	0,069	-0,372	0,417	.863**	0,251	.582*	0,228	-0,250	0,047	0,319	-0,236	-0,137	-0,197	-0,384	.843**	-0,478	-0,230	0,051	.645*	-0,124	0,042	-0,121	0,235	-0,068	0,023	-0,331	
Cinzas								0,377	0,236	0,361	.586*	0,508	-0,126	0,215	.853**	-.800**	.676*	.854**	.613*	0,464	.582*	-.853**	0,414	.744**	-.798**	.679*	.834**	0,262	.856**	.782**	.895**	-0,253	.613*	-0,307		
Proteína								0,518	.759**	.770**	0,241	-.622*	-0,281	.681**	-0,550	0,334	0,470	.720**	0,187	0,541	-0,453	0,130	.745**	-0,554	0,337	0,153	-0,214	0,525	0,287	0,473	-0,539	0,436	-0,325			
Gordura									0,243	0,349	0,111	-0,182	-0,098	0,308	-0,197	0,076	0,212	0,285	-0,002	0,182	-0,145	0,087	0,341	-0,199	0,078	0,069	-0,392	0,066	-0,044	0,260	-0,263	0,240	0,008			
C14_0										0,488		-0,249	-.746**	-.699**	.594*	-0,404	0,284	0,314	.903**	0,431	.826**	-0,279	-0,139	0,506	-0,419	0,284	-0,063	0,265	.668*	0,575	0,536	-0,299	.673*	-0,436		
C16_0												.629*	-0,487	0,053	.796**	-0,716**	0,424	.689*	0,568	0,069	0,499	-0,661**	0,413	.969**	-.712**	0,429	0,455	-0,026	.595*	0,314	0,508	-.610*	0,498	-0,231		
C16_1													0,090	.672*	0,446	-0,515	0,305	0,576	-0,051	-0,084	-0,071	-.613*	.739**	.664*	-0,495	0,310	.676*	-0,166	0,221	-0,032	0,238	-0,327	-0,012	-0,139		
C17_0														0,452	-0,516	0,412	-0,312	-0,296	-.689*	-0,217	-0,538	0,288	0,117	-0,468	0,423	-0,312	0,233	-0,422	-0,443	-0,252	0,477	-0,426	0,184			
C17_1																0,095							0,082	-0,328	0,411	.631*	-0,217	-0,074	-0,090	-0,055	-0,239	-0,477	0,450			
C18_0																							0,200	.883**	-.946**	.801**	.641*	0,267	.903**	.755**	.798**	-0,593	.649*	-0,161		
C18_1n9c																								-0,083	-.786**	1.000**	-.932**	-.725**	-0,218	-.839**	-.709**	-.661*	.707*	-0,387	-0,069	
C18_2n6c																									-0,196	0,503	-.933**	1.000**	.663**	.757**	.735**	0,538	-.671*	0,197	0,289	
C18_3n3																																				0,069
C20_0																																				-0,309
C20_1																																				-0,309
C22_0																																				-0,309
C20_5n3																																				-0,375
C23_0																																				-0,010
SFA																																				-0,634*
MUFA																																				-0,395
PUFA																																				-0,071
K																																				0,286
Na																																				0,085
Ca																																				0,199
Mg																																				0,286
Fe																																				0,286
Mn																																				0,286
Zn																																				0,286

**A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades)

*A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades)

O teor de cinzas apresentou fortes correlações positivas com o C18:0 (0,853), C18:3n3 (0,854), K (0,834), Ca (0,856) e Fe (0,895), além de uma correlação negativa com o C18:1n9c (-0,800). Tal como era esperado, a quantidade de cinzas está relacionada com a dos minerais, principalmente com os maioritários, justificando as correlações positivas obtidas entre estes.

A Figura 14 apresenta a análise de componentes principais efetuada aos resultados físico-químicos obtidos, tendo-se identificado dois componentes principais. Em termos de variância total explicada, os dois componentes principais analisados explicaram 76,0% da mesma. O primeiro componente (PC1) explicou 55,6% e o segundo componente (PC2) 20,4%. As variáveis que mais contribuíram para o PC1 de forma positiva foram o a^* , cinzas, Ca, C18:0, C18:2n6c, SFA e PUFA, enquanto negativamente, se destacaram o L^* , pH, C18:1n9c, C20:5n3 e MUFA. Para o PC2, contribuíram de forma positiva a fibra dietética e o ácido gordo C17:1, enquanto o C20:0 contribuiu de forma negativa.

Em termos de formulações, as quatro se distinguiram entre si. Contudo, observou-se que as Formulações 1 e 3 apresentaram-se mais próximas, ao contrário da Formulação 4, que se distanciou mais das restantes.

Observou-se que a Formulação 1 está correlacionada positivamente com o a^* , C18:2n6c e PUFA. A Formulação 2 apresentou a maior percentagem de C14:0. A Formulação 3, em conjunto com a 1, foi a que apresentou a maior percentagem de C17:1. A Formulação 4 apresentou o maior valor de L^* e as maiores percentagens de C18:1n9c e de C20:5n3, bem como de MUFA.

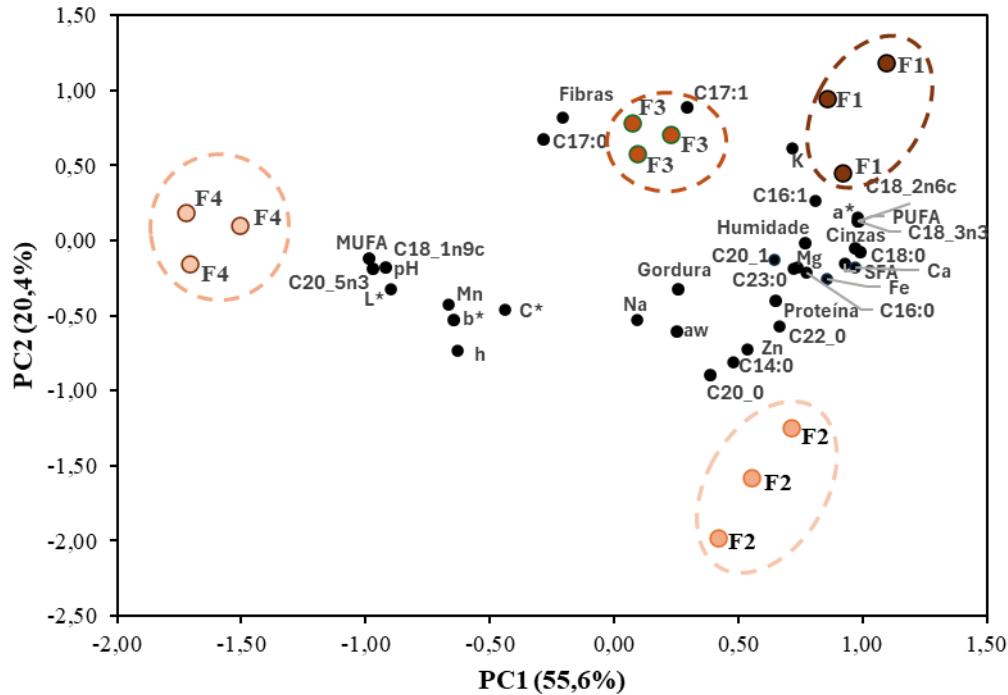


Figura 14. Análise de Componentes Principais das formulações sem a farinha de inseto.

3.2. Elaboração das barras de cereais com “farinha” de inseto

Tal como referido anteriormente, a Formulação 3, a envolver pasta de figo, arroz tufado, sementes de sésamo, amêndoa laminada, manteiga de amêndoa e mel, foi a escolhida para adicionar a “farinha” do inseto *Acheta domesticus*. Nesta secção serão apresentados os dados físico-químicos, sensoriais e microbiológicos das barras desenvolvidas com a incorporação de 5% e 10% de “farinha” do inseto, bem como da formulação controlo, cujo principal objetivo foi avaliar o impacto dessa “farinha” nas características das formulações.

3.2.1. Cor

A Tabela 16 elenca os parâmetros da cor avaliados nas três formulações de barras de cereais desenvolvidas com “farinha” de inseto.

Tabela 16. Parâmetros de cor (média \pm desvio padrão) avaliados nas formulações de barras com a “farinha” de inseto.

Formulações	L^*	a^*	b^*	C^*	Tonalidade
Form. 1	44,7 \pm 1,5 ^a	11,1 \pm 0,6 ^a	23,9 \pm 0,8 ^a	26,4 \pm 1,0 ^a	65,0 \pm 0,5 ^a
Form. 2	42,0 \pm 1,6 ^a	9,2 \pm 0,6 ^b	19,6 \pm 0,9 ^b	21,7 \pm 1,1 ^b	65,0 \pm 0,6 ^a
Form. 3	44,4 \pm 1,3 ^a	8,7 \pm 0,6 ^b	18,5 \pm 0,8 ^b	20,5 \pm 0,9 ^b	65,0 \pm 0,6 ^a

Letras diferentes por coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação ao parâmetro L^* , que representa a luminosidade (0 – preto e 100 – branco) não se observaram diferenças significativas entre as três formulações avaliadas, não sendo as amostras nem muito claras, nem muito escuras, situando-se a média em torno de 43,7. Sobre o parâmetro a^* , a Formulação 1 possui um valor ligeiramente maior do que as Formulações 2 e 3, o que a leva a ser diferente estatisticamente. Esta situação pode ser explicada pelo facto das Formulações 2 e 3 terem a incorporação de “farinha” de inseto. Os valores de a^* por serem positivos podem indicar que a cor apresenta tonalidades avermelhadas, tendo sido superior na formulação controlo (Formulação 1), indicando que a adição de “farinha” de *Acheta domesticus* reduz essa tonalidade.

A diferença observada na Formulação 1 face às Formulações 2 e 3, as quais não diferem entre si, também se aplicou aos parâmetros b^* e C^* . A Formulação 1 aproxima-se mais do amarelo (maior valor de b^*) e apresenta o maior valor de C^* , possuindo uma cor mais saturada ou vívida. Contudo, relativamente ao parâmetro h, que representa a matriz ou a tonalidade, não se observaram diferenças significativas entre as formulações avaliadas, indicando que têm uma tonalidade semelhante. Deste modo, a adição de “farinha” de inseto até 10% altera alguns parâmetros de cor; no entanto, a tonalidade ainda não foi significativamente alterada.

3.2.2. Características químicas

A Tabela 17 elenca as principais características químicas avaliadas nas formulações das barras de cereais com a “farinha” de inseto, valores expressos em % de peso seco.

Tabela 17. Teores (média ± desvio padrão) de cinzas, proteína, gordura total e fibra dietética total e hidratos de carbono nas formulações com a “farinha” de inseto em % p.s.

Parâmetros	Form. 1	Form. 2	Form. 3
Cinzas	3,16±0,01 ^b	3,17±0,02 ^b	3,26±0,02 ^a
Proteína	19,1±1,5 ^b	21,7±0,6 ^b	25,6±1,6 ^a
Gordura total	62,3±2,4 ^a	52,9±7,5 ^a	45,1±16,2 ^a
Fibra dietética total	6,2±0,6 ^a	6,2±0,6 ^a	6,1±0,4 ^a
Hidratos de carbono ¹	9,2±4,5	16,0±8,7	19,9±18,2

Letras diferentes por linha indicam diferenças significativas (p<0,05).

¹Valores determinados por diferença (100 – Cinzas (% p.s.) – Proteína (% p.s.) – Gordura total (% p.s.) – Fibra dietética total (% p.s.)).

A Tabela 18 elenca as principais características químicas avaliadas nas formulações das barras de cereais com a “farinha” de inseto, expressos em % de peso fresco.

Tabela 18. Valores (média ± desvio padrão) de atividade da água (a_w), pH, humidade, cinzas, proteína, gordura total, fibra dietética total, hidratos de carbono, valor energético e % de energia fornecida pela proteína nas formulações com a “farinha” de inseto.

Parâmetros	Form. 1	Form. 2	Form. 3
a_w	0,434±0,002 ^c	0,544±0,001 ^b	0,566±0,001 ^a
pH	5,33±0,05 ^b	5,48±0,01 ^{a,b}	5,55±0,02 ^a
Humidade (% p.f.)	21,3±0,7 ^a	18,9±0,9 ^b	18,6±0,6 ^b
Cinzas (% p.f.)	2,49±0,01 ^c	2,57±0,01 ^b	2,65±0,02 ^a
Proteína (% p.f.)	15,1±1,2 ^b	17,6±0,5 ^b	20,9±1,3 ^a
Gordura total (% p.f.)	49,1±1,9 ^a	42,9±6,1 ^a	36,7±13,2 ^a
Fibra dietética total (% p.f.)	4,9±0,5 ^a	5,0±0,5 ^a	5,0±0,3 ^a
Hidratos de carbono (% p.f.) ¹	7,1±4,3	13,0±8,0	16,2±15,4
Valor Energético (kcal/100 g) ²	540	518	489
% Energia fornecida pela proteína	11,2	13,6	17,1

Letras diferentes por linha indicam diferenças significativas (p<0,05).

¹Valores determinados por diferença (100 – Humidade (% p.f.) – Cinzas (% p.f.) – Proteína (% p.f.) – Gordura total (% p.f.) – Fibra dietética total (% p.f.)).

²Valor Energético (kcal/100 g p.f.) = 4 × Teor em Proteína (% p.f.) + 9 × Teor em Gordura total (% p.f.) + 4 × Teor em Hidratos de carbono (% p.f.) + 2 × Teor em Fibra dietética total (% p.f.)

Os valores obtidos para cada um dos parâmetros serão discutidos nas secções seguintes.

3.2.2.1. Atividade da água

Foi possível observar uma diferença significativa entre as três formulações analisadas, e que o valor de a_w aumentou progressivamente da Formulação 1 à Formulação 3. Como referido na secção 3.1.2.1, pelo facto de as formulações possuírem uma atividade da água

inferior a 0,6, há uma menor probabilidade de desenvolvimento e crescimento de microrganismos e por isso há uma maior estabilidade microbiológica das formulações.

3.2.2.2. Teor de humidade

Os resultados do teor de humidade permitem afirmar que a formulação controlo (Formulação 1) diferiu estatisticamente das restantes formulações com incorporação de “farinha” de inseto e que o teor de humidade diminuiu quando aumentou a percentagem de “farinha” de inseto nas formulações.

3.2.2.3. pH

Como os valores de pH não apresentaram uma distribuição normal, foi aplicado um teste não paramétrico, designadamente o Teste de Kruskal-Wallis. Foi possível identificar que entre as Formulações 1 e 2 não se observaram diferenças significativas em relação ao pH, o mesmo se aplicando às Formulações 2 e 3. Pelo facto dos valores do pH se situarem em torno de 5, as formulações não se mostraram muito ácidas, estando mais próximas da neutralidade. Os valores obtidos neste ensaio foram semelhantes aos determinados no ensaio anterior.

3.2.2.4. Cinzas

Entre as Formulações 1 e 2 não se observaram diferenças significativas no teor de cinzas em peso seco. Já para a Formulação 3 observou-se um ligeiro aumento do teor de cinzas, o que leva a concluir que a maior adição de “farinha” de inseto (10%) poderá ter contribuído para este aumento e também para o aumento no teor de minerais.

Num estudo realizado por Ribeiro et al. (2022), em que se avaliou o impacto dos métodos de desengorduramento e secagem no sabor geral e no perfil sensorial de uma barra de cereais que incorporava espécies de insetos comestíveis, encontrou-se teores de cinza iguais a 1,99g/100g nas barras desenvolvidas com cereais e “farinha” de grilo, valor este menor ao encontrado neste estudo, que ronda os 3,20%.

3.2.2.5. Minerais

Na Tabela 19 apresentam-se os valores dos minerais determinados nas diferentes formulações elaboradas neste estudo, visando a avaliação do impacto da inserção da “farinha” de inseto na composição mineral das barras desenvolvidas.

Tabela 19. Valores (média \pm desvio padrão; mg metal/ 100 g p.s.) referentes aos minerais determinados nas formulações controlo e com a “farinha” de inseto.

Minerais	Controlo	5% inseto	10% inseto
Potássio (K)	124,76 \pm 0,04 ^a	143,34 \pm 14,80 ^a	170,57 \pm 45,15 ^a
Sódio (Na)	1,8 \pm 0,3 ^c	5,7 \pm 0,2 ^b	10,1 \pm 2,0 ^a
Cálcio (Ca)	209 \pm 73 ^{a,b}	271 \pm 50 ^a	126 \pm 44 ^b
Magnésio (Mg)	121 \pm 52 ^a	173 \pm 28 ^a	79 \pm 38 ^a
Ferro (Fe)	2,8 \pm 0,4 ^a	3,3 \pm 0,5 ^a	3,0 \pm 0,4 ^a
Manganês (Mn)	0,98 \pm 0,35 ^a	0,94 \pm 0,11 ^a	0,77 \pm 0,04 ^a
Zinco (Zn)	2,6 \pm 0,4 ^c	3,9 \pm 0,7 ^b	5,2 \pm 0,1 ^a

Letras diferentes por linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Em relação aos minerais analisados, nota-se que não há diferenças significativas entre a formulação controlo e as formulações com a incorporação da “farinha” de inseto, no que se refere aos minerais potássio, magnésio, ferro e manganês. No entanto, nota-se que a adição da “farinha” de inseto nas formulações resultou em um aumento significativo de sódio e zinco nestas formulações. Portanto, a inserção da “farinha” de inseto nas barras de cereais pode ser vista como uma estratégia promissora para o aumento destes minerais nas formulações. O zinco é um mineral de extrema importância para a saúde humana, participando no metabolismo de proteínas, lípidos, hidratos de carbono e ácidos nucleicos, para além de agir como componente de diferentes enzimas de suma importância para os seres vivos. Ainda contribui na proteção celular, na síntese de DNA e RNA, na função imunológica e no desenvolvimento neurológico (Mafrá & Cozzolino, 2004).

Em relação ao sódio, para indivíduos com problemas de hipertensão arterial, estes devem estar atentos ao facto de que quanto maior a quantidade de inseto ingerido, maior a quantidade de sódio entrará no organismo. Este mineral, quando ingerido em excesso, é considerado como uma das causas para o aumento da pressão arterial (Santos, 2009).

Relativamente ao cálcio, este é estatisticamente semelhante na formulação de controlo e na formulação com 5% de “farinha” de inseto e também é semelhante na formulação de controlo e na formulação com 10% de “farinha” de inseto.

3.2.2.6. Proteína

Em termos de peso seco, a análise estatística dos resultados indicou que entre a Formulação 1 (controlo) e a Formulação 2 (5% de “farinha” de inseto) não se observaram diferenças significativas na percentagem de proteína (Tabela 17), levando a concluir que a adição de 5% de “farinha” de inseto não alterou de forma significativa o teor de proteína das barras de cereais. Pelo contrário, a Formulação 3 (10% de “farinha” de inseto) apresentou uma média de teor de proteína significativamente maior do que as restantes formulações. Resultados semelhantes foram obtidos ao exprimir os resultados em peso fresco (Tabela 18).

A Formulação 1, considerada a formulação controlo, na qual não houve adição da “farinha” de inseto apresentou um teor de proteína igual a 15,1%, o qual aumentou para 17,6 e 20,9%, após adição de 5 e 10% de “farinha” de inseto, respetivamente (Tabela 18). Estes resultados são semelhantes ao indicado nas barras de cereais da Portugal Bugs® com adição do inseto *Tenebrio molitor* sabor Maçã e Canela, as quais referem no rótulo 15% de proteína (informação disponível em 16-06-2025 https://www.girassol.com/alimentacao-c-insectos/11009-barra-tenebrio-maca-canela35g.html?_gl=1*bmi5ka*_up*MQ..*_ga*MTUzMTAwODQ2LjE3NDczODc3NTc.*_ga_WJ5Y33961H*cze3NDczODc3NTYkbzEkZzEkdDE3NDczODc5NjckajAkbDAkDA). A formulação de barras de cereais, mesmo na ausência de “farinha” de inseto, apresentou um teor considerável de proteína, atingindo valores comparáveis às barras Sabor Maçã e Canela enriquecidas com “farinha” de *Tenebrio molitor*. Essa equivalência na composição proteica evidencia a eficiência do perfil nutricional da formulação, destacando-se a utilização de ingredientes fontes de proteína de alta biodisponibilidade, como os frutos secos. A escolha estratégica desses ingredientes reforça a qualidade nutricional do produto, promovendo uma alternativa sustentável e nutritiva, alinhada às tendências de inovação em alimentos funcionais e de alto valor proteico.

A Formulação 2 com 5% de inseto apresentou um valor médio de proteína de 17,6%. Este valor assemelhou-se às barras enriquecidas com *Tenebrio molitor* Sabor Figo e laranja que possuem 18% de proteína na sua composição (Informação disponível em <https://www.girassol.com/alimentacao-c-insectos/11008-barra-tenebrio-figo-laranja-35g.html>). Por sua vez, a Formulação 3 que possui 10% de “farinha” de inseto na sua composição foi a formulação com maior quantidade de proteína, especificamente 20,9%. Resultado semelhante a este foi determinado em barras de *Tenebrio* Sabor Manteiga de

Amendoim e Mel com 20% de proteína na sua composição nutricional (informação disponível em <https://www.girassol.com/alimentacao-c-insectos/11010-barra-tenebrio-manteiga-de-amendoim-e>

[mel35g.html?_gl=1*135mvog*_up*MQ..*_ga*MTM1MDE2OTMwMy4xNzQ3Mzg4MzUy*_ga_WJ5Y33961H*cze3NDczODgzNTEkbzEkZzAkdDE3NDczODgzNTEkajAkbDAkaDA](https://www.girassol.com/alimentacao-c-insectos/11010-barra-tenebrio-manteiga-de-amendoim-e-mel35g.html?_gl=1*135mvog*_up*MQ..*_ga*MTM1MDE2OTMwMy4xNzQ3Mzg4MzUy*_ga_WJ5Y33961H*cze3NDczODgzNTEkbzEkZzAkdDE3NDczODgzNTEkajAkbDAkaDA)).

Ao comparar os valores obtidos com outros trabalhos, um valor inferior de proteína foi reportado por Ribeiro et al. (2022), em barras desenvolvidas com incorporação de “farinha” de grilo, em que foi determinado um teor de proteína de cerca de 12,7g /100g do produto.

Resultado do maior teor de proteína e do menor teor de gordura presente nas barras com adição de “farinha” de inseto, os valores energéticos médios diminuiram à medida que a percentagem de “farinha” de inseto foi aumentando. Verificou-se que as barras com 5 e 10% de farinha de inseto podem ser consideradas fonte de proteína, uma vez que para utilizar esta alegação, pelo menos, 12% do valor energético do alimento deve ser fornecido pela proteína (Regulamento (CE) N.º 1924/2006), o que se verificou.

3.2.2.7. Gordura total

Em relação à gordura total, não se observaram diferenças significativas entre as formulações analisadas, tanto em termos de peso seco (Tabela 17), como em peso fresco (Tabela 18). Apesar dos valores médios serem diferentes, o facto de não haver diferenças significativas pode ser explicado, em parte, pelos valores elevados de desvio padrão observados em algumas situações, principalmente na Formulação 3.

Em panquecas fortificadas com “farinha” de *Acheta domesticus*, foram determinadas quantidades muito inferiores de gordura, cerca de $2,37 \pm 0,04$ g/100g do produto fortificado com 30% de inseto (Bruttomesso et al., 2024). O mesmo aconteceu nos biscoitos enriquecidos com “farinha” de grilo, onde foi determinado um valor médio de $19,05 \pm 0,19$ g/100g do produto (Bas & El, 2022). Sendo assim, podemos concluir que neste estudo a maior contribuição da gordura veio de outros ingredientes, tais como a manteiga de amêndoa, amêndoas laminadas e sementes de sésamo, visto que as médias de gordura expressas em peso seco das três formulações variaram entre $45,1 \pm 16,2$ e $62,3 \pm 2,4$ (Tabela 17).

3.2.2.8. Perfil de ácidos gordos

A Tabela 20 apresenta os principais ácidos gordos identificados e quantificados nas formulações controlo e nas quais houve incorporação da “farinha” de inseto. É de referir que foi identificado o C18:3n6 (ácido gama-linolénico), porém a concentração identificada não foi quantificável.

Tabela 20. Percentagens (média \pm desvio padrão) referentes aos ácidos gordos identificados nas três formulações de barras de cereais com “farinha” de inseto desenvolvidas no presente trabalho.

Ácido Gordo	Form.1	Form.2	Form.3
C14:0 (Ác. Mirístico)	0,038 \pm 0,002 ^c	0,096 \pm 0,005 ^b	0,136 \pm 0,001 ^a
C16:0 (Ác. Palmítico)	9,777 \pm 0,338 ^b	12,753 \pm 0,386 ^a	12,695 \pm 0,500 ^a
C16:1 (Ác. Palmitoleico)	0,566 \pm 0,029 ^b	0,774 \pm 0,051 ^a	0,762 \pm 0,049 ^a
C17:0 (Ác. Margárico)	0,069 \pm 0,005 ^c	0,085 \pm 0,002 ^b	0,096 \pm 0,002 ^a
C17:1 (Ác. Margaroleico)	0,139 \pm 0,010 ^a	0,148 \pm 0,008 ^a	0,151 \pm 0,006 ^a
C18:0 (Ác. Esteárico)	3,014 \pm 0,146 ^a	2,446 \pm 0,387 ^a	2,403 \pm 0,199 ^a
C18:1n9c (Ác. Oleico)	44,815 \pm 0,249 ^a	44,255 \pm 0,260 ^{a,b}	44,090 \pm 0,317 ^b
C18:2n6c (Ác. Linoleico)	41,007 \pm 0,151 ^a	39,028 \pm 0,370 ^b	39,186 \pm 0,302 ^b
C18:3n3 (Ác. Alfa-Linolénico)	0,134 \pm 0,012 ^b	0,145 \pm 0,003 ^b	0,201 \pm 0,005 ^a
C20:0 (Ác. Araquídico)	0,194 \pm 0,004 ^a	0,143 \pm 0,004 ^b	0,144 \pm 0,009 ^b
C20:1 (Ác. Gadoleico)	0,105 \pm 0,004 ^a	0,080 \pm 0,003 ^c	0,093 \pm 0,005 ^b
C22:0 (Ác. Behénico)	0,044 \pm 0,002 ^a	0,021 \pm 0,001 ^b	0,022 \pm 0,001 ^b
C20:5n3+C22:1 (Ác. Eicosapentaenoico+ Ác. Erúcido)	0,035 \pm 0,003 ^a	0,013 \pm 0,001 ^b	0,008 \pm 0,001 ^c
C23:0 (Ác. (Tricosanoico)	0,064 \pm 0,002 ^a	0,013 \pm 0,001 ^b	0,011 \pm 0,001 ^c
SFA	13,199 \pm 0,337 ^b	15,556 \pm 0,513 ^a	15,507 \pm 0,522 ^a
MUFA	45,625 \pm 0,207 ^a	45,257 \pm 0,222 ^a	45,096 \pm 0,269 ^a
PUFA	41,176 \pm 0,144 ^a	39,186 \pm 0,371 ^b	39,388 \pm 0,305 ^b

Letras diferentes por linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Foram identificados 13 ácidos gordos individuais, coelundo o ácido eicosapentaenoico com o ácido erúcido.

Relativamente ao ácido mirístico (C14:0), a Formulação 1 apresentou o valor mais baixo (0,038 \pm 0,002), aumentando significativamente nas Formulações 2 (0,096 \pm 0,005) e 3 (0,136 \pm 0,001), respetivamente. Portanto, o aumento da “farinha” de inseto fez aumentar o teor deste ácido gordo. O mesmo contexto aplica-se ao ácido margárico (C17:0), em que aconteceu exatamente a mesma situação.

Em relação ao ácido palmítico (C16:0) e ao ácido palmitoleico (C16:1), a Formulação 1 diferiu estatisticamente das Formulações 2 e 3, em que houve um aumento destes ácidos gordos nas formulações que incorporavam “farinha” de inseto (Formulações 2 e 3). A Formulação 1 também diferiu estatisticamente das Formulações 2 e 3, especificamente no que se refere ao ácido linoleico (C18:2n6c), araquídico (C20:0) e ácido behénico (C22:0), só que nestes casos a Formulação 1 conteve maior teor destes ácidos gordos do que as formulações que continham “farinha” de inseto.

No que concerne aos ácidos margaroleico (C17:1) e esteárico (C18:0) não se observaram diferenças significativas entre as três formulações analisadas, demonstrando uma semelhança nas formulações em relação a estes ácidos gordos.

No que se refere ao C20:5n3+C22:1 (Ácido Eicosapentaenoico + Ácido Erúcido) e ao ácido tricosanoico (C23:0), todas as formulações diferiram estatisticamente entre si, diminuindo progressivamente da Formulação 1 à Formulação 3.

O ácido oleico (C18:1n9c), o maioritário, apresentou o maior valor médio na Formulação 1, não diferindo estatisticamente da Formulação 2. Contudo, esta formulação não diferiu estatisticamente da Formulação 3, em relação a este ácido gordo.

A percentagem de ácido gadoleico (C20:1) diferiu estatisticamente entre as formulações analisadas, tendo a Formulação 1 a maior quantidade (0,105±0,004), seguida da Formulação 3 (0,093±0,005). Esta última formulação foi a que apresentou a maior percentagem do ácido alfa-linolénico (C18:3n3).

Relativamente às classes dos ácidos gordos, em termos dos ácidos gordos saturados (SFA), as maiores percentagens foram obtidas nas Formulações 2 (15,556±0,513) e 3 (15,507±0,522), com adição de “farinha” de inseto, não existindo diferenças significativas entre elas. Assim, a Formulação 1 apresentou a menor percentagem em ácidos gordos saturados (13,199±0,337), diferindo das restantes formulações. Em relação aos ácidos gordos monoinsaturados (MUFA), os valores foram similares entre si, não se observando diferenças significativas entre as formulações. Os ácidos gordos polinsaturados (PUFA) apresentaram valores semelhantes entre as Formulações 2 e 3, enquanto na Formulação 1 se observou um aumento significativo face às formulações com incorporação da “farinha” de inseto.

Portanto, as Formulações 2 (5% “farinha” de inseto) e 3 (10% “farinha” de inseto), apresentaram maior percentual de SFA, enquanto a Formulação 1 (controlo) apresentou

maior percentual de PUFA. De referir que em todas as formulações, os ácidos gordos monoinsaturados (MUFA) foram os maioritários, contribuindo com cerca de 45%.

3.2.2.9. Fibra dietética total

Considerando os valores expressos em peso seco (Tabela 17), verificou-se que as três formulações apresentaram teores de fibra dietética total semelhantes. O mesmo se observou ao exprimir os valores em peso fresco (Tabela 18).

As três formulações podem ser consideradas fontes de fibra, uma vez que os valores médios foram superiores a 3 g de fibra por 100 g, que é o valor mínimo indicado no Regulamento (CE) N.º 1924/2006, relativo às alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos. Assim, as formulações elaboradas no presente trabalho demonstraram que os produtos obtidos permitiriam aumentar a ingestão de fibra na dieta. Este facto é especialmente relevante para consumidores que procuram produtos com alto teor de fibra para benefícios digestivos, controle glicémico ou saciedade.

Ao comparar os resultados obtidos no presente trabalho com os indicados nas barras “Tenébrio Figo Laranja”: 8,1 g; “Tenébrio Chocolate Amêndoa”: 8,1 g; “Tenébrio Maçã Canela”: 9,4 g; “Tenébrio Manteiga de Amendoim e Mel”: 6,8 g, encontradas no mercado (informação disponível em <https://www.girassol.com/alimentacao-c-insectos/11008-barra-tenebrio-figo-laranja-35g.html>; <https://www.girassol.com/alimentacao-c-insectos/11007-barra-tenebrio-chocolate-amendoa-35g.html>; <https://www.girassol.com/alimentacao-c-insectos/11009-barra-tenebrio-maca-canela-35g.html>; <https://www.girassol.com/alimentacao-c-insectos/11010-barra-tenebrio-manteiga-de-amendoim-e-mel-35g.html>), os valores determinados no presente trabalho foram inferiores. No entanto, como anteriormente indicado, os produtos elaborados podem ser considerados fonte de fibra.

3.2.3. Contagem de microrganismos

Na Tabela 21 encontram-se apresentados os valores médios das contagens por parâmetro microbiológico analisado, nas diferentes formulações de barras de cereais (controlo, 5% “farinha” de inseto e 10% “farinha” de inseto). Deve ser referido que também se decidiu analisar em conjunto os figos utilizados nas formulações, por considerar que seriam o ingrediente que poderia conter uma carga microbiológica superior por terem sido

adquiridos no mercado municipal de Bragança (avulso), por serem provenientes da região.

Tabela 21. Contagem média por parâmetro microbiológico analisado (média ± desvio padrão, n= 3) nos figos e nas barras de cereais sem (0%) e com “farinha” de inseto (5% e 10%).

Parâmetros avaliados	Figos	0% “farinha” de Inseto	5% “farinha” de Inseto	10% “farinha” de Inseto
		-----UFC/g-----		
Microrg. a 30°C	2,0x10 ² ± 1,4x10 ²	6,9x10 ² ± 2,4x10 ²	6,7x10 ² ± 9,8x10 ¹	5,8x10 ² ± 2,1x10 ²
Bolores	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10 ²
Leveduras	7,4x10 ³ ± 5,9x10 ³	<10 ²	<10 ²	<10 ²
Coliformes	<10	<10	<10	<10
<i>E. coli</i>	<10	<10	<10	<10

As barras analisadas apresentaram uma qualidade microbiológica considerada satisfatória, de acordo com os valores-guia do INSA (2019), considerando que este alimento pertence ao grupo 1A (alimentos totalmente cozinhados, não manuseados após o tratamento térmico), uma vez que o resultado analítico se encontrou abaixo do limite considerado satisfatório (microrganismos a 30 °C e leveduras < 10³ UFC/g; bolores <5x10² UFC/g e coliformes e *E. coli* < 10 UFC/g), apesar dos figos utilizados apresentarem uma contagem de leveduras ligeiramente elevada, entre 10³ - ≤10⁴. A bactéria *E. coli*, cuja presença nos alimentos indica o não cumprimento das boas práticas de higiene, não foi detetada em nenhuma das formulações, nem nas amostras de figo. Apesar dos resultados dos microrganismos a 30 °C serem considerados satisfatórios, o crescimento que ocorreu pode estar associado ao processo de arrefecimento das barras ter ocorrido em ambiente aberto, promovendo assim a contaminação.

Para garantir a segurança alimentar e a alta qualidade das futuras formulações de barras de cereais, é imprescindível implementar um controlo rigoroso e sistemático das matérias-primas utilizadas em todo o processo de produção. Uma das estratégias mais eficazes para alcançar esse objetivo é realizar análises microbiológicas detalhadas de cada um dos ingredientes que compõem a formulação, pois permitirá identificar, de forma precoce, possíveis contaminações microbiológicas nos ingredientes antes que eles sejam processados ou incorporados na produção. Para além da análise microbiológica dos ingredientes, é igualmente fundamental adotar e reforçar rigorosas boas práticas de higiene pessoal e de fabrico (BPF), que englobam uma série de procedimentos e condições que visam garantir a segurança e a higiene durante toda a cadeia produtiva.

3.2.4. Análise Sensorial

Na análise sensorial das barras com “farinha” de inseto foram apresentadas 3 formulações codificadas com a incorporação de 0%, 5% e 10% de “farinha” de inseto, tendo participado 44 provadores não treinados. As condições da aplicação da análise sensorial foram as mesmas das aplicadas na análise sensorial das barras sem a “farinha” de inseto. Dos 44 provadores, 66% eram do sexo feminino e 34% do sexo masculino. As idades dos participantes estavam distribuídas de acordo com as seguintes percentagens: a faixa de 18 a 25 anos representou 59% dos provadores, indicando uma participação predominante desta faixa etária; de 26 a 40 anos correspondeu a 25%; enquanto os participantes com mais de 40 anos representaram 16% do total, representando a menor percentagem dos provadores. Quando questionados sobre o consumo de barras de cereais, 91% já consumiram e apenas 9% indicaram nunca ter consumido barras de cereais. Em relação à frequência de consumo, 61,4% dos provadores referiram que consomem às vezes, 27,0% raramente e 2,3% sempre (Figura 15).

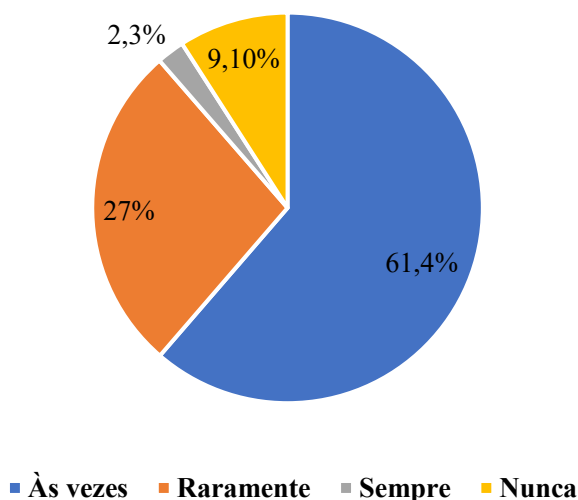


Figura 15. Frequência do consumo das barras de cereais.

Para compreender melhor a relação entre o consumo de barras de cereais e o sexo dos indivíduos, foi utilizado o Teste Exato de Fisher, estando os dados apresentados na Tabela 22. Foi possível concluir que não existiram diferenças significativas entre o consumo de barras de cereais e o sexo dos avaliadores, uma vez que o valor de $p=0,596$.

Tabela 22. Relação entre o consumo de barras de cereais e o sexo dos provadores.

		Sexo		
		F	M	Total
Consumo de barras de cereais	Sim	27 (61%)	13 (29%)	40
	Não	2 (5%)	2 (5%)	4
Total		29	15	44

A Tabela 23 apresenta a relação entre o consumo de barras de cereais e a idade dos provadores, tendo sido possível observar através do Teste qui-quadrado, a não existência de diferenças significativas entre o consumo de barras de cereais e a idade dos provadores ($p=0,641$).

Tabela 23. Relação entre o consumo de barras de cereais e a idade dos provadores.

		Idade			Total
		10-25	26-40	> 40	
Consumo de barras de cereais	Sim	23(52%)	10(23%)	7(16%)	40
	Não	3(7%)	1(2%)	0(0%)	4
Total		26	11	7	44

O gráfico de aranha, representado na Figura 16, elenca os valores médios dos parâmetros avaliados durante a análise sensorial das três formulações. No Anexo V encontram-se as tabelas com os valores médios, desvio padrão, mediana, coeficiente de variação, mínimo e máximo de cada formulação.

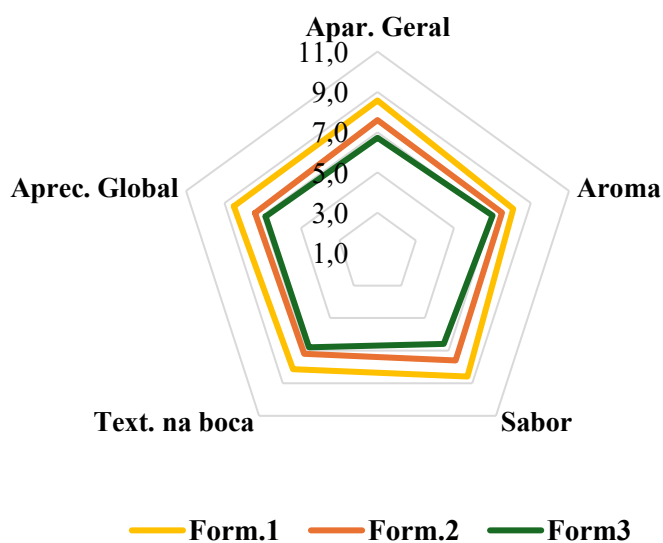


Figura 16. Parâmetros avaliados na análise sensorial nas diferentes formulações de barras de cereais com “farinha” de inseto.

Claramente se notou que a formulação controlo (0% “farinha” de inseto) foi a formulação com a melhor classificação em relação a todos os parâmetros sensoriais analisados. Contudo, deve ser referido que em termos médios, todas as formulações foram positivamente avaliadas (valores iguais ou superiores a 6,6) em termos de aparência geral, aroma, sabor, textura na boca e apreciação global.

Estes resultados foram de encontro aos obtidos na questão colocada aos provadores sobre a formulação de que mais gostaram. Dos provadores, 71% mencionaram a Formulação 1, 20% a Formulação 2 e 9% a Formulação 3. Assim, a formulação com 5% de “farinha” de inseto foi preferida face à formulação com 10%. A nota atribuída pelos provadores relativamente aos diferentes parâmetros alinou-se com a resposta dada à questão da amostra que mais gostaram. Assim, aquelas amostras que os provadores mencionaram como sendo as preferidas, lhes atribuíram também as melhores classificações. Por isso, neste ponto de vista, apesar dos provadores não serem treinados, demonstraram uma coerência na avaliação das formulações.

Também foram realizados testes estatísticos com o intuito de averiguar se existiram diferenças significativas em relação à preferência ou não pelas formulações entre o sexo feminino e o masculino dos diversos provadores que participaram na análise sensorial. Os resultados obtidos e apresentados na Tabela 24 indicaram não existirem diferenças significativas entre homens e mulheres no que diz respeito à formulação mais apreciada ou menos apreciada ($p= 0,189$ e $p=0,537$, respetivamente). Assim, pode-se concluir que a preferência ou não pelas formulações analisadas não variou com o sexo, não existindo a interferência do sexo dos provadores na preferência pelas amostras.

Tabela 24. Relação entre a formulação de que mais gostou e menos gostou e o sexo dos provadores.

Parâmetro analisado	Sexo	Controlo	5% inseto	10% inseto	Total
Formulação que menos gostou	F	3(6,8%)	7(15,9%)	19(43,2%)	29(65,9%)
	M	3(6,8%)	2(4,5%)	10(27,7%)	14(34,1%)
	Total	6(13,6%)	9(20,5%)	29(65,9%)	44(100%)
Formulação que mais gostou	F	22(50,0%)	6(13,6%)	1(2,3%)	29(65,9%)
	M	9(20,5%)	3(6,8%)	3(6,8%)	15(34,1%)
	Total	31(70,5%)	9(20,5%)	4(9,1%)	44(100%)

O mesmo teste foi realizado para identificar se existiam diferenças significativas entre as formulações que mais gostaram ou mais desgostaram e a idade dos provadores. A Tabela 25 elenca os resultados obtidos e a relação entre a formulação mais apreciada e a menos apreciada e a idade dos provadores.

Foi constatado que também não existiram diferenças estatísticas em relação às formulações preferidas ou menos preferidas e a idade dos provadores ($p=0,363$ e $p=0,515$, respectivamente), isto é, neste estudo a idade não influenciou a preferência das formulações.

Tabela 25. Relação entre a formulação que mais gostou e menos gostou e a idade dos provadores.

Parâmetro analisado	Idade	Controlo	5% inseto	10% inseto	Total
Formulação que menos gostou	18-25	4(9,1%)	5(11,4%)	17(38,6%)	26(59,1%)
	26-40	0(0,0%)	3(6,8%)	8(18,2%)	11(25,0%)
	>40	2(4,5%)	1(2,3%)	4(9,1%)	7(15,9%)
	Total	6(13,6%)	9(20,5%)	29(65,9%)	44(100,0%)
Formulação que mais gostou	18-25	19(43,2%)	5(11,4%)	2(4,5%)	26(59,1%)
	26-40	8(18,2%)	1(2,3%)	2(4,5%)	11(25,0%)
	>40	4(9,1%)	3(6,8%)	0(0,0%)	7(15,9%)
	Total	31(70,5%)	9(20,5%)	4(9,1%)	44(100,0%)

3.2.3. Correlação de variáveis e Análise de componentes principais das barras com a “farinha” de inseto

A Tabela 26 apresenta uma análise detalhada dos resultados do segundo ensaio a envolver “farinha” de inseto, e na qual se pretende identificar as correlações existentes entre as variáveis estudadas, permitindo compreender as relações e interdependências existentes entre elas. De acordo com os resultados da Tabela 26, verificou-se a existência de uma correlação altamente significativa e positiva entre variáveis relacionadas com os ácidos gordos, como o C16:0, C18:2n6c, C20:5n3, C23:0, SFA, MUFA e PUFA, que apresentaram correlações extremamente altas com outros ácidos gordos (como por exemplo, o C16:0 com o C16:1 ($r=0,981$); o C18:2n6c com o C20:0 ($r=0,962$); C20:5n3 com o C23:0 ($r=0,988$); o SFA com o C16:0 ($r=0,982$); o MUFA com o C18:1n9c ($r=0,992$) e o PUFA com o C18:2n6c ($r=1,000$)). Isso sugere que esses ácidos gordos e grupos de gordura tendem a variar de forma conjunta, possivelmente indicando padrões de composição lipídica.

Tabela 26. Valores de correlação entre as variáveis analisadas com a farinha de inseto.

	a	b	C	h	aw	pH	Humidade	Cinzas	Gordura	Proteína	Fibras	C14_0	C16_0	C16_1	C17_0	C17_1	C18_0	C18_1n9c	C18_2n6c	C18_3n3	C20_0	C20_1	C22_0	C20_5n3	C23_0	SFA	MUFA	PUFA	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn			
L	0,197	0,278	0,263	0,371	-0,320	-0,239	0,315	0,172	0,070	0,131	0,259	-0,118	-0,375	-0,347	-0,203	-0,303	0,249	0,125	0,438	0,127	0,443	0,582	0,488	0,342	0,387	-0,370	0,056	0,449	-0,142	-0,111	-,670*	-,723*	-0,133	-0,095	0,080			
a		,986**	,990**	-0,35	-,910**	-,816**	,803**	-0,554	0,578	-,874**	-0,232	-,872**	-,798**	-,721*	-,839**	-0,360	0,652	0,568	,823**	-0,632	,842**	,685*	,859**	,885**	,905**	-,778*	0,510	,817**	-0,640	-,841**	0,167	0,069	-0,268	0,481	-,748*			
b			,999**	-0,187	-,960**	-,882**	,853**	-0,611	0,604	-,877**	-0,075	-,924**	-,859**	-,792*	-,899**	-0,469	,720*	0,641	,870**	-0,691*	,897**	,701*	,917**	,944**	,953**	-,831**	0,578	,862**	-0,659	-,891**	0,170	0,06	-0,298	0,509	-,798**			
C				-0,218	-,953**	-,871**	,845**	-0,602	0,600	-,879**	-0,105	-,916**	-,850**	-,780*	-,889**	-0,448	,708*	0,629	,864**	-0,681*	,889**	,700*	,908**	,935**	,946**	-,823**	0,567	,856**	-0,657	-,883**	0,170	0,062	-0,294	0,504	-,791*			
h					-0,027	-0,116	0,088	-0,168	-0,081	0,207	,952**	-0,047	-0,102	-0,18	-0,084	-0,452	0,196	0,215	0,024	-0,146	0,061	-0,092	0,075	0,078	0,013	-0,066	0,203	0,019	0,067	-0,048	0,008	-0,039	-0,055	0,056	-0,068			
aw						,945**	-,886**	0,654	-0,690*	,816**	-0,151	,963**	,957**	,916**	,941**	0,623	-,791*	-,805**	-,941**	,717*	-,964**	-,738*	-,974**	-,994**	-,993**	,929**	-,746*	-,933**	0,570	,885**	-0,182	-0,068	0,393	-0,481	,877**			
pH							-,753*	,755*	-,803**	,796*	-0,226	,965**	,911**	,879**	,990**	,754*	-,773*	-,867**	-,860**	,846**	-,888**	-0,541	-,892**	-,961**	-,918**	,882**	-,830**	-,847**	0,576	,906**	-0,219	-0,106	0,408	-0,524	,903**			
Humidade								-0,470	0,491	-0,738*	0,155	-,829**	-,835**	-,835**	-,733*	-0,563	,805**	0,649	,795*	-0,550	,892**	,777*	,872**	,867**	,885**	-,773*	0,574	,790*	-0,309	-0,706*	0,306	0,212	-0,044	0,571	-,697*			
Cinzas									-0,514	,742*	-0,33	,811**	0,537	0,463	,808**	0,375	-0,344	-0,609	-0,533	,942**	-0,495	-0,034	-0,506	-0,654	-0,569	0,565	-0,629	-0,511	,672*	,864**	-0,552	-0,465	0,184	-0,47	,857**			
Gordura										-0,490	-0,028	-,707*	-,769*	-,754*	-,738*	-,730*	0,524	,890**	,708*	-0,602	,730*	0,466	0,666	,697*	,672*	-,783*	,902**	,700*	-0,116	-0,535	0,168	0,133	-0,284	0,257	-,706*			
Proteína											0,081	,896**	0,644	0,605	,836**	0,405	-0,671*	-0,528	-0,606	,842**	-0,675*	-0,349	-0,685*	-0,797*	-0,763*	0,591	-0,484	-0,588	,678*	,911**	-0,557	-0,451	0,175	-0,629	,830**			
Fibras												-0,188	-0,222	-0,283	-0,215	-0,423	0,254	0,335	0,151	-0,258	0,138	-0,051	0,132	-0,197	0,327	0,145	-0,071	-0,191	0,067	0,004	-0,223	0,135	-0,256					
C14_0													,888**	,848**	,975**	0,631	-,756*	-,813**	-,852**	,869**	-,881**	-0,544	-,884**	-,960**	-,927**	,861**	-,774*	-,837**	0,620	,949**	-0,383	-0,269	0,343	-0,56	,951**			
C16_0														,981**	,876**	,696*	-,780*	-,901**	-,970**	0,587	-,978**	-,808**	-,972**	-,958**	-,969**	,982**	-,851**	-,968**	0,375	,743*	-0,066	0,030	0,477	-0,359	,835**			
C16_1															,826**	,778*	-,854**	-,913**	-,910**	0,548	-,953**	-,790*	-,936**	-,925**	-,930**	,936**	-,856**	-,907**	0,258	,676*	-0,103	-0,008	0,467	-0,389	,801**			
C17_0																,670*	-,731*	-,811**	-,842**	,878**	-,852**	-0,491	-,870**	-,955**	-,908**	,853**	-,775*	-,828**	,678*	,953**	-0,236	-0,117	0,415	-0,542	,915**			
C17_1																	-,806**	-0,792*	-0,534	0,573	-0,670*	-0,383	-0,628	-0,672*	-0,611	0,607	-0,753*	-0,524	0,045	0,49	-0,15	-0,073	0,222	-0,46	0,562			
C18_0																		,679*	0,635	-0,551	,773*	0,590	,770*	,822**	,797*	-0,649	0,592	0,628	-0,265	-0,647	0,189	0,076	-0,298	,674*	-0,642			
C18_1n9c																			,823**	-0,645	,830**	0,559	,788*	,818**	,790*	-,897**	,992**	,815**	-0,177	-0,631	0,236	0,169	-0,448	0,313	-,852**			
C18_2n6c																					-0,527	,962**	,838**	,969**	,928**	,957**	-,989**	,778*	,1000**	-0,451	-0,734*	-0,021	-0,111	-0,482	0,233	-,796*		
C18_3n3																						-0,566	-0,075	-0,568	-0,731*	-0,635	0,563	-0,642	-0,503	0,654	,910**	-0,561	-0,459	0,157	-0,62	,856**		
C20_0																																						
C20_1																																						
C22_0																																						
C20_5n3																																						
C23_0																																						
SFA																																						
MUFA																																						
PUFA																																						
K																																						
Na																																						
Ca																																						
Mg																																						
Fe																																						
Mn																																						

**A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades)

*A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades)

Variáveis como a_w , pH, humidade, proteína, Na e Zn, também estão altamente correlacionadas entre si, indicando que fatores de processamento podem influenciar alguns aspetos da composição. Por exemplo, a a_w tem correlações elevadas com o C14:0 ($r=0,963$), C16:0 ($r=0,957$), e também com nutrientes como o Zn ($r=0,877$).

Os minerais Na e Zn apresentaram correlações elevadas com várias variáveis, incluindo lípidios, indicando que a presença ou concentração de minerais pode estar relacionada às características químicas da amostra. A forte correlação entre Ca e Mg ($r=0,989$) sugere uma relação mineralógica ou de origem comum.

A Figura 17 apresenta a análise dos componentes principais. Os dois principais componentes explicaram 84,0% da variância total. O primeiro componente principal (PC1) explicou 63,2% da variância e as variáveis que mais contribuíram de forma positiva para este componente foram a a_w , pH, C14:0, C16:0, C16:1, C17:0 e Na. Pelo contrário, as variáveis b^* , C, C18:0, C18:2n6c e C20:5n3 contribuíram de forma negativa. O segundo componente principal (PC2) explicou 20,8% da variância e as variáveis que mais contribuíram de forma positiva para este componente foram o L^* , tonalidade (h) e fibra, enquanto o Mg e Ca contribuíram de forma negativa.

Em relação às formulações, a formulação controlo (F1) demonstrou ter um perfil bastante distinto das formulações 2 e 3, as quais também se distinguiram entre si, mas numa menor extensão em relação à F1. Esta última formulação apresentou os maiores valores dos parâmetros a^* , b^* , C, Humidade, C20:0, C18:2n6c e PUFA. A Formulação 2 apresentou os maiores valores de C16:0, C16:1 e SFA, enquanto a Formulação 3 apresentou os maiores valores de a_w , C14:0, C17:0, cinzas, Na e Zn.

4. Conclusão

Para a realização das barras de cereais foram incorporados ingredientes nacionais como o figo, o mel e a amêndoa. Os ensaios preliminares realizados permitiram selecionar a Formulação 3, constituída por pasta de figo, arroz tufado, sementes de sésamo, amêndoa laminada, manteiga de amêndoa e mel, por apresentar uma composição equilibrada. A partir desta, desenvolveram-se posteriormente três formulações, das quais duas incluíam “farinha” de inseto (controlo, 5% “farinha” de inseto e 10% “farinha” de inseto).

Apesar da formulação preferida ter sido a formulação controlo, é de ressaltar que a média dos parâmetros da análise sensorial não foram muito distintos das formulações que continham a “farinha” de inseto, evidenciando o potencial das novas barras.

Todas as formulações apresentaram uma atividade da água inferior a 0,6, havendo uma menor probabilidade de desenvolvimento e crescimento de microrganismos. Os resultados da análise proteica indicaram que as barras desenvolvidas neste estudo continham um teor de proteína superior ao de algumas disponíveis no mercado, inclusive superior a algumas barras enriquecidas com o inseto *Tenebrio molitor*, mesmo na formulação controlo que não continha “farinha” de inseto. Contudo, só as barras com 5 e 10% de farinha de inseto podem ser consideradas fonte de proteína, uma vez que para utilizar esta alegação, pelo menos, 12% do valor energético do alimento deve ser fornecido pela proteína. Em termos de gordura total, as três formulações apresentaram valores entre $45,1 \pm 16,2$ e $62,3 \pm 2,4$ %, p.s, rica em ácidos gordos monoinsaturados e polinsaturados. As três formulações podem ainda ser consideradas fontes de fibra, uma vez que os valores médios foram superiores a 3 g de fibra por 100 g, que é o valor mínimo indicado no Regulamento (CE) N.º 1924/2006.

Os testes microbiológicos realizados demonstraram que todas as amostras avaliadas estavam dentro dos limites legais estabelecidos. No entanto, considera-se importante o reforço dos cuidados durante a manipulação, armazenamento e análise de ingredientes e principalmente durante o arrefecimento para garantir a segurança alimentar.

Portanto, a incorporação da “farinha” de *Acheta domesticus* nas formulações das barras de cereais desenvolvidas neste estudo mostrou ser uma alternativa viável e inovadora, contribuindo para um acréscimo de proteína nos produtos, sem pôr em causa a sustentabilidade ambiental que atualmente é um tema bastante debatido, principalmente por causa dos impactos negativos da obtenção convencional de proteína animal.

Esta abordagem alinha-se às tendências de consumo de alimentos que sejam nutritivos, sustentáveis e inovadores, reforçando o potencial da “farinha” de *Acheta domesticus* na indústria alimentar.

Referências

- AOAC, 1995. Official Methods of Analytical, 16th ed. Association of official Analytical, Arlington, VA, USA.
- Bartikiene, E., Zokaityte, E., Starkute, V., Zokaityte, G., Kaminskaite, A., Mockus, E., Klupsaite, D., Cernauskas, D., Rocha, J., Özogul, F., & Guiné, R. (2023). Crickets (*Acheta domesticus*) as Wheat Bread Ingredient: Influence on Bread Quality and Safety Characteristics. *Foods*, *12*(2), 325. <https://doi.org/10.3390/foods12020325>
- Bas, A., & El, S. N. (2022). Nutritional evaluation of biscuits enriched with cricket flour (*Acheta domesticus*). *International Journal of Gastronomy and Food Science*, *29*, 100583. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100583>
- Brena-Melendez, A., Garcia-Amezquita, L. E., Liceaga, A., Pascacio-Villafán, C., & Tejada-Ortigoza, V. (2024). Novel food ingredients: Evaluation of commercial processing conditions on nutritional and technological properties of edible cricket (*Acheta domesticus*) and its derived parts. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *92*, 103589. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2024.103589>
- Brogan, E. N., Park, Y.-L., Matak, K. E., & Jaczynski, J. (2021). Characterization of protein in cricket (*Acheta domesticus*), locust (*Locusta migratoria*), and silk worm pupae (*Bombyx mori*) insect powders. *LWT*, *152*, 112314. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112314>
- Bruttomesso, M., Bianchi, F., Pasqualoni, I., Rizzi, C., & Simonato, B. (2024). Evaluation of the technological and compositional features of pancakes fortified with *Acheta domesticus*. *LWT*, *199*, 116073. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116073>
- Cavalheiro, C. P., Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M., Pintado, T., Cruz, T. D. M. P., & Da Silva, M. C. A. (2023). Cricket (*Acheta domesticus*) flour as meat replacer in frankfurters: Nutritional, technological, structural, and sensory characteristics. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *83*, 103245. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103245>
- Chumjai, C., Tongtavee, N., Inson, C., & Sinthuvanich, C. (2023). Factors affecting histamine levels in edible crickets: Implications for post-harvest management and farmed cricket production. *Food Control*, *154*, 110036. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.110036>
- Concenco, F. I. G. D. R., Gonzales, R. N. D. L., Vizzotto, M., & Nora, L. (2018). Manufacturing and Sensorial Acceptance of Cereal Bars Enriched with Flaxseed (*Linum usitatissimum*) Flour. *Journal of Food Research*, *8*(1), 1. <https://doi.org/10.5539/jfr.v8n1p1>
- De Marchi, L., Mainente, F., Leonardi, M., Scheurer, S., Wangorsch, A., Mahler, V., Pilolli, R., Sorio, D., & Zoccatelli, G. (2021). Allergenicity assessment of the edible cricket *Acheta domesticus* in terms of thermal and gastrointestinal processing and IgE cross-reactivity with shrimp. *Food Chemistry*, *359*, 129878. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129878>
- DGAV *Esclarecimento Técnico Insetos*.n.º 1 (2022). Requisitos aplicáveis aos estabelecimentos que produzam e comercializam alimentos para consumo humano que incorporem insetos ou produtos à base de insetos.

- FAO. (2021). *Looking at edible insects from a food safety perspective*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4094en>
- Fuso, A., Leni, G., Prandi, B., Lolli, V., & Caligiani, A. (2024). Novel foods/feeds and novel frauds: The case of edible insects. *Trends in Food Science & Technology*, *147*, 104457. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104457>
- Gonçalves, C., Chavez, K., & Jorge, R. (2022). Entomofagia – consumo atual e potencial de futuro. *Acta Portuguesa de Nutrição*, *29*. <https://doi.org/10.21011/apn.2022.2913>
- Imathiu, S. (2020). Benefits and food safety concerns associated with consumption of edible insects. *NFS Journal*, *18*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2019.11.002>
- INSA_ *Valores_guia*. (sem data).
- IPIFF (International Platform of Insects for Food & Feed) . (2018). *Ipiff info sheets food products made with ingredients from insects: a healthy & sustainable choice*. Justus-Liebig-University Giessen, Giessen, Germany.
- Kulkarni, U. S., Munje, S. S., Undirwade, D. B., & Kolhe, A. V. (2022). *Insects as Human Food: Past and Future*. International Journal For Engineering Applications And Technology. <https://www.researchgate.net/publication/363367398>
- Kwon, O. (2022). Future prospects and development strategies of insect industry for food and feed in Korea. *Entomological Research*, *52*(8), 341–344. <https://doi.org/10.1111/1748-5967.12611>
- Lozada-Urbano, M., Bendezú Ccanto, J., Condori Chura, J., Rivera-Lozada, O., & Yañez, J. A. (2023). Development and acceptability of a cereal bar with *Atta sexdens* ant flour. *F1000Research*, *12*, 849. <https://doi.org/10.12688/f1000research.135516.1>
- Mafra, D., & Cozzolino, S. M. F. (2004). Importância do zinco na nutrição humana. *Revista de Nutrição*, *17*(1), 79–87. <https://doi.org/10.1590/s1415-52732004000100009>
- Matos, F. M. D., & Castro, R. J. S. D. (2021). Insetos comestíveis como potenciais fontes de proteínas para obtenção de peptídeos bioativos. *Brazilian Journal of Food Technology*, *24*, e2020044. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.04420>
- Mézes, M. (2018). Food safety aspect of insects: A review. *Acta Alimentaria*, *47*(4), 513–522. <https://doi.org/10.1556/066.2018.47.4.15>
- Mina, G., Peira, G., & Bonadonna, A. (2023). The Potential Future of Insects in the European Food System: A Systematic Review Based on the Consumer Point of View. *Foods*, *12*(3), 646. <https://doi.org/10.3390/foods12030646>
- Montanari, F. (2020). Production and commercialisation of insects as food and feed: Identification of the main constraints in the European Union. Tese de Mestrado em Ciências de Consumo de Alimentos. Universidade Aberta. pp. 150.
- MQ-CQA - Perfil de ácidos gordos nos alimentos—Joana Brito*. (sem data).
- Nicolau, P. B. (2014). *MICROORGANISMOS E CRESCIMENTO MICROBIANO*. Universidade Aberta. www.uab.pt.
- Nsps, R. (2023). SDG 2—Zeros Hunger & Nut and Cereal Bars Enriched with *Tenebrio Molitor* Flour. *Food Science & Nutrition Technology*, *8*(2), 1–5. <https://doi.org/10.23880/fsnt-16000294>

- Olivadese, M., & Dindo, M. L. (2023). Edible Insects: A Historical and Cultural Perspective on Entomophagy with a Focus on Western Societies. *Insects*, 14(8), 690. <https://doi.org/10.3390/insects14080690>
- Pasini, G., Cullere, M., Vegro, M., Simonato, B., & Dalle Zotte, A. (2022). Potentiality of protein fractions from the house cricket (*Acheta domestica*) and yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) for pasta formulation. *LWT*, 164, 113638. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113638>
- Pilco-Romero, G., Chisaguano-Tonato, A. M., Herrera-Fontana, M. E., Chimbo-Gándara, L. F., Sharifi-Rad, M., Giampieri, F., Battino, M., Vernaza, M. G., & Álvarez-Suárez, J. M. (2023). House cricket (*Acheta domestica*): A review based on its nutritional composition, quality, and potential uses in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 142, 104226. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104226>
- Portaria n.º 254/2003, Características e regras de rotulagem, acondicionamento, transporte, armazenagem e comercialização das farinhas destinadas a fins industriais e a usos culinários, bem como das sêmolos destinadas ao fabrico de massas alimentícias e a usos culinários. Diário da República n.º 66/2003, Série I-B de 2003-03-19.
- Ramalhosa, E., Najar, A., Soares, D., Afonso, E., Jemai, E., Landoulsi, F., Martins, F., Vaz, G., Cruz, I., Delgado, J., Basilio, J., & Corrêa, L. (2024). *Insetos: Alimentação do Futuro? Análise da mesma sob diferentes perspetivas*. Livro de Resumos. V Jornadas da Licenciatura em Dietética e Nutrição - Nutrição Preventiva na Atualidade, 6 e 7 de Junho de 2024, Instituto Politécnico de Bragança.
- REGULAMENTO (CE) N.º 1924/2006 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 20 de Dezembro de 2006 relativo às alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos.
- REGULAMENTO (CE) N.º 2073/2005 DA COMISSÃO de 15 de Novembro de 2005 relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios.
- Regulamento (CE) n.º 852/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Abril de 2004, relativo à higiene dos géneros alimentícios.
- REGULAMENTO (UE) 2015/2283 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 25 de novembro de 2015 relativo a novos alimentos, que altera o Regulamento (UE) n.º do Conselho e que revoga o Regulamento (CE) n.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e 258/97 do Parlamento Europeu e do Conselho e o Regulamento (CE) n.º 1852/2001 da Comissão.
- REGULAMENTO (UE) 2021/1372 DA COMISSÃO de 17 de agosto de 2021 que altera o anexo IV do Regulamento (CE) n.º 999/2001 do Parlamento Europeu e do Conselho no que diz respeito à proibição de alimentar animais de criação não ruminantes, com exceção de animais destinados à produção de peles com pelo, com proteínas provenientes de animais.
- REGULAMENTO DE EXECUÇÃO (UE) 2021/1975 DA COMISSÃO de 12 de novembro de 2021 que autoriza a colocação no mercado das formas congelada, desidratada e em pó de *Locusta migratoria* como novo alimento ao abrigo do Regulamento (UE) 2015/2283 do Parlamento Europeu e do Conselho e que altera o Regulamento de Execução (UE) 2017/2470 da Comissão.
- REGULAMENTO DE EXECUÇÃO (UE) 2022/169 DA COMISSÃO de 8 de fevereiro de 2022 que autoriza a colocação no mercado das formas congelada, desidratada e em pó de

tenébrio (larvas de *Tenebrio molitor*) como novo alimento ao abrigo do Regulamento (UE) 2015/2283 do Parlamento Europeu e do Conselho e que altera o Regulamento de Execução (UE) 2017/2470 da Comissão.

REGULAMENTO DE EXECUÇÃO (UE) 2022/188 DA COMISSÃO de 10 de fevereiro de 2022 que autoriza a colocação no mercado das formas congelada, desidratada e em pó de *Acheta domestica* como novo alimento ao abrigo do Regulamento (UE) 2015/2283 do Parlamento Europeu e do Conselho e que altera o Regulamento de Execução (UE) 2017/2470 da Comissão.

REGULAMENTO DE EXECUÇÃO (UE) 2023/58 DA COMISSÃO de 5 de janeiro de 2023 que autoriza a colocação no mercado das formas congelada, em pasta, desidratada e em pó de larvas de *Alphitobius diaperinus* (tenebrião-pequeno) como novo alimento e que altera o Regulamento de Execução (UE) 2017/2470.

Ribeiro, J. C. R. (2017). Estudo do potencial dos insetos comestíveis para aplicação na indústria alimentar. Tese de Mestrado em Bioquímica. Universidade do Porto.

Ribeiro, J. C., Santos, C., Lima, R. C., Pintado, M. E., & Cunha, L. M. (2022). Impact of defatting and drying methods on the overall liking and sensory profile of a cereal bar incorporating edible insect species. *Future Foods*, 6, 100190. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100190>

Samakradhamrongthai, R. S., Jannu, T., & Renaldi, G. (2021). Physicochemical properties and sensory evaluation of high energy cereal bar and its consumer acceptability. *Heliyon*, 7(8), e07776. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07776>

Siddiqui, S. A., Zhao, T., Fitriani, A., Rahmadhia, S. N., Alirezalu, K., & Fernando, I. (2024). *Acheta domestica* (house cricket) as human foods - An approval of the European Commission - A systematic review. *Food Frontiers*, 5(2), 435-473. <https://doi.org/10.1002/fft2.358>

Singh, Y., Cullere, M., Kovitvadhi, A., Chundang, P., & Dalle Zotte, A. (2020). Effect of different killing methods on physicochemical traits, nutritional characteristics, in vitro human digestibility and oxidative stability during storage of the house cricket (*Acheta domestica* L.). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 65, 102444. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102444>

Soares, L. P. (sem data). *Elaboração de barras de cereais a partir de frutos do cerrado*. Trabalho Escolar. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil

Santos, A. (2009). *Sódio, potássio, cloro e bicarbonato da dieta: Efeitos na pressão arterial e doença cardiovascular*. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/20513/2/47795.pdf>.

Verner, D., Roos, N., Halloran, A., Surabian, G., Tebaldi, E., Ashwill, M., Vellani, S., & Konishi, Y. (2021). Insect and Hydroponic Farming in Africa: The New Circular Food Economy. *The World Bank*. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1766-3>

Ververis, E., Boué, G., Poulsen, M., Pires, S. M., Niforou, A., Thomsen, S. T., Tesson, V., Federighi, M., & Naska, A. (2022). A systematic review of the nutrient composition, microbiological and toxicological profile of *Acheta domestica* (house cricket). *Journal*

of Food Composition and Analysis, 114, 104859.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104859>

Yu, T., Yuan, B., Huang, G., Zhang, Y., Ren, X., Xiao, J., & Huang, D. (2024). Effects of ultrafine grinding on nutritional, physicochemical and protein composition of *Acheta domesticus* powder. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 97, 103816.
<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2024.103816>

Anexos

Anexo I – Ficha de prova utilizada na Análise Sensorial das barras sem “farinha” de inseto

Avaliação sensorial de barras de cereais proteicas sem “farinha” do inseto *Acheta domesticus*

As barras de cereais são lanches práticos e nutritivos que desempenham um papel importante na alimentação saudável. Estas barras oferecem uma combinação de hidratos de carbono, fibras e proteínas, que ajudam a fornecer energia de forma rápida e sustentada. Esta pesquisa enquadra-se no âmbito da realização de uma dissertação do Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar e tem como objetivo principal desenvolver uma barra de cereal proteica e nutritiva, com uma composição que inclua “farinha” do inseto *Acheta domesticus* (grilo doméstico). Os produtos a analisar contêm os seguintes ingredientes: **arroz, amêndoa, figo, mel, sementes de sésamo e “farinha” de inseto**, podendo conter **alergénios**, que poderão causar alergias especialmente às **pessoas alérgicas a ácaros, crustáceos e moluscos, frutos de casca rija ou sementes de sésamo e produtos à base de sementes de sésamo**. Informamos que todos os dados recolhidos serão tratados de forma anónima.

Pedido de autorização e consentimento para participação na avaliação sensorial de barras de cereais. Indique a sua resposta:

- Sim quero participar
- Não quero participar

Por favor, responda às seguintes questões:

Seção I – Dados pessoais/outras informações

1. Sexo

- Feminino
- Masculino

2. Idade

- 18 – 25 anos
- 26 – 40 anos
- Mais de 40 anos

3. Já consumiu algum tipo de barra de cereal?

- Sim
- Não

3.1. Se sim, com que frequência?

- Sempre
- Às vezes
- Raramente

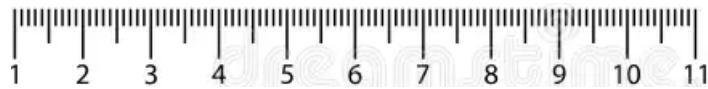
- Nunca

Seção II – Avaliação das formulações

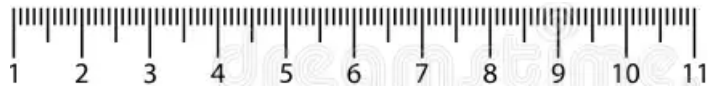
Prove e avalie as amostras que lhe são apresentadas.

Avalie de 1 (desgostei muito) a 11 (gostei muito), representando o 6 não gostei nem desgostei, as quatro (4) formulações apresentadas.

1. Aparência geral



2. Aroma



3. Sabor



4. Textura na boca



5. Apreciação Global



Seção III – Outras considerações

1. Qual a formulação que mais gostou e porquê?
2. Qual a formulação que menos gostou e porquê?
3. Deixe a sua sugestão para a melhoria das formulações.

Anexo II – Ficha de prova utilizada na Análise Sensorial das barras com “farinha” de inseto

Avaliação sensorial de barras de cereais proteicas com “farinha” do inseto *Acheta domesticus*

As barras de cereais são lanches práticos e nutritivos que desempenham um papel importante na alimentação saudável. Estas barras oferecem uma combinação de hidratos de carbono, fibras e proteínas, que ajudam a fornecer energia de forma rápida e sustentada. Esta pesquisa enquadra-se no âmbito da realização de uma dissertação do Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar e tem como objetivo principal desenvolver uma barra de cereal proteica e nutritiva, com uma composição que inclua “farinha” do inseto *Acheta domesticus* (grilo doméstico). Os produtos a analisar contêm os seguintes ingredientes: **arroz, amêndoa, figo, mel, sementes de sésamo e “farinha” de inseto**, podendo conter **alergénios**, que poderão causar alergias especialmente às **pessoas alérgicas a ácaros, crustáceos e moluscos, frutos de casca rija ou sementes de sésamo e produtos à base de sementes de sésamo**. Informamos que todos os dados recolhidos serão tratados de forma anónima.

Pedido de autorização e consentimento para participação na avaliação sensorial de barras de cereais. Indique a sua resposta:

- Sim quero participar
- Não quero participar

Por favor, responda às seguintes questões:

Seção I – Dados pessoais/outras informações

4. Sexo

- Feminino
- Masculino

5. Idade

- 18 – 25 anos
- 26 – 40 anos
- Mais de 40 anos

6. Já consumiu algum tipo de barra de cereal?

- Sim
- Não

6.1. Se sim, com que frequência?

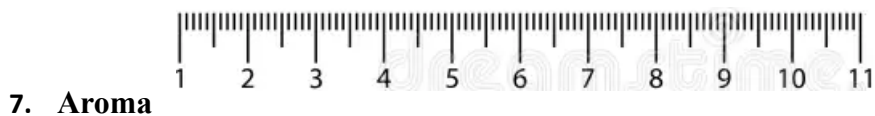
- Sempre
- Às vezes
- Raramente
- Nunca

Seção II – Avaliação das formulações

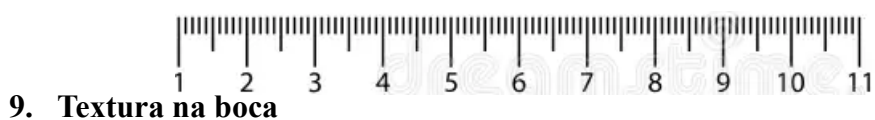
Prove e avalie as amostras 412, 510, 321 que lhe são apresentadas.

Avalie de 1 (desgostei muito) a 11 (gostei muito), representando o 6 não gostei nem desgostei, as três (3) formulações apresentadas.

6. Aparência geral



8. Sabor



10. Apreciação Global



Seção III – Outras considerações

4. Qual a formulação que mais gostou e porquê?

5. Qual a formulação que menos gostou e porquê?

6. Deixe a sua sugestão para a melhoria das formulações.

Anexo III – Parecer Comissão Ética IPB



Parecer

Dados do Funcionário

Nome: Ana Maria Nunes Português Galvão

Email: anagalvao@ipb.pt

Filiação: /Comissões Especializadas/Ética/Presidente

Parecer

Após leitura e análise do projeto intitulado: Desenvolvimento de uma barra de cereal com farinha de inseto (*Acheta domesticus*): Uma alternativa proteica e sustentável.

Os objetivos deste trabalho são o desenvolvimento de uma barra de cereal proteica e nutritiva, à base de farinha do inseto *Acheta domesticus* (grilo doméstico), espécie já autorizada na União Europeia para alimentação humana, em linha com o Regulamento de Execução (UE) 2022/188.

A Comissão de Ética do IPB emite Parecer Favorável/Deferido, salvaguardando que sejam cumpridas todas as normas e legislação em vigor sobre o manuseamento e qualidade de bens alimentares. Deferido.

Data

19/01/2025

Anexo IV – Parâmetros avaliados na análise sensorial das formulações sem a “farinha” de inseto.

Tabela IV.1. Valores relativos à Aparência Geral das formulações sem a “farinha” de inseto.

Formulação	Média ± Desvio Padrão	Coef. Variação	Mediana	Mínimo	Máximo
1	6,9±2,2 ^a	32,5	7,0	2,0	11,0
2	7,9±2,1 ^a	27,1	8,0	1,5	11,0
3	7,2±2,0 ^a	28,1	8,0	3,0	11,0
4	7,5±2,0 ^a	27,3	8,0	3,0	11,0

Letras diferentes por coluna indicam diferenças significativas (p<0,05).

Tabela IV.2. Valores relativos ao Aroma das formulações sem a “farinha” de inseto.

Formulação	Média± Desvio Padrão	Coef. Variação	Mediana	Mínimo	Máximo
1	7,6±2,4 ^a	32,4	8,0	1,5	11,0
2	7,1±2,5 ^a	34,7	7,0	1,0	11,0
3	8,2±1,7 ^a	20,6	8,0	4,0	11,0
4	7,4±2,0 ^a	27,0	8,0	4,0	11,0

Letras diferentes por coluna indicam diferenças significativas (p<0,05).

Tabela IV.3. Valores relativos ao Sabor das formulações sem a “farinha” de inseto.

Formulação	Média± Desvio Padrão	Coef. Variação	Mediana	Mínimo	Máximo
1	6,9±2,8 ^b	40,5	7,0	1,0	11,0
2	7,1±2,4 ^b	33,9	7,0	2,0	11,0
3	8,4±1,7 ^a	20,2	9,0	2,5	11,0
4	7,9±2,0 ^{a,b}	25,1	8,0	3,0	11,0

Letras diferentes por coluna indicam diferenças significativas (p<0,05).

Tabela IV.4. Valores relativos à Textura na boca das formulações sem a “farinha” de inseto.

Formulação	Média± Desvio Padrão	Coef. Variação	Mediana	Mínimo	Máximo
1	7,1±2,6 ^a	37,4	8,0	2,0	11,0
2	7,4±2,6 ^a	34,6	8,0	2,0	11,0
3	8,0±2,0 ^a	24,6	8,5	4,0	11,0
4	7,7±2,4 ^a	30,8	8,0	2,0	11,6

Letras diferentes por coluna indicam diferenças significativas (p<0,05).

Tabela IV.5. Valores relativos à Avaliação Global das formulações sem a “farinha” de inseto.

Formulação	Média± Desvio Padrão	Coef. Variação	Mediana	Mínimo	Máximo
1	7,2±2,4 ^a	33,9	7,0	1,5	11,0
2	7,4±2,2 ^a	30,3	8,0	2,0	11,0
3	8,2±1,7 ^a	21,2	8,5	2,5	11,0
4	8,0±2,0 ^a	25,5	8,0	4,0	11,0

Letras diferentes por coluna indicam diferenças significativas (p<0,05).

Anexo V – Parâmetros avaliados na análise sensorial das formulações com a “farinha” de inseto.

Tabela V.1. Valores relativos à Aparência Geral das formulações com a “farinha” de inseto e o controle.

Formulação	Média± Desvio Padrão	Coef. Variação	Mediana	Mínimo	Máximo
1	8,6±1,9 ^a	22,4	9,0	4,0	11,0
2	7,6±1,9 ^b	24,5	7,6	2,5	11,0
3	6,7±2,4 ^c	35,5	6,8	1,0	11,0

Letras diferentes por coluna indicam diferenças significativas entre amostras (p<0,05).

Tabela V.2. Valores relativos ao Aroma das formulações com a “farinha” de inseto e o controle.

Formulação	Média± Desvio Padrão	Coef. Variação	Mediana	Mínimo	Máximo
1	8,1±1,8 ^a	22,6	8,3	4,0	11,0
2	7,5±2,0 ^{a,b}	26,5	7,0	4,0	11,0
3	7,0±2,3 ^b	33,3	7,3	1,0	11,0

Letras diferentes por coluna indicam diferenças significativas entre amostras (p<0,05).

Tabela V.3. Valores relativos ao Sabor das formulações com a “farinha” de inseto e o controle.

Formulação	Média± Desvio Padrão	Coef. Variação	Mediana	Mínimo	Máximo
1	8,6±2,0 ^a	23,3	9,0	3,0	11,0
2	7,6±2,3 ^b	30,7	8,5	3,0	11,0
3	6,6±2,6 ^c	40,2	7,0	1,0	11,0

Letras diferentes por coluna indicam diferenças significativas entre amostras (p<0,05).

Tabela V.4. Valores relativos à Textura na boca das formulações com a “farinha” de inseto e o controle.

Formulação	Média± Desvio Padrão	Coef. Variação	Mediana	Mínimo	Máximo
1	8,1±2,0 ^a	24,2	8,3	2,0	11,0
2	7,2±2,3 ^b	31,7	6,8	3,0	11,0
3	6,8±2,5 ^b	36,9	7,3	1,0	11,0

Letras diferentes por coluna indicam diferenças significativas entre amostras (p<0,05).

Tabela V.5. Valores relativos à Apreciação Global das formulações com a “farinha” de inseto e o controle.

Formulação	Média± Desvio Padrão	Coef. Variação	Mediana	Mínimo	Máximo
1	8,5±1,9 ^a	22,3	9,0	3,0	11,0
2	7,4±2,1 ^b	28,5	7,8	3,0	11,0
3	6,8±2,6 ^c	37,3	6,5	1,0	11,0

Letras diferentes por coluna indicam diferenças significativas entre amostras (p<0,05).