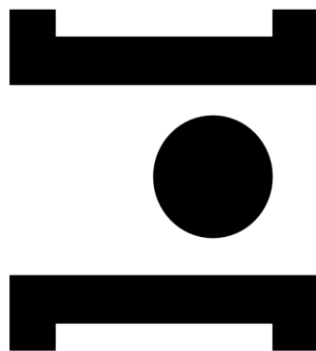


INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM
Escola Superior Agrária de Santarém



**POLITÉCNICO
DE SANTARÉM**

**Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de
produtos suplementados com proteaginosas**

Dissertação

Mestrado em Tecnologia Alimentar

Catarina Alexandra Vieira da Conceição

Orientação:

Orientadora: Ana Teresa da Cunha Machado Ribeiro

Coorientadora: Maria Gabriela Oliveira Lima Basto de Lima

Março, 2026

Este estudo foi financiado pelo seguinte projeto:

SPIN - Sustainable ProteIN - PRR-C05-i03-I-000192, cofinanciado pelo PRR - Plano de Recuperação e Resiliência pela União Europeia. Tem como objetivos promover o consumo de géneros alimentícios sustentáveis e saudáveis, estimular o desenvolvimento económico, ambiental e social dos territórios rurais, aliando a introdução de proteína sustentável à Dieta Mediterrânica, mas utilizando fontes inovadoras de proteína como os insetos e a proteína de pescado proveniente da espécie não nativa do Rio Tejo *Silurus glanis* (peixe-gato-europeu). Paralelamente, será usada proteína proveniente de chicharro e de grão-de-bico e ainda proteína bovina produzida em modo regenerativo.



Agradecimentos

À Escola Superior Agrária de Santarém, por me ter proporcionado a oportunidade de realizar este trabalho, no âmbito do Mestrado em Tecnologia Alimentar, e por todos os conhecimentos adquiridos ao longo do meu percurso académico.

À minha orientadora, Professora Doutora Ana Teresa da Cunha Machado Ribeiro, pela orientação, dedicação, disponibilidade e constante incentivo ao longo deste trabalho. Agradeço profundamente os ensinamentos transmitidos e o acompanhamento em todas as etapas deste projeto.

À minha coorientadora, Professora Doutora Maria Gabriela Oliveira Lima Basto de Lima, pela disponibilidade, apoio, sugestões e contributos para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu namorado, pelo carinho, compreensão, paciência e incentivo constante. Obrigada por sempre acreditares em mim e por estares sempre do meu lado.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional, força, amor e, principalmente, por todos os sacrifícios que fizeram para que tudo isto fosse possível.

Abreviaturas

a* – Eixo verde-vermelho

a.C. – Antes de Cristo

ACP – Análise de Componentes Principais

AOAC – Official Methods of Analysis

b* – Eixo azul - amarelo

C* - Chroma

CH – Chicharo

CH₄ – Metano

CIE – International Commission on Illumination

CO₂ – Dióxido de carbono

ESAS – Escola Superior Agrária de Santarém

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations/Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura

GB – Grão-de-Bico

H° – Tonalidade

H₂ – Hidrogénio

INE – Instituto Nacional de Estatística

INIAV – Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária

INSA – Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge

IPS – Instituto Politécnico de Santarém

ISO – International Organization for Standardization

L* – Luminosidade

Mha – Milhões de hectares

ODAP – Ácido β-N-oxalildiaminopropiónico

PRR– Plano de Recuperação e Resiliência

SPIN – Sustainable ProteIN

t – Tonelada

u.f.c. – Unidades formadoras de colónias

WBB – Célula de Warner-Bratzler

Resumo

Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de produtos suplementados com proteaginosas

A crescente preocupação da população com a saúde, a sustentabilidade e a qualidade nutricional tem impulsionado a procura por alimentos alternativos, mais equilibrados e inovadores. Neste contexto, as leguminosas, como o grão-de-bico e o chícharo, ganham destaque como ingredientes promissores devido ao seu valor nutricional, à versatilidade tecnológica e ao impacto positivo no meio ambiente.

Este trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de *wafers* enriquecidas com farinha de grão-de-bico e chícharo, explorando seu potencial na criação de *wafers* proteicas mais sustentáveis. Os resultados mostraram que ambas as formulações apresentam valores nutricionais interessantes e perfis microbiológicos dentro dos limites aceitáveis. As *wafers* de chícharo evidenciaram maior teor de proteína e firmeza, enquanto as de grão-de-bico tiveram melhor desempenho sensorial em alguns atributos.

Conclui-se que a incorporação de leguminosas em *wafers* constitui uma estratégia interessante para o desenvolvimento de produtos nutritivos e inovadores.

Palavras-chave: leguminosas, chícharo, grão-de-bico, *wafers*

Abstract

Physicochemical, microbiological, and sensory characterization of products supplemented with pulses

Growing public concern about health, sustainability, and nutritional quality has driven the development of more balanced and innovative food products. In this context, pulses such as chickpeas and grass peas have gained attention as promising ingredients because of their nutritional value, processing versatility, and positive environmental impact.

This study aimed to evaluate the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics of wafers enriched with chickpea and grass pea flours and to explore their potential as protein-rich wafers. The results showed that both formulations had favorable nutritional profiles and met microbiological safety standards within acceptable limits. Wafers with grass pea flour had higher protein content and firmness, while chickpea wafers scored better on certain sensory attributes.

These findings suggest that incorporating legumes into wafer formulations is a promising strategy for developing nutritious and innovative products.

Key-words: *pulses, grass pea, chickpea, wafers*

Índice

AGRADECIMENTOS	ii
ABREVIATURAS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1. LEGUMINOSAS	3
3.1.1. VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE LEGUMINOSAS NO SISTEMA PRODUTIVO.....	3
3.1.2. PRODUÇÃO	4
3.1.3. CONSUMO	5
3.1.4. ASPETOS NUTRICIONAIS	6
3.1.5. ASPETOS ANTINUTRICIONAIS	9
3.1.6. MÉTODOS DE PROCESSAMENTO E PREPARAÇÃO	10
3.2. CHÍCHARO.....	11
3.3. GRÃO-DE-BICO.....	13
4. DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS	15
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
5.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	17
5.2. MATERIAIS	18
5.3. MÉTODOS	18
5.3.1. MEDIÇÃO DA COR	18
5.3.2. ENSAIOS DE TEXTURA	19
5.3.3. ANÁLISE QUÍMICA	20
5.3.4. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	20
5.3.5. ANÁLISE SENSORIAL.....	20
5.3.6. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE RESULTADOS.....	21

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6.1. MEDIÇÃO DA COR	22
6.2. TEXTURA	25
6.3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA	26
6.4. ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS.....	28
6.5. CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA	31
6.6. ANÁLISE SENSORIAL.....	35
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
ANEXOS.....	57
ANEXO I: FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DE WAFERS DE GRÃO-DE-BICO E CHÍCHARO.....	58
ANEXO II: ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS	60

Índice de Figuras

Figura 1 Produção de Leguminosas.....	4
Figura 2 Flores de Lathyrus Sativus.....	11
Figura 3 Diversidade Morfológica das Sementes de Lathyrus Sativus	11
Figura 4 Sementes de Diferentes Variedades de Grão-de-bico	13
Figura 5 Delineamento Experimental com Cronograma	17
Figura 6 Determinação da Cor	19
Figura 7 Wafers Formulados com Farinha de Chícharo	24
Figura 8 Wafers Formulados com Farinha de Grão-de-Bico	25
Figura 9 Projeção das Variáveis no Plano (1x2).....	29
Figura 10 Projeção dos Casos no Plano das Amostras.....	30
Figura 11 Avaliação Quantitativa de Algumas Características Sensoriais dos Wafers com Chícharo (Valores Médios)	35
Figura 12 Avaliação Quantitativa de Algumas Características Sensoriais das Wafers com Grão-de-Bico (Valores Médios).....	36
Figura 13 Gráfico Radar com os Resultados da Avaliação Hedónica das Wafers de Chícharo	37
Figura 14 Gráfico Radar com os Resultados da Avaliação Hedónica das Wafers de Grão-de-Bico	38
Figura 15 Distribuição Percentual da Apreciação Global das Wafers Produzidas com Farinha de CH e GB	39
Figura 16 Distribuição Percentual das Respostas de Intenção de Compra para as Wafers	39
Figura 17 Valores Próprios da Matriz de Correlações	60

Índice de Tabelas

Tabela 1 Composição Nutricional de Leguminosas	7
Tabela 2 Composição Nutricional de Outras Leguminosas.....	8
Tabela 3 Composição Nutricional do Chícharo.....	12
Tabela 4 Composição Nutricional do Grão-de-Bico	14
Tabela 5 Caracterização das Wafers em Estudo.....	18
Tabela 6 Condições de Ensaio de Textura	20
Tabela 7 Valores Médios e Desvios Padrão das Coordenadas de Cor.....	23
Tabela 8 Valores Médios e Desvios Padrão dos Parâmetros de Textura	25
Tabela 9 Valores Médios e Desvios Padrão para os Parâmetros de Composição Química. 27	
Tabela 10 Modelo Sumário: Valores Próprios da Matriz de Correlação e Estatística Relacionadas (ACP)	29
Tabela 11 Resultados das Análises Microbiológicas para Wafers de Chícharo.....	33
Tabela 12 Resultados das Análises Microbiológicas para Wafers de Grão-de-Bico	34
Tabela 13 Componentes Fatoriais das Variáveis com Base nas Correlações Obtidas Pela Análise de Componentes Principais.....	60
Tabela 14 Coordenadas Fatoriais dos Casos com Base na Análise de Componentes Principais	61

1. Introdução

O cenário alimentar atual enfrenta grandes desafios, resultantes de diversos fatores como o crescimento populacional, as alterações climáticas, o surgimento de múltiplas crises (guerras, conflitos geopolíticos e consequências relacionadas com a pandemia) e a crescente evolução das necessidades e preferências dos consumidores (Galanakis, 2023). Estima-se que a população mundial atinja cerca de 9,7 mil milhões de pessoas até 2050, uma situação que coloca os recursos naturais sob pressão e intensifica a necessidade de se obter alimentos seguros, nutritivos e sustentáveis (United Nations, 2022).

A indústria alimentar tem vindo a apresentar produtos cada vez mais diversificados e adaptados às exigências dos consumidores. Os consumidores preferem cada vez mais produtos ricos em proteínas, seja com o objetivo de perder peso, promover a saciedade, aumentar a energia, fortalecer o sistema imunitário e/ou aumentar a massa muscular (Khalil et al., 2024). No entanto, os consumidores estão cada vez mais conscientes da necessidade de alterar o seu estilo de vida, aliado ao conceito de sustentabilidade (Hassoun et al., 2022). Este cenário incentiva os consumidores a optarem por fontes alternativas de proteína, procurando opções mais sustentáveis, acessíveis e nutricionalmente equilibradas para substituir ou reduzir o consumo de produtos alimentares convencionais (Medeiros et al., 2024).

A crescente urbanização e a mudança dos comportamentos alimentares têm contribuído para a popularidade dos *snacks* saudáveis, verificando-se um aumento da utilização de leguminosas secas em produtos alimentares "prontos a comer". Por outro lado, as tendências atuais apontam para a adoção de dietas alternativas (vegetariana, vegan ou flexitariana) e que potencializam o mercado de produtos alternativos à carne e laticínios, como as leguminosas incorporadas em produtos alimentares ou utilizadas no desenvolvimento de novos produtos (Vasconcelos et al., 2022).

Entre as leguminosas com elevado potencial nutricional e tecnológico destaca-se o grão-de-bico, amplamente consumido, e o chícharo, uma leguminosa menos explorada apesar das suas características e da sua importância na agricultura tradicional portuguesa. A sua incorporação em produtos alimentares representa uma oportunidade para promover a valorização de culturas subutilizadas, enquanto contribui para uma alimentação mais equilibrada e sustentável.

2. Objetivos

Este trabalho teve como objetivo avaliar as características nutricionais, tecnológicas e sensoriais de *wafers* desenvolvidas com incorporação de farinha de chícharo e grão-de-bico, de forma a explorar o potencial desta aplicação no desenvolvimento de *snacks* proteicos. Considerando o atual panorama alimentar, pretende-se, com esta abordagem, promover o desenvolvimento de novos produtos alimentares à base de leguminosas, contribuindo para a valorização de ingredientes mais sustentáveis.

3. Revisão Bibliográfica

3.1. Leguminosas

Para milhares de milhões de pessoas, em todo o mundo, as leguminosas são uma importante fonte de nutrientes (Singh, 2017). Pertencem à família das *Fabaceae* ou *Leguminosae* e incluem todas as espécies que produzem sementes comestíveis (dentro de vagens), utilizadas para consumo humano e animal (*Food and Agriculture Organization of the United Nations* [FAO], 2016). Entre as leguminosas mais utilizadas na alimentação, destacam-se o feijão, o grão-de-bico, a ervilha, a fava, a lentilha, o tremçoço e o chícharo, excluindo-se as culturas usadas principalmente para a extração de óleo, como a soja e o amendoim (Singh, 2017).

As leguminosas são cultivadas há milhares de anos e sabe-se que há cerca de 8000 anos antes de Cristo (a.C.), as civilizações antigas da Mesopotâmia produziam ervilhas, feijões e lentilhas. Descobertas recentes revelaram que as favas eram cultivadas há mais de 10 000 anos no norte de Israel (Caracuta et al., 2015). As leguminosas constituem atualmente a segunda cultura mais consumida no mundo, a seguir aos cereais, sendo por isso, parte importante da alimentação humana, especialmente para países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos (Alonso et al., 2010; Singh, 2017).

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) declarou 2016 como o Ano Internacional das Leguminosas, com o objetivo de aumentar a consciencialização do consumidor para os benefícios nutricionais destas culturas, como parte de um sistema de produção alimentar sustentável (Singh, 2017).

3.1.1. Vantagens da utilização de leguminosas no sistema produtivo

Vários estudos desenvolvidos nos últimos anos confirmam que a inclusão de leguminosas nos sistemas produtivos contribui, significativamente, para assegurar múltiplos serviços do ecossistema e, conseqüentemente, para a sustentabilidade da cadeia agroalimentar (Guinet et al., 2020; Vasconcelos et al., 2020; Stagnari et al., 2017).

Estas culturas apresentam a capacidade de fixar biologicamente o azoto atmosférico, através da relação de simbiose que estabelecem com as bactérias fixadoras de azoto (Pereira et al., 2023). Esta característica reduz a necessidade de fertilização azotada e, simultaneamente, contribui para a mitigação dos impactos ambientais associados a esta prática (Pereira et al., 2023). A fixação de azoto promove ainda a diversidade microbiana no solo, sobretudo o desenvolvimento de bactérias promotoras do crescimento vegetal (Santos, 2021). Para além

disso, as leguminosas desempenham um papel importante no combate ao declínio dos insetos polinizadores e promovem o aumento da biodiversidade resultante da interrupção das monoculturas (Pereira et al., 2023).

3.1.2. Produção

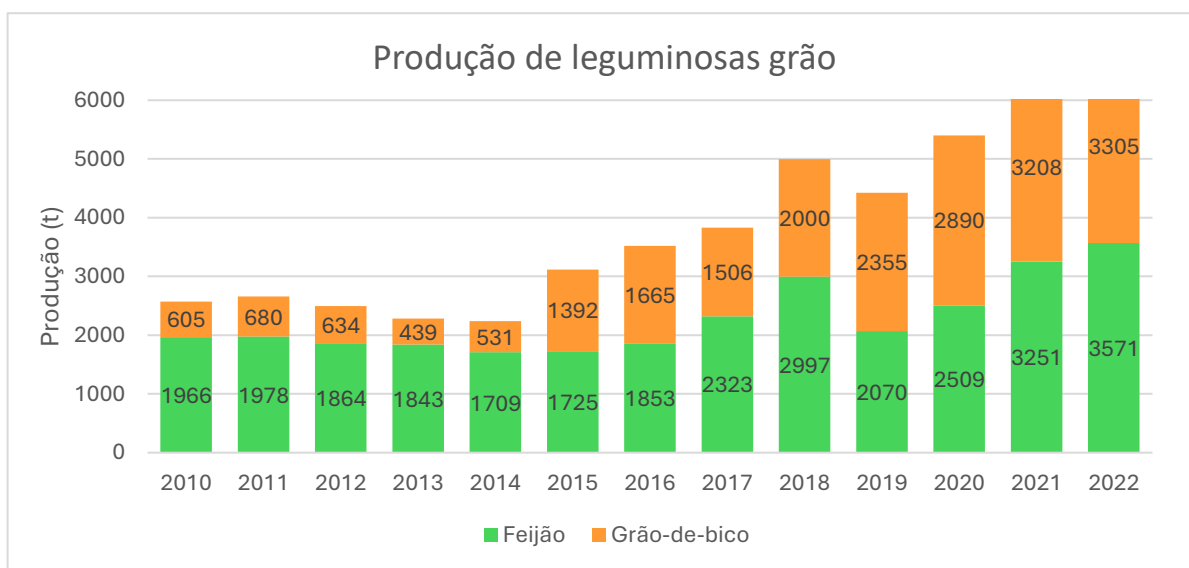
A produção global de leguminosas tem mostrado uma tendência crescente. Em 2022, a produção mundial foi de aproximadamente 96 milhões de toneladas (t) (Statista, 2024). A Índia destaca-se como o maior produtor e consumidor de leguminosas do mundo, com uma área de cultivo de 33 milhões de hectares (Mha), o que representa 35 % da área total e 26 % da produção mundial (Bhat et al., 2022).

Na Europa, as principais leguminosas produzidas são a soja, a ervilha forrageira e as favas, sendo que apenas 20 % desta produção é direcionada para consumo humano (Ferreira et al., 2021). Outras leguminosas como a lentilha, o grão-de-bico e o tremço também são produzidos, mas em menor escala.

Em Portugal, os dados estatísticos indicam que o grão-de-bico e o feijão são as duas leguminosas-grão mais cultivadas, não existindo informação disponível sobre as outras variedades (ver **Figura 1**) (Instituto Nacional de Estatística [INE], 2021). Entre 2015 e 2022, verificou-se um crescimento na produção destas culturas, com destaque para o feijão, cuja produção aumentou de 1725 t em 2015 para 3571 t em 2022. Para o grão-de-bico, a produção também registou um aumento, de 1305 t em 2015 para 3305 t em 2022 (INE, 2023).

Figura 1

Produção de Leguminosas



Nota: Adaptado de INE (2023)

Apesar do aumento na produção, Portugal continua a depender significativamente das importações para suprir a procura interna, nomeadamente de países como a Argentina (43 %), Estados Unidos da América (12 %), Espanha (12 %), Etiópia (12 %), Canadá (11 %) e México (10 %) (Moreira et al., 2021). Segundo os dados da Food and Agriculture Organization (FAO, 2023), o país importou 37 393 t de feijão, 4 407 t de grão-de-bico, 3 269 t de feijão frade, 22 623 t de ervilha, 4288 t de fava e 2503 t de lentilha. No entanto, a atual dependência das importações não impossibilita a transição de um sistema alimentar baseado na produção e consumo de proteína animal, para um sistema de produção vegetal uma vez que, Portugal reúne as condições edafoclimáticas ideais para a produção de leguminosas (Oliveira et al., 2023).

3.1.3. Consumo

O guia alimentar de referência para a população portuguesa recomenda a ingestão diária de cerca de 25 a 50 g (uma a duas porções) de leguminosas secas por dia (Direção Geral de Saúde [DGS], 2020). No entanto, de acordo com o Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física 2015-2016, a população portuguesa consome 18 g de leguminosas por dia, sendo o grupo dos idosos o que apresenta um consumo mais elevado (20 g /dia) e o grupo das crianças, o que apresenta um consumo mais reduzido (Lopes et al., 2017). Segundo o INE (2024), no período de 2023/2024, o consumo de leguminosas secas em Portugal foi de cerca de 48 mil t, correspondendo a uma média de 4,5 kg por habitante.

De acordo com a Balança Alimentar Portuguesa 2016-2020, em 2020, verificou-se um aumento das disponibilidades para consumo das leguminosas secas face a 2016, 22,9 % (INE, 2021). No entanto, o consumo deste grupo de alimentos ainda é muito inferior às percentagens recomendadas e indicadas na Roda da Alimentação Mediterrânica (DGS, 2020).

As leguminosas apresentaram, em Portugal, no ano 2023/2024, um autoaprovisionamento de 15,3 %, verificando-se um decréscimo nestes dois anos face à última década (INE, 2025).

Apesar do seu consumo ser pouco frequente, as leguminosas apresentam-se como um grupo de alimentos essenciais que integram diferentes padrões alimentares ou dietas, reconhecidas como benéficas para a saúde e ambientalmente sustentáveis (Vasconcelos et al., 2022).

3.1.4. Aspetos nutricionais

As leguminosas são muito completas do ponto de vista nutricional, sendo consideradas uma excelente fonte de hidratos de carbono complexos, proteínas e fibras (ver **Tabela 1 e 2**). Apresentam um teor lipídico reduzido e são também ricas em vitaminas (complexo B, C e K) e minerais, nomeadamente ferro, fósforo, zinco e magnésio (Hall et al., 2017). Contudo, são limitadas em alguns aminoácidos essenciais, como a metionina e o triptofano e como tal, recomenda-se a sua combinação com cereais, com o objetivo de colmatar essa limitação (Motta et al., 2016). Por outro lado, as leguminosas são ricas em lisina, um aminoácido essencial pouco presente nos cereais (Singh, 2017). Para além da composição anteriormente referida, as leguminosas possuem também outras substâncias bioativas, nomeadamente compostos fenólicos, isoflavonas e outros antioxidantes com efeitos metabólicos interessantes e benéficos para a saúde (FAO, 2016).

O consumo de leguminosas apresenta efeitos positivos na prevenção de doenças crónicas tais como doenças coronárias e alguns tipos de cancro, como o cancro colorretal (Vasconcelos et al., 2022). Devido à sua composição nutricional, o consumo de leguminosas ajuda também no controlo de apetite e promove um bom funcionamento intestinal, bem como um maior controlo sobre os níveis de glicemia, devido o seu alto teor em fibra (Gonçalves, 2020).

As leguminosas destacam-se não apenas pelo seu valor nutricional, mas também pelas suas propriedades sensoriais, tecnológicas e funcionais, como a solubilidade, a capacidade de absorção de água e óleo, a formação de espuma, pelo seu poder emulsionante e gelificação (Messina et al., 2025). Estas características têm despertado interesse, uma vez que favorecem a aplicação das leguminosas como ingredientes versáteis em diversos produtos alimentares. Isto pode ser feito através da própria leguminosa ou dos seus produtos, incluindo extratos, *aqua fava*, farinhas, farelos, rebentos e proteínas texturizadas (Schmidt & Oliveira, 2023; Asif et al., 2013; Boye et al., 2010).

Tabela 1
Composição Nutricional de Leguminosas

Parâmetros	Ervilha seca crua	Ervilha seca cozida	Fava seca crua	Fava seca cozida	Feijão branco cru	Feijão branco cozido	Feijão Frade cru
Energia (kJ/kcal)	1390/330	481/114	1270/301	378/90	1300/308	433/103	1430/339
Lípidos totais (g)	1,3	0,4	1,3	0,6	0,1	0,5	1,5
Ácidos gordos saturados (g)	0,5	0,1	0,2	0,1	0	0,1	0,5
Ácidos gordos monoinsaturados (g)	0,4	0,1	0,3	0,1	0	0,1	0,1
Ácidos gordos polinsaturados (g)	0,1	0,1	0,5	0,2	0	0,2	0,8
Hidratos de carbono (g)	49,4	18,1	32,8	10,7	43,9	14,6	55,3
Proteína (g)	22,7	6,9	25,8	7,9	21	6,6	21,4
Fibra alimentar (g)	15	5,1	27,6	5	22,9	6,7	9,4
Vitamina A (µg)	44	13	5	38	0	0	5
Vitamina E (µg)	1	0,34	0,5	0,6	0,2	0,07	0,3
Tiamina (mg)	0,9	0,11	0,4	0,03	0,35	0,1	0,54
Riboflavina (mg)	0,3	0,07	0,3	0,07	0,17	0,04	0,18
Niacina (mg)	2,9	1	2,6	3	1,5	0,6	1,01
Vitamina B6 (mg)	0,1	0,36	0,4	0,08	0,35	0,12	0,37
Folatos	33	10	150	32	300	43	630
Sódio (mg)	40	250	13	250	10	260	10
Potássio (mg)	1036	270	1090	280	1490	320	1150
Cálcio (mg)	61	24	100	56	150	65	62
Fósforo (mg)	340	110	330	150	480	120	340
Magnésio (mg)	120	32	200	38	160	47	170
Ferro (mg)	3,7	1,4	5	1,6	6,5	2,5	5,5
Zinco (mg)	3,7	1	3,2	1	3,2	1	3,4
Selénio (µg)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	17	n.d.	50
Iodo (µg)	n.d.	0	0	0	4,7	0,2	4,7

n.d. – Não definido

Nota: Adaptado da Tabela de Composição de Alimentos, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge [INSA], 2025.

Tabela 2
Composição Nutricional de Outras Leguminosas

Parâmetros	Feijão frade cozido	Feijão manteiga cru	Feijão manteiga Cozido	Lentilhas secas cruas	Lentilhas secas cozidas	Tremoço cozido e salgado
Energia (kJ/kcal)	521/123	1320/313	449/107	1360/321	485/115	521/124
Lípidos totais (g)	0,7	0,1	0,6	0,7	0,3	2,4
Ácidos gordos saturados (g)	0,2	0	0,1	0,1	0	0,3
Ácidos gordos monoinsaturados (g)	0,1	0	0,2	0,1	0,1	1
Ácidos gordos polinsaturados (g)	0,3	0	0,2	0,3	0,1	0,6
Hidratos de carbono (g)	18,1	42,6	14	47,6	16,7	7,2
Proteína (g)	8,8	24	7,8	25,2	9,1	16
Fibra alimentar (g)	4,7	22,9	7	11,8	4,4	4,8
Vitamina A (µg)	2	0	1	10	4	0
Vitamina E (µg)	0,2	0,3	0,1	0	0	0,1
Tiamina (mg)	0,19	0,61	0,14	0,43	0,13	0,12
Riboflavina (mg)	0,05	0,19	0,07	0,27	0,07	0,03
Niacina (mg)	0,5	1,57	0,7	1,9	0,5	0,5
Vitamina B6 (mg)	0,1	0,6	0,1	0,93	0,24	0,06
Folatos (µg)	210	360	43	110	25	84,5
Sódio (mg)	250	10	250	12	160	4
Potássio (mg)	320	1630	420	940	280	250
Cálcio (mg)	21	120	50	74	25	48
Fósforo (mg)	140	420	150	360	110	110
Magnésio (mg)	47	140	51	110	33	54
Ferro (mg)	1,9	6,9	2,7	6,8	2,3	3,4
Zinco (mg)	1,1	3	1	3,9	1,4	1,4
Selénio (µg)	n.d.	8,5	n.d.	n.d.	n.d.	2,6
Iodo (µg)	0,3	4,7	0,2	n.d.	n.d.	0,3

n.d. – Não definido

Nota: Adaptado da Tabela de Composição de Alimentos (INSA, 2025).

3.1.5. Aspetos antinutricionais

Apesar dos diversos benefícios nutricionais, as leguminosas contêm na sua composição vários compostos com atividade antinutricional, que podem reduzir a biodisponibilidade de alguns nutrientes. São exemplos destes compostos: fitatos, polifenóis, oligossacáridos, saponinas, inibidores de enzimas digestivas (tripsinas) e as lectinas (Kumar et al., 2022; Pinheiro et al., 2020).

O fitato ou ácido fítico, é um ácido cíclico saturado encontrado em muitos tecidos vegetais, principalmente leguminosas e cereais. Este composto é considerado a principal forma de armazenamento de fósforo nas plantas (Brigide et al., 2019). A sua ação antinutricional resulta da sua capacidade de se ligar a minerais, como o ferro, o zinco, o cálcio, o potássio, o magnésio e o manganês, diminuindo a biodisponibilidade destes, ou seja, a capacidade de serem absorvidos pelo nosso organismo (Vasconcelos et al., 2022). Técnicas como a demolha em água, antes da cozedura, permitem eliminar uma parte significativa destes fatores antinutricionais (Ozolina et al., 2023; Motta et al., 2016; Satya et al., 2010).

Os compostos fenólicos, como os taninos, podem interagir com as proteínas, diminuindo a sua digestibilidade e também interferir com a absorção de ferro (Popova & Mihaylova, 2019).

As leguminosas contêm ainda oligossacáridos não digeríveis e de rápida fermentação, como a estaquiose e a rafinose. O ser humano não produz a enzima alfa-galactosidase, pelo que não consegue digerir estes compostos que, ao não serem absorvidos, ficam disponíveis para a fermentação por parte das bactérias anaeróbias existentes no intestino. A fermentação por parte destas bactérias, leva à formação de dióxido de carbono (CO₂), hidrogénio (H₂) e metano (CH₄), que podem originar algum desconforto gastrointestinal (Associação Portuguesa de Nutrição, 2024).

As saponinas apresentam a capacidade de lise de eritrócitos e outras células, como as da mucosa intestinal e, conseqüentemente, inibir o transporte de nutrientes (Mansidão, 2019).

Os inibidores de hidrólases digestivas, como a tripsina e a α -amilase, provocam uma diminuição da digestibilidade de proteínas (Mansidão, 2019). Já as lectinas têm a capacidade de se ligar aos hidratos de carbono criando complexos que não são absorvidos pelo organismo (Mansidão, 2019).

Importa referir que, apesar da sua denominação e dos seus efeitos, estes compostos são também substâncias bioativas que, quando consumidos de forma adequada, podem atuar na prevenção de diversas doenças crónicas (Popova & Mihaylova, 2019).

3.1.6. Métodos de processamento e preparação

As leguminosas em grão devem ser conservadas de acordo com as suas características, podendo ser armazenadas secas ou frescas. As leguminosas frescas como as ervilhas, as favas e a soja (leguminosa oleaginosa), não requerem demolha e por isso podem ser preparadas de forma rápida e fácil. Podem ser conservadas por refrigeração e congelação, ou mantidas à temperatura ambiente, apesar do seu tempo de conservação ser menor do que o das leguminosas secas (Vasconcelos et al., 2022).

As leguminosas secas incluem o grão-de-bico, o feijão, a lentilha, o chícharo e o amendoim (leguminosa oleaginosa) mas exigem tratamentos distintos. O processo de secagem permite conservar o produto por mais tempo à temperatura ambiente, evitando a necessidade de embalamento específico. A secagem é feita logo após a colheita e consiste em retirar a água do alimento para permitir a sua preservação por longos períodos (Vasconcelos et al., 2022).

Com o objetivo de promover um consumo mais seguro e nutritivo, as leguminosas secas deverão ser submetidas a métodos de processamento que aumentem a sua biodisponibilidade e que reduzam os antinutrientes naturalmente presentes, como por exemplo a demolha, a germinação, a cozedura e o enlatamento (Vasconcelos et al., 2022). A demolha é um processo fundamental para a reidratação dos grãos e ativação de enzimas inativas, sendo eficaz na redução de fitatos e outros antinutrientes. A germinação é a prática de demolhar e enxaguar os grãos e sementes regularmente, até que estes germinem. É um método eficaz na redução de ácido fítico e no aumento da biodisponibilidade de minerais. O enlatamento, que envolve a cozedura prévia e conservação em lata, permite uma utilização mais rápida e um tempo de confeção inferior (Vasconcelos et al., 2022).

3.2. Chícharo

O chícharo (*Lathyrus sativus* L.) é uma leguminosa anual de estação fria, que devido às suas necessidades relativamente baixas em termos de fatores de produção, quando comparado com as grandes culturas, é considerada uma cultura modelo para a agricultura sustentável e uma alternativa interessante para a diversificação dos sistemas de cultivo (Gonçalves et al., 2022).

Atualmente pode ser encontrado em todas as regiões continentais: África, sul da Ásia, sul da Europa, América do Sul e Austrália (Barone & Tulumello, 2020). Em Portugal acredita-se que tenha sido introduzido na zona sul do país, sendo típico da serra de Sicó-Alvaiázere. Desde 2003, o chícharo tem sido celebrado como símbolo da identidade gastronómica local e no Festival Gastronómico “Alvaiázere Capital do Chícharo”, consolida-se como uma plataforma de valorização e promoção das tradições alvaiazerenses (Vaz Patto, 2009).

O chícharo caracteriza-se por uma grande adaptação a diferentes solos e a fatores ambientais adversos, como temperaturas extremas, secas, inundações e salinidade do solo (Tokarz et al., 2020), sendo resistente a pragas e doenças (Gonçalves et al., 2022). Além disso, é preferível em termos de rendimento e de fixação de azoto, quando comparável com outras culturas de leguminosas. Estas características fazem desta leguminosa, uma cultura excelente para garantir a segurança alimentar, sobretudo face aos desafios climáticos emergentes (Sarkar et al., 2019).

A **Figura 2** e **Figura 3** ilustram diferentes aspetos do *Lathyrus sativus*, desde a sua fase de floração até à diversidade morfológica das suas sementes.

Figura 2

Flores de Lathyrus Sativus



Nota: Retirado de Legucon (2022)

Figura 3

Diversidade Morfológica das Sementes de Lathyrus Sativus



Nota Retirado de Lambein et al. (2019)

Em termos nutricionais e à semelhança de outras leguminosas, o chícharo é uma cultura muito rica em proteína (18-34 % de proteína nas sementes e 17 % nas folhas), razão pela qual é utilizada tanto na alimentação humana como animal (Rizvi et al., 2016). As proteínas do chícharo são constituídas por globulinas, albuminas, glutelinas e prolaminas (Chandna & Matta, 1994). São ricas em aminoácidos como a lisina, mas pobres em aminoácidos ricos em enxofre, como a metionina e a cisteína (Lambein et al., 2019). O chícharo é rico em L- homoarginina, um aminoácido não proteico que está presente em concentrações de até 1 % do peso seco (Lambein, 2000). Este aminoácido proporciona benefícios no tratamento de doenças cardiovasculares (Singh & Rao, 2013; Rao, 2011). Para além disto, o chícharo é excelente para consumo humano, uma vez que 58 % dos ácidos gordos presentes são polinsaturados (Grela et al., 2010).

Na **Tabela 3** encontram-se registados os principais constituintes nutricionais do chícharo, reunindo os valores médios descritos na literatura científica disponível.

Tabela 3

Composição Nutricional do Chícharo

Parâmetros	Chícharo
Energia (kJ/kcal)	388 ¹
Lípidos totais (g/100g)	1,67 ²
Ácidos gordos polinsaturados (mg/100g)	127-179 ²
Hidratos de carbono (%)	48,0-52,3 ²
Proteína (%)	8,6-34,6 ²
Vitamina E (IU/kg)	40
Tiamina (mg)	4,60 ²
Riboflavina (mg)	2,30 ²
Niacina (mg)	16,40 ²
Cálcio (mg/100g)	70-120 ²
Fósforo (mg/100g)	370-490 ²
Magnésio (mg/100g)	92 ²
Ferro (mg/100g)	6,90-8,74 ²
Zinco (mg/100g)	2,46-3,67 ²

Nota: ¹: Retirado de Sarmiento (2013); ²: Retirado de Ramya et al. (2022)

Apesar destas vantagens, o chícharo é uma cultura pouco utilizada devido à presença do ácido β -N-oxalildiaminopropiónico (ODAP), que provoca a doença neurodegenerativa – latirismo (Lambein et al., 2019). Esta doença incapacitante, mas não letal, é mais acentuada quando o chícharo é o componente dominante da dieta e representa pelo menos 30% da ingestão

calórica, durante um período de pelo menos 3 - 4 meses (Lambein et al., 2019). No entanto, sob uma dieta equilibrada, incluindo cereais, frutas e vegetais, o latirismo pode ser prevenido e o chicharo pode ser consumido com segurança (Rubiales, et al., 2020; Lambein et al., 2019; Getahun et al., 2003). Para além disso, o processamento de alimentos como a cozedura, torrefação e a fermentação, permitem reduzir o seu teor em ODAP (Barpete et al., 2021; Buta et al., 2019; Kumar et al., 2011; Akalu et al., 1998).

3.3. Grão-de-Bico

O grão-de-bico (*Cicer arietinum L.*) é uma leguminosa de grande consumo em Portugal. Existem duas variedades principais: Kabuli, com flores brancas e sementes de cor creme e com um calibre variável entre médio a grande; e Desi, com flores violetas e sementes escuras, mais ou menos angulosas e de menor calibre que o tipo anterior (Viegas, 2017). Na **Figura 4** podemos observar as diferentes variedades de grão-de-bico: a) kabuli e b) desi.

Figura 4

Sementes de Diferentes Variedades de Grão-de-bico



Nota: Retirado de Xiao et al. (2023).

O grão-de-bico é altamente nutritivo, uma vez que possui um baixo teor lipídico, mas é rico em ácidos gordos polinsaturados (66 %), bem como em proteínas, fibras, vitaminas e minerais. É uma excelente fonte de cálcio, potássio, magnésio, ferro, zinco e de vitaminas importantes como a riboflavina (B2), niacina (B3), tiamina, vitaminas A, E, C e B6 (ver **Tabela 4**) (Jukanti et al., 2012). A ingestão de grão-de-bico apresenta vários benefícios para a saúde, sobretudo no que diz respeito na prevenção de doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2 e alguns tipos de cancro, entre outras doenças (Herrera & Gonzalez de Mejia, 2021; Kaur & Prasad, 2021).

Tabela 4
Composição Nutricional do Grão-de-Bico

Parâmetros	Grão-de-bico cru	Grão-de-bico cozido
Energia (kJ/kcal)	1490/354	545/130
Lípidos totais (g)	5	2,1
Ácidos gordos saturados (g)	0,5	0,2
Ácidos gordos monoinsaturados (g)	1	0,4
Ácidos gordos polinsaturados (g)	2,5	1
Hidratos de carbono (g)	51,4	16,7
Proteína (g)	19	8,4
Fibra alimentar (g)	13,5	5,1
Vitamina A (µg)	10	4
Vitamina E (µg)	2,7	1,1
Tiamina (mg)	0,41	0,1
Riboflavina (mg)	0,15	0,07
Niacina (mg)	1,9	0,7
Vitamina B6 (mg)	0,5	0,14
Folatos (µg)	180	54
Sódio (mg)	6	250
Potássio (mg)	980	270
Cálcio (mg)	140	46
Fósforo (mg)	240	83
Magnésio (mg)	100	39
Ferro (mg)	6,3	2,1
Zinco (mg)	2,5	1,2
Selénio (unidades)	n.d.	n.d.
Iodo (µg)	n.d.	0,2

Nota. Adaptado da Tabela de Composição de Alimentos (INSA, 2025).

O grão-de-bico é utilizado em inúmeros pratos e a farinha também é bastante utilizada. Esta apresenta um índice glicémico mais baixo do que a farinha de trigo, o que a torna interessante para diabéticos e para as pessoas com resistência à insulina (Clark et al., 2018). Os consumidores que ingerem alimentos ricos em grão-de-bico, como grãos cozinhados, pão ou bolachas feitas a partir de uma mistura de trigo e grão-de-bico, apresentam variações significativamente mais baixas nos níveis de glicose no sangue e níveis mais baixos de insulina (Akram et al., 2024; Bajka et al., 2021; Yu et al., 2020).

4. Desenvolvimento de novos produtos

Perante as crescentes exigências dos consumidores e ao aparecimento de novos paradigmas nutricionais e de saúde, a indústria alimentar tem vindo a apostar na produção e desenvolvimento de produtos que permitam colmatar essas necessidades e que vão ao encontro das tendências alimentares atuais (Nascimento, 2022). Questões fundamentais como o crescimento populacional e as alterações climáticas são, atualmente, os principais fatores que impulsionam o desenvolvimento de novos produtos (Bollani et al., 2019).

A ingestão de proteínas é geralmente associada a alimentos de origem animal, como a carne, marisco, peixe, lacticínios e ovos. No entanto, há uma crescente consciencialização social sobre a produção de alimentos, nutrição adequada e sustentabilidade ambiental (Medeiros et al., 2024). Este cenário estimula o interesse do consumidor por fontes alternativas de proteína, como forma de reduzir ou substituir parcialmente os produtos alimentícios tradicionais (Amato et al., 2023). As proteínas alternativas incluem as algas, os insetos, substitutos de carne à base de plantas, carne cultivada e alternativas aos lacticínios (Amato et al., 2023; Siddiqui et al., 2022). Entre as principais tendências emergentes destaca-se o aumento do consumo de produtos de origem vegetal.

O mercado dos *snacks* tem vindo a crescer de forma expressiva nas últimas décadas, impulsionado por mudanças nos estilos de vida, padrões alimentares e preferências dos consumidores (Fortune Business Insights, 2025). Paralelamente, verifica-se uma crescente valorização de atributos como o teor proteico, o baixo teor de açúcar ou gordura, e o uso de ingredientes naturais e sustentáveis. Este cenário cria oportunidades significativas para o desenvolvimento de *snacks* com perfis nutricionais melhorados. Aliás, os *snacks* representam até um terço da ingestão diária de energia. Assim, é do interesse da indústria alimentar oferecer *snacks* de elevada qualidade nutricional (Talens et al., 2023).

Neste contexto, as bolachas destacam-se como um dos produtos de pastelaria mais populares entre todos os consumidores. Isto deve-se ao facto de se tratar de um produto muito acessível, de baixo custo, com validade prolongada e grande diversidade de formatos e sabores (Mieszkowska & Marzec, 2016). As bolachas são constituídas principalmente por farinha de trigo, açúcar e gordura, o que as torna candidatas ideais para reformulação com ingredientes de maior valor nutricional. A substituição parcial da farinha de trigo por farinhas de leguminosas representa uma estratégia eficaz para aumentar o teor de proteína, fibras e micronutrientes, contribuindo para um perfil nutricional mais equilibrado (Bresciani & Marti, 2019).

No contexto alimentar, uma *wafer* é uma bolacha fina e estaladiça, produzida a partir de uma massa fluida (Manley, 2011), cozida entre moldes metálicos aquecidos, originando folhas planas ou formas ocas com uma espessura de 1 a 5 mm e baixo teor de humidade (cerca de 1 – 2 %) (Tiefenbacher, 2017). As superfícies destas bolachas são lisas e bem definidas, com padrões característicos e uma estrutura areada (Tiefenbacher, 2017). Podem ser consumidas simples ou dispostas em camadas e são frequentemente combinadas com recheios doces, como cremes ou chocolate (Tiefenbacher, 2017; Manley, 2011).

5. Materiais e Métodos

5.1. Delineamento experimental

O presente estudo foi realizado no âmbito do projeto Sustainable ProteIN (SPIN), que tem como objetivo a valorização de culturas de proteaginosas, contribuindo para o desenvolvimento de novos produtos e para a sustentabilidade ambiental (Instituto Politécnico de Santarém/Escola Superior Agrária [IPSantarém/ESAS], 2023).

Para o cumprimento dos objetivos deste trabalho foram produzidos 3 lotes de *wafers*, com incorporação de farinha de chícharo e outros 3 lotes com incorporação de farinha de grão-de-bico.

Foram realizadas análises microbiológicas, químicas, físicas, instrumentais (cor e textura) e sensoriais em todos os lotes.

As análises foram realizadas nos Laboratórios da Escola Superior Agrária de Santarém (ESAS), localizada na Quinta do Galinheiro, em Santarém. Os lotes com as *wafers* foram entregues semanalmente pelo parceiro do projeto responsável pela sua produção. Cada lote consistiu em três embalagens seladas, que foram armazenadas à temperatura ambiente e ao abrigo da luz até às respetivas análises.

Na **Figura 5** podemos observar, de forma resumida, o delineamento experimental aplicado no desenvolvimento de *wafers* de grão-de-bico e chícharo.

Figura 5

Delineamento Experimental com Cronograma

Delineamento experimental e cronograma		
Semana	<i>Wafers</i> chícharo	<i>Wafers</i> grão-de-bico
1	Lote 1	Lote 1
2	Lote 2	Lote 2
3	Lote 3	Lote 3
Colorimetria (L*, a*, b*, C* e H°) e ensaios de textura (trabalho de rutura e firmeza)		
Análises químicas: determinação de lípidos totais, proteína total, humidade e cinzas		
Análises microbiológicas: contagem de microrganismos a 30 °C, esporos de microrganismos a 30 °C, <i>Enterobacteriaceae</i> , bolores e leveduras e pesquisa de <i>Enterococcus</i>		
Análise sensorial: realizada por 1 painel de provadores não treinados (da ESAS e do INIAV)		

5.2. Materiais

Na **Tabela 5** são indicados os ingredientes das *wafers* objeto de estudo, assim como as referências de rotulagem e de identificação dos lotes.

Tabela 5

Caracterização das Wafers em Estudo

Características das amostras	<i>Wafer de Chícharo</i>	<i>Wafer de Grão-de-bico</i>
Ingrediente principal	Farinha de chícharo	Farinha de grão-de-bico
Outros ingredientes	Farinha de trigo, açúcar, óleo de girassol, emulsificante, bicarbonato de sódio	
Rotulagem de alergénios	Pode conter vestígios de frutos de casca rija, amendoins, sementes de sésamo	
Identificação do lote	3 lotes (CH1, CH2, CH3), 3 embalagens por lote	3 lotes (GB1, GB2, GB3), 3 embalagens por lote

5.3. Métodos

5.3.1. Medição da cor

A medição da cor foi realizada utilizando o colorímetro de refletância Konica Minolta CR- 400, com iluminante padrão D65 e um observador padrão de CIE (XYZ) 2° (ver **Figura 6**). O equipamento foi calibrado com um azulejo padrão branco (coordenadas de cor Y_{xy}) e ligado a software Spectramagic Nx. Para cada lote foram realizadas cinco medições por amostra, em pontos distintos da superfície da *wafer*. Os resultados foram expressos de acordo com o sistema CIEL*a*b* e CIE L*C*H°. No sistema CIEL*a*b*, a cor é localizada no espaço através de três coordenadas retangulares (Hunter, 1958):

- L* mede a variação da luminosidade entre o preto (0) e o branco (100), claro e escuro ;
- a* - coordenada de cromaticidade, representa a quantidade de *chroma* ou cor em plano cromático, define o vermelho para valores positivos e a cor verde para valores negativos;
- b* - coordenada de cromaticidade, representa a quantidade de *chroma* ou cor em plano cromático, define o amarelo para valores positivos e a cor azul para valores negativos.

O sistema CIE L*C*H° é um sistema de coordenadas uniformes, mas num espaço polar, ou seja, resulta da conversão das coordenadas retangulares CIEL*a*b*, em coordenadas

cilíndricas, utilizando equações específicas para a conversão dessas variáveis. As coordenadas cilíndricas H, C onde:

- C^* - corresponde à pureza (quanto mais forte e brilhante é a cor, mais afastado está da origem das coordenadas (*Chroma*))

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad 1)$$

- H° - corresponde à tonalidade (*Hue*)

$$\begin{aligned} H^\circ &= \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right), \text{ onde } a^* > 0; b^* > 0 \\ H^\circ &= 180 + \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right), \text{ onde } a^* < 0; b^* > 0 \\ H^\circ &= 180 + \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right), \text{ onde } a^* < 0; b^* < 0 \\ H^\circ &= 180 + \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right), \text{ onde } a^* > 0; b^* < 0 \end{aligned} \quad 2)$$

Figura 6

Determinação da Cor



5.3.2. Ensaio de textura

Para analisar o perfil de textura utilizou-se o texturómetro Stable Micro Systems TA.XTplusC, com uma célula de carga com a capacidade máxima de 50 kg (500 N) e peso de calibração de 10 kg (100 N). O equipamento está ligado a um computador que dispõe do software Exponent Connect. Foram realizados testes de corte, utilizando uma sonda denominada Célula de Warner-Bratzler (WBB). A amostra foi posicionada de forma padronizada e para cada lote foram realizadas cinco repetições. As condições de ensaio estão apresentadas na **Tabela 6**.

Tabela 6*Condições de Ensaio de Textura*

Condições de ensaio	
Test mode	Compressão
Pre-test speed	1,5 mm/sec
Test speed	1,5 mm/sec
Post-test speed	10 mm/sec
Target mode	Distância (20 mm)
Trigger force	0,010 N

5.3.3. Análise química

A análise química foi realizada de acordo com os métodos da AOAC (2000). Os parâmetros analisados foram: lípidos totais (método 920.39C), proteína bruta (método 979.09), teor de humidade (método 925.10) e cinzas (método 923.03). Estas determinações foram realizadas em triplicado.

5.3.4. Análise microbiológica

Para a caracterização microbiológica e avaliação da estabilidade das *wafers* foram realizadas as seguintes análises microbiológicas: contagem de microrganismos a 30 °C segundo a norma ISO 4833-1 (International Organization for Standardization [ISO], 2013/2022); contagem de esporos de microrganismos a 30 °C pela ISO 4833-1 (ISO, 2013/2022); contagem de *Bacillaceae* através da ISO 7932 (ISO, 2004/2020); contagem de *Enterobacteriaceae* pela ISO 21528-2 (ISO, 2017); contagem de bolores e leveduras com base na ISO 21527-2 (ISO, 2008) e pesquisa de *Enterococcus* segundo a ISO/CD 21722 (ISO,s.d.). Os resultados foram expressos em número logaritmo de unidades formadoras de colónias por grama de alimento (log u.f.c./g).

5.3.5. Análise sensorial

A avaliação sensorial foi realizada por um painel de provadores não treinado, constituído por colaboradores da ESAS e do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV) de Oeiras, de acordo com a ISO 8586 (ISO,2023). O painel foi constituído por 24 provadores para os lotes com farinha de GB, com idades compreendidas entre os 21 e

os 63 anos e 14 provadores para os lotes de CH, com idades compreendidas entre 25 e 62 anos. A prova foi dividida em duas vertentes:

- avaliação sensorial descritiva, através da atribuição de pontuações de 1 a 5 para as seguintes características: tonalidade da cor (clara — escura), crocância (nada — muito), intensidade do sabor (nada — muito), teor de açúcar (sem doce — muito doce) e sabor residual (nada — muito);
- prova sensorial hedónica, recorrendo a uma escala de cinco pontos (1 – Não gostei nada; 2 – Não gostei; 3 – Indiferente; 4 – Gostei; 5 – Gostei muito), aplicada aos atributos aparência, textura, cor, sabor/aroma e apreciação global.

Por fim, os provadores indicaram ainda a sua intenção de compra (não comprava; talvez comprasse; comprava). A ficha de prova hedónica utilizada encontra-se no Anexo I.

5.3.6. Tratamento estatístico de resultados

A análise estatística foi testada para um nível de significância de $p \leq 0,05$ com o software STATISTICA™ v7 (Statsoft, Inc., Tulsa, OK, EUA). Foi efetuada uma análise de variância (ANOVA) para comparar e avaliar a existência de diferenças significativas nos parâmetros de cor, textura e composição química entre as *wafers*.

A caracterização microbiológica foi expressa em médias, tendo em conta a natureza logarítmica dos dados, também sem análise estatística. Para a análise sensorial foram calculadas as médias ponderadas de cada atributo avaliado.

Para uma melhor interpretação dos resultados das várias metodologias utilizadas efetuou-se uma Análise de Componentes Principais (ACP) de forma a correlacionar a composição química com a instrumental (Textura e cor). Trata-se de uma técnica de análise exploratória multivariada, que transforma um conjunto de variáveis correlacionadas num conjunto menor de variáveis independentes, designadas por "componentes principais". Descrita desta forma é geralmente encarado como um método de redução de dados, mas para além deste objetivo, permite resumir a informação de diversas variáveis correlacionadas em apenas uma, ou mais combinações lineares independentes, que representam a maior parte da informação presente nas variáveis originais (Marôco, 2021).

6. Resultados e Discussão

6.1. Medição da cor

Na **Tabela 7** são apresentados os resultados obtidos nas medições de cor das *wafers* de chicharo (CH) e grão-de-bico (GB), em três lotes diferentes. A cor foi medida utilizando o sistema CIEL* a^* b^* , que inclui L^* (luminosidade), a^* (escala verde (-) – vermelho (+)), b^* (azul (-) – amarelo (+)), C^* (chroma ou saturação) e H° (tonalidade).

Ao analisar o parâmetro L^* , verifica-se uma diminuição da luminosidade nas *wafers* elaboradas com farinha de grão-de-bico (GB), o que sugere que a adição desta farinha poderá causar o seu escurecimento, ou que o tempo de cozedura foi mais prolongado. Não existem diferenças significativas nos valores de luminosidade entre os lotes 1 e 2 do GB, o que é indicador de uniformidade de temperaturas durante o processo de cozedura. No entanto, o lote 3 apresenta valores de luminosidade significativamente mais elevados, o que significa que estas *wafers* ficaram visivelmente mais claras. Por outro lado, as *wafers* produzidos com farinha de chicharo (CH) são mais claros, sendo as amostras do lote 2 e 3 as mais claras (não apresentam diferenças significativas entre si), ou seja, as *wafers* produzidas mostraram uniformidade.

Resultados semelhantes foram relatados por Lu et al. (2022) que demonstraram que a adição de farinha de GB em bolachas, provocou uma diminuição do parâmetro L^* , quando comparado com uma amostra de controlo (sem adição de farinha de GB). De acordo com Chevallier et al. (2000), a coloração de produtos de pastelaria e panificação está associada às reações de Maillard que ocorrem durante a cozedura. Estas reações são influenciadas pela composição do alimento, nomeadamente pelo teor de proteínas e açúcares redutores. A farinha de GB, devido ao seu elevado conteúdo proteico e de aminoácidos, intensifica estas reações, resultando numa coloração mais escura (Delgado-Andrade et al., 2024; Schouten et al., 2023).

Os valores da coordenada de cromaticidade a^* indicam que todos as *wafers* possuem uma ligeira coloração avermelhada. Não se verificaram diferenças significativas entre os lotes de CH e os lotes 1 e 3 de GB, no entanto, o lote GB2 apresenta uma tonalidade mais avermelhada que as *wafers* dos restantes lotes. Este comportamento está de acordo com os resultados reportados por Lu et al. (2022), que também observaram um aumento do parâmetro a^* em bolachas com adição de farinha de GB.

Tabela 7
Valores Médios e Desvios Padrão das Coordenadas de Cor

Amostra	Lote	N	L*	a*	b*	C*	H°	COR
CH	1	10	51,90 ^{bc} ± 2,95	12,20 ^a ± 1,08	32,00 ^{cd} ± 1,55	34,30 ^{cd} ± 1,28	69,10 ^b ± 2,32	
	2	10	56,70 ^d ± 1,72	11,10 ^a ± 0,77	34,20 ^e ± 1,15	35,90 ^d ± 1,27	72,10 ^c ± 0,86	
	3	10	55,00 ^{cd} ± 3,54	11,30 ^a ± 1,49	33,20 ^{de} ± 2,52	35,10 ^d ± 2,02	71,10 ^{bc} ± 3,59	
GB	1	10	46,70 ^a ± 5,33	11,80 ^a ± 2,16	24,50 ^a ± 1,72	27,20 ^a ± 2,40	64,50 ^a ± 2,86	
	2	10	46,80 ^a ± 2,08	13,80 ^b ± 0,56	28,40 ^b ± 2,10	31,60 ^b ± 2,01	64,00 ^a ± 1,49	
	3	10	50,10 ^b ± 4,84	11,30 ^a ± 2,66	30,60 ^c ± 2,50	32,80 ^{bc} ± 1,89	69,50 ^{bc} ± 5,51	

Os valores da coordenada de cromaticidade b^* são mais elevados no CH do que no GB, o que indica que estas *wafers* apresentam uma coloração amarela mais intensa. No entanto, existem diferenças significativas entre todos os lotes. O lote 2 de CH apresenta um valor de b^* maior, o que indica que é mais amarelado que todos os outros lotes. Resultados semelhantes foram observados por Terra et al. (2021), que verificaram que a adição de farinha de castanha à farinha de GB, reduziu o parâmetro L^* e aumentou o parâmetro a^* , mas diminuiu o parâmetro b^* , indicando que a formulação específica do produto também pode influenciar a cor. De forma semelhante, Yamsaengsung et al. (2012) observaram alterações nos parâmetros de cor em bolachas de trigo enriquecidas com farinha de GB. Para além disso, importa ainda referir que a farinha de GB, pela sua tonalidade naturalmente amarelada, também promove tons dourados, aumentando os valores de b^* .

Como consequência do aumento dos valores de a^* e b^* , os valores de C^* também aumentaram, indicando maior saturação de cor, especialmente nas *wafers* de CH. Este resultado é consistente com as descobertas de outros investigadores, nomeadamente Mieszkowska e Marzec (2016). Para além disso, as *wafers* de CH têm um valor de H° mais elevado, o que indica uma tonalidade mais amarelada em comparação com os de GB.

Os retângulos de cor representados na coluna “COR”, mostram uma graduação de cores que vai do mais escuro e menos saturado, GB Lote 1, ao mais claro e mais saturado, CH Lote 2. A **Figura 7** e **Figura 8** mostram as *wafers* desenvolvidos com farinha de CH e GB.

Figura 7

Wafers Formulados com Farinha de Chicharo

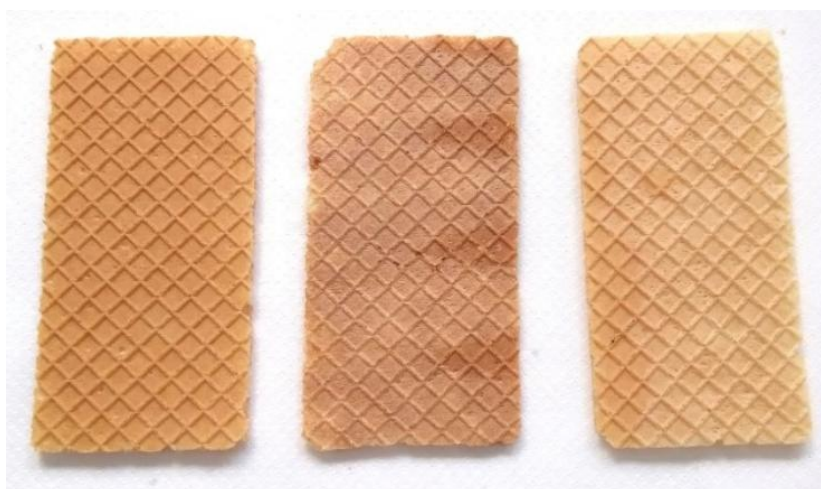
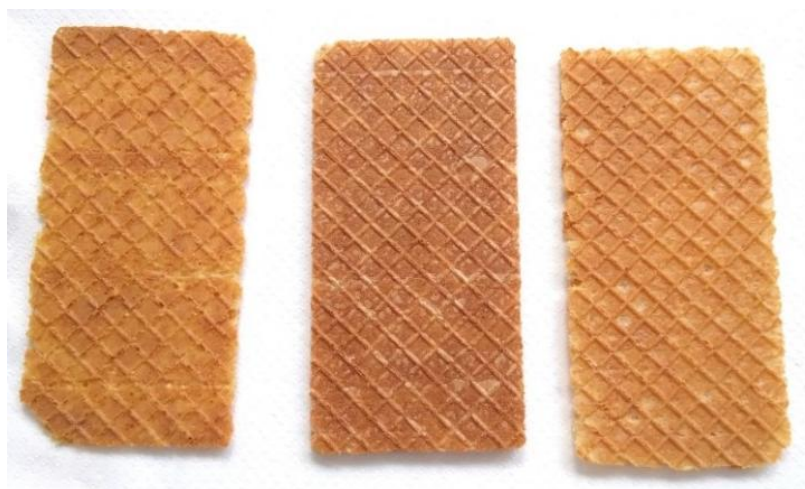


Figura 8

Wafers Formulados com Farinha de Grão-de-Bico



6.2. Textura

Na **Tabela 8** são apresentados os resultados da análise da textura: trabalho de rutura e firmeza.

Tabela 8

Valores Médios e Desvios Padrão dos Parâmetros de Textura

Amostra	Lote	N	Trabalho de rutura / (N/mm. s⁻¹)	Firmeza / (N/mm)
CH	1	10	1,24 ^{ab} ± 0,40	1,97 ^{bc} ± 0,66
	2	10	1,34 ^{ab} ± 0,49	2,06 ^c ± 0,55
	3	10	1,46 ^b ± 0,30	2,05 ^{bc} ± 0,49
GB	1	10	1,34 ^{ab} ± 0,32	1,30 ^a ± 0,31
	2	10	1,57 ^b ± 0,60	1,63 ^{ab} ± 0,33
	3	10	1,01 ^a ± 0,33	1,37 ^a ± 0,43

O trabalho de rutura, parâmetro que indica a energia necessária para provocar a quebra da *wafers*, não apresentou diferenças significativas entre os lotes. Ainda assim, observaram-se algumas variações nos valores médios. O lote 3 de GB registou o valor mais baixo (1,01 ± 0,33 N/mm. s⁻¹), indicando maior fragilidade e propensão à quebra, embora sem diferenças significativas relativamente ao GB1 e aos lotes 1 e 2 de CH. Por outro lado, o lote 2 de GB apresentou o valor mais elevado entre todos os lotes (1,57 ± 0,60 N/mm. s⁻¹), o que faz dele o lote mais resistente, mas também sem diferenças significativas em relação ao GB1. Logo, este

parâmetro não revela diferenças entre os lotes de GB. Observou-se ainda uma maior variabilidade entre os lotes de GB, enquanto os lotes de CH apresentaram resultados mais uniformes.

Quanto à firmeza, as *wafers* de CH apresentaram valores superiores aos de GB, indicando maior resistência à deformação. O lote 2 de CH apresentou o valor mais elevado ($2,06^c \pm 0,55$ N/mm), sendo significativamente mais firme que os lotes de GB. De um modo geral, os lotes de CH foram mais homogêneos, com diferenças significativas menores entre si.

Contudo, estes resultados diferem parcialmente de alguns descritos na literatura. Estudos realizados por Lu et al. (2022) e por Delgado-Andrade et al. (2024), relataram um aumento da firmeza em bolachas com maior percentagem de farinha de GB. Por outro lado, Schouten et al. (2023) observaram resultados divergentes, sugerindo que a firmeza pode depender de múltiplos fatores, incluindo a interação entre a farinha utilizada e a matriz do produto final.

Neste contexto, a textura dos alimentos é um fator crucial que influencia a aceitação do produto por parte dos consumidores, especialmente em *wafers*, nos quais a perceção de crocância desempenha um papel importante. As variações observadas no trabalho de rutura entre os lotes, em ambas as formulações, evidenciam a importância de um controlo rigoroso durante o processo produtivo. Este aspeto reforça a necessidade de um estudo mais aprofundado sobre a influência das características reológicas e funcionais das farinhas na textura dos produtos formulados. Além disso, do ponto de vista do consumidor, uma textura mais firme poderá ser preferida por aqueles que valorizam *snacks* mais crocantes.

6.3. Composição química

Na **Tabela 9** são apresentados os resultados para os lípidos totais, proteína bruta, humidade e cinzas.

Através dos dados apresentados para a composição química verifica-se que as *wafers* são constituídas maioritariamente por hidratos de carbono (entre 67,5 % e 80,7 %, se calculados pela diferença das percentagens dos outros constituintes), proteína e lípidos.

Relativamente aos lípidos totais, os lotes de CH apresentaram valores bastante semelhantes, não se verificando diferenças significativas entre si. Por outro lado, as *wafers* de GB apresentaram maior variabilidade neste parâmetro. Os lotes GB1 e GB2 apresentaram os

valores mais baixos, enquanto o GB3 registou o valor mais elevado. Esta variação poderá indicar uma alteração na formulação, um erro no processo de produção ou no doseamento.

Tabela 9

Valores Médios e Desvios Padrão para os Parâmetros de Composição Química

Amostra	Lote	N	Lípidos totais (% g/100g)	Proteína bruta (% g/100g)	Humidade (% g/100g)	Cinzas (% g/100g)
CH	1	10	11,00 ^c ± 0,10	11,82 ^b ± 0,27	5,91 ^d ± 0,05	1,61 ^a ± 0,06
	2	10	11,00 ^c ± 0,06	11,72 ^b ± 0,10	6,96 ^e ± 0,01	1,66 ^{ab} ± 0,00
	3	10	10,90 ^c ± 0,02	12,06 ^b ± 0,00	5,26 ^c ± 0,09	1,69 ^{abc} ± 0,01
GB	1	10	4,70 ^a ± 0,14	10,86 ^a ± 0,23	1,56 ^a ± 0,01	1,79 ^{bc} ± 0,05
	2	10	5,50 ^b ± 0,07	10,84 ^a ± 0,14	1,99 ^b ± 0,02	1,80 ^c ± 0,04
	3	10	14,40 ^d ± 0,00	10,70 ^a ± 0,14	5,47 ^c ± 0,13	1,94 ^d ± 0,01
Bolacha wafer baunilha*			36,4	3,2	2,7	0,8

Nota. *Adaptado da Tabela de Composição de Alimentos, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, INSA, 2025.

Quanto à proteína bruta, observaram-se diferenças entre os dois tipos de *wafers*. As *wafers* de CH apresentaram valores superiores quando comparados com as *wafers* de GB. Dentro de cada formulação não se observaram diferenças significativas entre os lotes. Estes resultados estão de acordo com a literatura, uma vez que Thongram et al. (2016) observaram um aumento significativo do conteúdo proteico, cerca de 20 %, após a substituição parcial (25 %) da farinha de trigo por farinha de GB, demonstrando o potencial das proteaginosas para melhorar o valor nutricional de produtos de panificação.

No que diz respeito à humidade, verificaram-se diferenças significativas entre os diferentes lotes em ambas as formulações. Nos lotes de CH, todos apresentaram valores significativamente diferentes entre si, com destaque para CH2 que apresentou o teor de humidade mais elevado. Nos lotes de GB também se verificaram diferenças significativas entre os lotes. De um modo geral, os lotes de CH apresentaram maior teor de humidade do que os lotes de GB, o que poderá estar associado à formulação, à produção ou às características da própria matéria-prima.

Relativamente ao teor de cinzas, observaram-se valores semelhantes entre as duas formulações. Nos lotes de 2 e 3 de CH e 1 de GB não existem diferenças significativas,

indicando um conteúdo mineral relativamente estável. Os restantes lotes apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o GB3 o lote com o valor mais elevado.

Para ser possível estabelecer comparação com *wafers* já comercializados foram escolhidas as *wafers* de baunilha, cujos valores de composição química constam na Tabela de Composição de Alimentos de 2025 (TCA) publicado pelo INSA. Quando comparados com os valores de uma *wafer* de baunilha, observa-se que as *wafers* desenvolvidas apresentam um perfil nutricional diferente., principalmente nos valores de proteína que são superiores nas *wafers* CH e GB. Para além disso, as *wafers* formuladas apresentam teores de lípidos significativamente inferiores comparativamente à *wafer* de baunilha.

Estes resultados evidenciam algumas vantagens da utilização de proteaginosas na formulação de *wafers* em comparação com produtos cuja base é predominantemente farinha de trigo. As proteaginosas contribuem para aumentar significativamente o teor proteico, melhorando o valor nutricional do produto. Para além disso, podem reduzir o teor de gordura total e aumentar o conteúdo mineral, resultando num produto potencialmente mais equilibrado do ponto de vista nutricional. Assim, a incorporação de proteaginosas pode representar uma estratégia promissora para o desenvolvimento de snacks mais nutritivos.

6.4. Análise de Componentes Principais

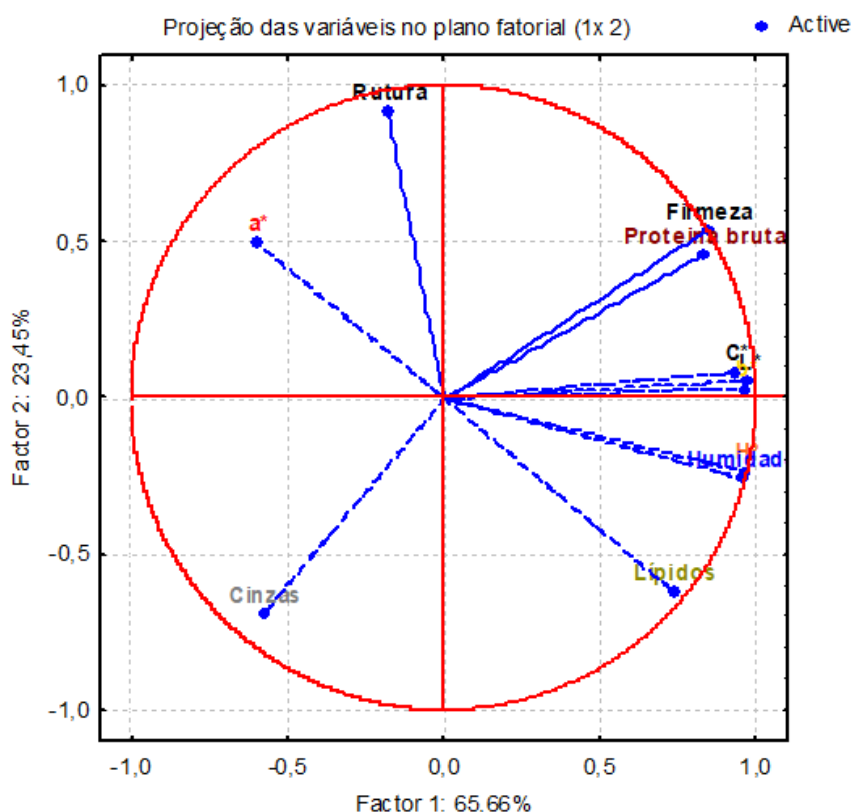
Realizou-se uma análise do modelo sumário da variância explicada (ver **Tabela 10**; e respetiva **Figura 17** no **Anexo II**), na perspetiva de relacionar os resultados obtidos nos parâmetros de textura, na cor e na composição química. A primeira componente principal apresentou um valor próprio de 7,223, correspondendo a 65,66 % da variância total. A segunda componente surge com um valor próprio de 2,579 que corresponde a 23,45 % da variância total, sendo a variância acumulada 89,11 %. As restantes componentes apresentam valores próprios inferiores a 1 e, de acordo com o critério de Kaiser, não foram consideradas relevantes para a interpretação e a variância acumulada é superior a 75 %.

Na **Tabela 13** do **Anexo II** apresentam-se as correlações de cada uma das variáveis originais nas componentes principais. Esta medida permite perceber qual, ou quais as variáveis que são determinantes para cada uma das componentes principais, considerando de acordo com Marôco (Marôco, 2021) os valores absolutos dos fatores de correlação superiores a 0,50.

Na **Figura 9** apresenta-se a projeção das variáveis no plano que ilustram a **Tabela 10** acima referido (respetiva **Tabela 13** em anexo).

Tabela 10
Modelo Sumário: Valores Próprios da Matriz de Correlação e Estatística Relacionadas (ACP)

Componentes	Valor próprio	% Variância	Valor próprio acumulado	% Acumulado
		total		total
1	7,223	65,66	7,223	65,66
2	2,579	23,45	9,802	89,11
3	0,744	6,77	10,546	95,88
4	0,358	3,25	10,904	99,13
5	0,096	0,87	11,000	100,00

Figura 9
Projeção das Variáveis no Plano (1x2)


No 1º fator principal as coordenadas de cor L*, b*, C* e H°, a firmeza, a proteína bruta, humidade e lípidos apresentam valores positivos superiores a 0,5, indicando correlação direta. Por oposição, os parâmetros a* e cinzas, apresentam valores negativos (-0,5), indicando correlação inversa com os parâmetros anteriores. O parâmetro rutura não apresenta valor absoluto superior a 0,5 (positivo ou negativo), não sendo, por isso, considerado relevante neste

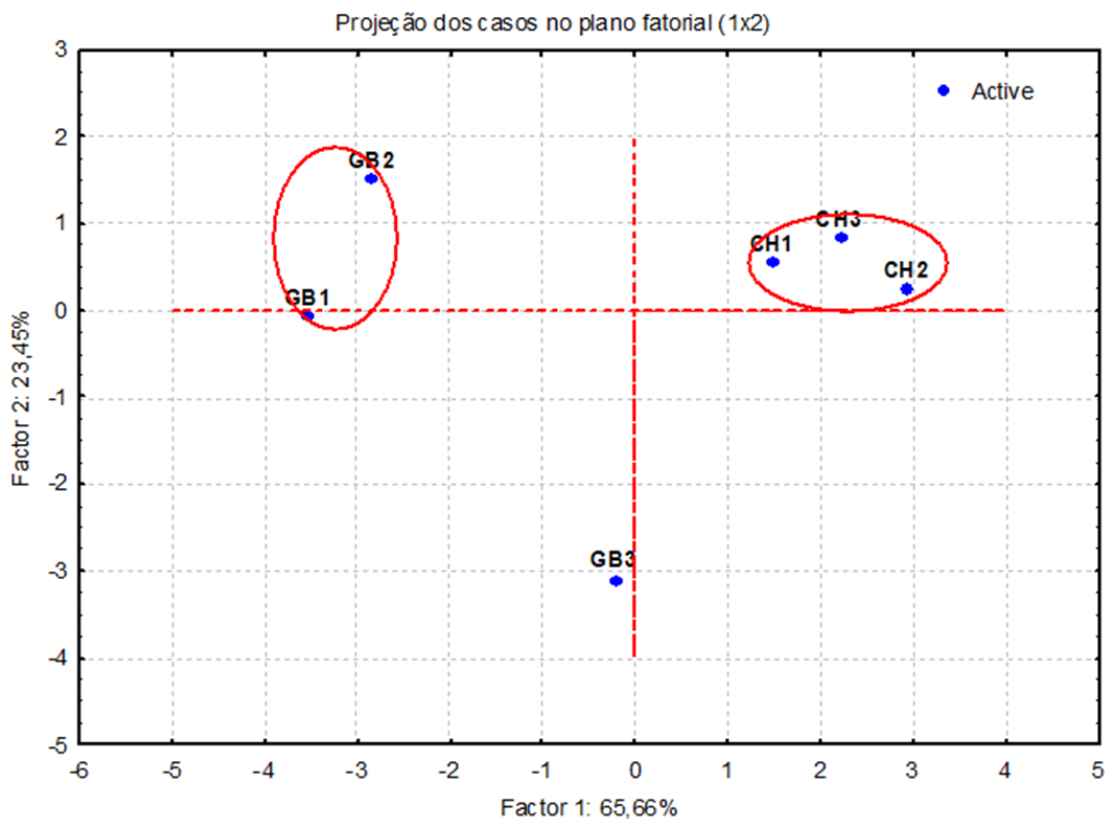
fator. No caso das coordenadas de cor, isto significa que quanto mais elevados forem os valores de L^* , b^* , C^* e H° , mais baixo será o valor a^* , o que poderá estar relacionado com a tonalidade mais amarelada e clara, característica observada nas *wafers* de CH. Esta tendência poderá ainda estar influenciada pelo processo de produção. A firmeza está associada ao teor de proteína, sugerindo que amostras com maior conteúdo proteico apresentam uma estrutura mais coesa e resistente. Esta associação é particularmente evidente nas *wafers* de CH, que apresentam valores elevados na primeira componente principal. Nos *wafers* de GB, embora a tendência exista, a associação é menos consistente, refletindo maior variabilidade entre os lotes.

No 2º fator principal é possível verificar correlação forte (valores positivos) entre os parâmetros de textura por oposição aos lípidos e cinzas (valores negativos). Os outros parâmetros não são relevantes neste fator especialmente as coordenadas de cor.

A projeção das amostras no plano definido pelas duas primeiras componentes principais é apresentada na **Figura 10**, permitindo observar o agrupamento das *wafers* de CH e GB e a relação entre os diferentes lotes.

Figura 10

Projeção dos Casos no Plano das Amostras



Relativamente à projeção dos casos no plano para as seis amostras (3 lotes de cada tipo de *wafers* de CH e GB), a **Figura 10** confirma que as *wafers* de CH estão situadas no mesmo quadrante e muito próximas entre si, formando uma única nuvem de pontos. Este agrupamento é justificado pelo facto de apresentarem características semelhantes, nomeadamente maior luminosidade, tonalidade mais amarelada, valores de firmeza mais elevados, assim como proteína, associados ao fator 1.

As amostras 1 e 2 de *wafers* de GB também estão no mesmo quadrante e na mesma nuvem, com firmeza e proteína bruta ligeiramente mais baixas relativamente às amostras de chicharo. No que diz respeito ao parâmetro de textura, rutura e coordenada de cor a^* são opostas às outras 3, mais avermelhadas.

A amostra 3 de GB surge isolada das restantes, evidenciando um perfil diferenciado. Este afastamento poderá estar associado a variações ao nível da composição, do processamento ou do lote. O seu posicionamento no plano fatorial sugere menor homogeneidade relativamente às outras, podendo indicar maior variabilidade tecnológica ou estrutural.

6.5. Caracterização microbiológica

As **Tabelas 11** e **12** apresentam os resultados microbiológicos obtidos em três lotes distintos (Lote 1, Lote 2 e Lote 3), com três repetições analisadas por lote ($n = 3$), totalizando nove repetições ($n = 9$). Para os parâmetros quantificáveis (expressos em \log u.f.c./g), apresentam-se a média (\bar{X}), desvio padrão (σ), valor mínimo (MÍN) e valor máximo (MX). Para os parâmetros abaixo do limite de quantificação, os resultados são apresentados como “<1”. Para *Enterococcus*, os resultados são apresentados qualitativamente, indicando a presença do microrganismo e a respetiva diluição em que foi detetado.

De acordo com os valores guia do INSA (2019), considera-se satisfatória uma contagem total de microrganismos a 30 °C inferior a 3,00 \log u.f.c./g. No presente estudo, as contagens variaram entre 2,86 e 3,77 \log u.f.c./g. O lote GB2 foi o único classificado como satisfatório, enquanto os restantes lotes foram considerados questionáveis (3,00–4,00 \log u.f.c./g), não se registando, contudo, valores não aceitáveis ($> 4,00 \log$ u.f.c./g).

Os resultados da análise de *Bacillaceae* foram maioritariamente negativos ou abaixo do limite de deteção (< 1 u.f.c./g), com exceção do lote 3 de CH, onde foi detetado em baixas concentrações.

Relativamente a bolores e leveduras, todas as amostras apresentaram contagens inferiores a ($< 2,70 \log$ u.f.c./g) para bolores ($< 3,00 \log$ u.f.c./g) para leveduras, em

concordância com os limites definidos como satisfatórios. Estes resultados apontam para uma eficácia geral das condições de processamento, reforçando a importância da aplicação de boas práticas de fabrico e higiene.

As *Enterobacteriaceae* foram detetadas em vários lotes de CH, com valores sempre inferiores a 2,00 log u.f.c./g, classificação considerada como satisfatória segundo o INSA. Esta contaminação não foi observada nos lotes de GB. A identificação de *Enterobacteriaceae* apenas nas amostras com farinha de CH, ainda que em níveis reduzidos, sugere uma possível contaminação pós-processamento, nomeadamente durante o arrefecimento, embalamento ou manipulação, ou ainda associada a práticas de higienização menos eficazes dos equipamentos. O facto de não terem sido detetadas nos lotes de GB pode indicar diferenças nos pontos críticos de controlo ou na resistência microbiológica natural associada à composição da matriz.

A presença de *Enterococcus*, foi detetado em todos os lotes analisados. As diluições positivas variaram entre 10^{-1} e 10^{-3} , o que indica uma contaminação mínima, que embora não seja alarmante, deve ser controlada. Embora o INSA não estabeleça limites específicos para este grupo de microrganismos nesta categoria de alimentos, a sua presença pode ser interpretada como um alerta para possíveis falhas nos pontos críticos de higienização ou contaminação pós-processamento, exigindo monitorização futura.

A avaliação microbiológica realizada neste estudo revelou que as *wafers* de GB demonstraram um perfil microbiológico mais estável, em comparação com as *wafers* de CH. Isto pode estar associado não só à composição físico-química da matéria-prima, mas também à menor disponibilidade de nutrientes para o crescimento microbiano. Este comportamento está em consonância com o estudo de Tikle e Mishra (2019), que reconhece o papel da composição alimentar, especialmente o teor de proteína e fibra, como potenciadores do desenvolvimento microbiano quando não há um controlo rigoroso das condições de processo e conservação.

Em suma, a avaliação microbiológica demonstrou que as *wafers* produzidas com farinha de CH e GB constituem produtos microbiologicamente estáveis, dentro dos limites aceitáveis. Além disso, estes resultados reforçam a importância do controlo nas etapas de processamento e armazenamento, bem como da monitorização contínua, para garantir a segurança alimentar e a qualidade do produto ao longo da sua vida útil.

Tabela 11
Resultados das Análises Microbiológicas para Wafers de Chicharo

Parâmetros	Lote 1				Lote 2				Lote 3				Total			
	n=3				n=3				n=3				n=9			
	\bar{X}	$\pm \sigma$	MÍN	MX	\bar{X}	$\pm \sigma$	MÍN	MX	\bar{X}	$\pm \sigma$	MÍN	MX	\bar{X}	$\pm \sigma$	MÍN	MX
M 30°C (log u.f.c./g)	3,61	0,11	3,15	3,71	3,18	0,24	2,85	3,45	3,55	0,13	3,11	3,69	3,44	0,07	3,18	3,61
Esporos M30°C (log u.f.c./g)	3,25	0,11	3,15	3,36	2,92	0,06	2,85	2,95	3,24	0,12	3,11	3,36	3,14	0,03	2,92	3,25
<i>Bacillaceae</i> (log u.f.c./g)	<1				—				<1				<1			
<i>Enterobacteriaceae</i> (log u.f.c./g)	1,33	0,35	1,00	1,70	<1	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,34	0,35	1,00	1,70	
Bolores e leveduras (log u.f.c./g)	<1				<1				<1				<1			
<i>Enterococcus</i> (Presente/ausente)	Presente ¹				Presente ¹				Presente ²				—			

Nota: ¹: Detetado em 10⁻² no lote 1 e 2

²: Detetado em 10⁻³ no lote 3

Tabela 12
Resultados das Análises Microbiológicas para Wafers de Grão-de-Bico

Parâmetros	Lote 1				Lote 2				Lote 3				Total			
	n=3				n=3				n=3				n=9			
	\bar{X}	$\pm \sigma$	MÍN	MX	\bar{X}	$\pm \sigma$	MÍN	MX	\bar{X}	$\pm \sigma$	MÍN	MX	\bar{X}	$\pm \sigma$	MÍN	MX
M 30°C (log u.f.c./g)	3,39	0,16	3,28	3,57	2,86	0,09	2,78	2,95	3,77	0,15	3,28	3,57	3,34	0,46	2,86	3,77
Esporos M30°C (log u.f.c./g)	2,53	0,36	2,11	2,78	2,36	0,10	2,30	2,48	3,51	0,07	2,11	3,78	2,80	0,62	2,36	3,51
<i>Bacillaceae</i> (log u.f.c./g)	<1				<1				<1				<1			
<i>Enterobacteriaceae</i> (log u.f.c./g)	<1				—				<1				<1			
Bolores e leveduras (log u.f.c./g)	<1				<1				<1				<1			
<i>Enterococcus</i> (Presente/ausente)	Presente ¹				Presente ¹				Presente ¹				—			

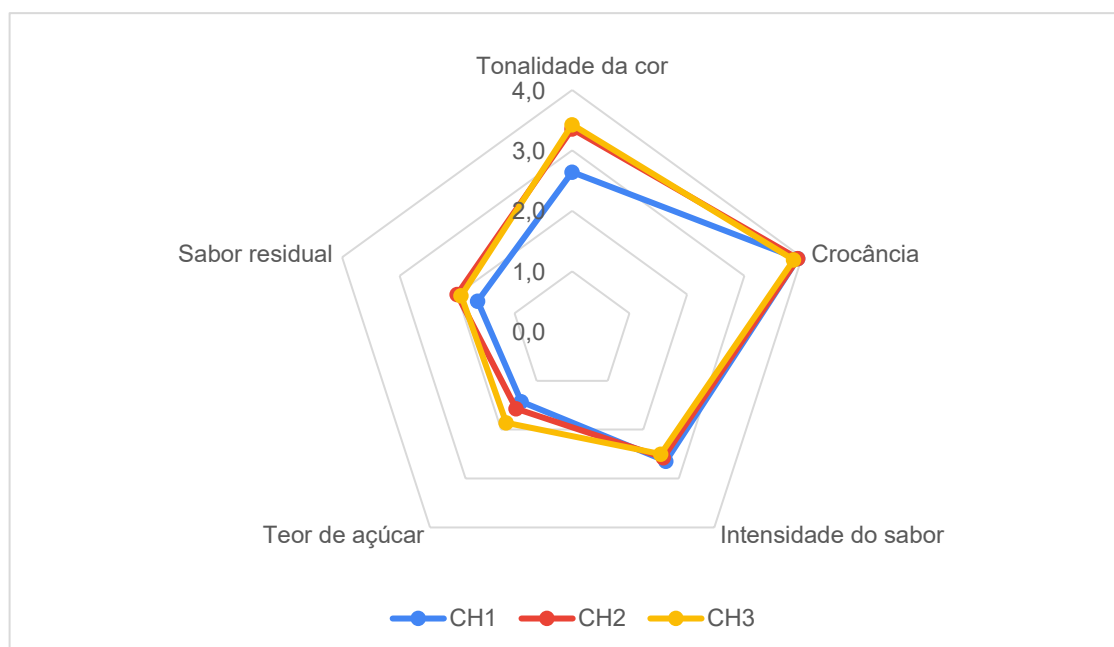
Nota¹: Detetado em 10⁻² em todos os lotes

6.6. Análise sensorial

As características sensoriais das *wafers* dos diferentes ensaios foram avaliadas numa escala de 1 a 5: tonalidade da cor (clara — escura), crocância (nada — muito), intensidade do sabor (nada — muito), teor de açúcar (sem doce — muito doce) e sabor residual (nada — muito). Os resultados obtidos na avaliação das características sensoriais das *wafers* com chicharo estão apresentados na **Figura 11**.

Figura 11

Avaliação Quantitativa de Algumas Características Sensoriais dos Wafers com Chicharo (Valores Médios)

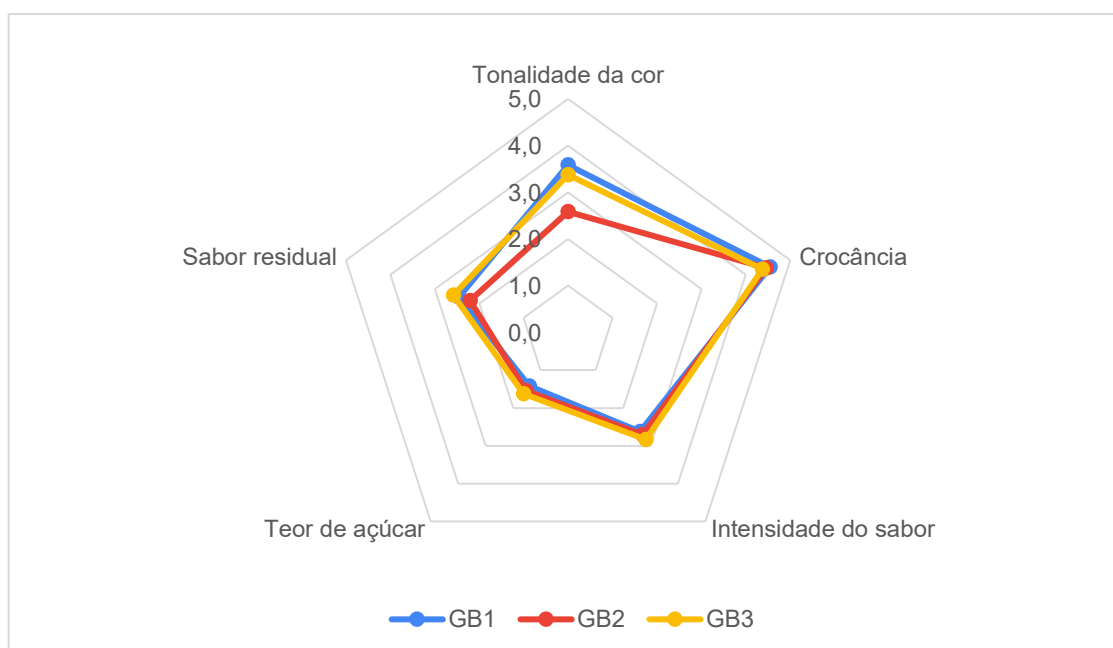


Na avaliação da tonalidade da cor das *wafers* de chicharo, a amostra CH1 apresentou o valor mais baixo (2,6), correspondendo a uma cor mais clara, enquanto as amostras CH2 e CH3 apresentaram valores superiores (3,4), associados a colorações mais escuras. Para a crocância todas as amostras apresentaram o mesmo valor médio (3,9), evidenciando uma textura consistente entre os diferentes lotes. Quanto à intensidade do sabor, as diferenças entre os lotes foram pouco expressivas (2,5 – 2,6), sugerindo estabilidade sensorial. No que diz respeito ao atributo sensorial teor de açúcar, verificaram-se diferenças na percepção da doçura, com a amostra CH3 a apresentar o valor mais elevado (1,9), seguida da CH2 (1,6) e a amostra CH1 o valor mais baixo (1,4). Por fim, no atributo sabor residual, as amostras CH2 e CH3 apresentaram valores ligeiramente superiores (2,0 e 1,9 respectivamente) relativamente à CH1, sugerindo uma maior persistência da percepção gustativa após o consumo.

Os resultados obtidos na avaliação das características sensoriais das *wafers* com grão-de-bico estão apresentados na **Figura 12**.

Figura 12

Avaliação Quantitativa de Algumas Características Sensoriais das Wafers com Grão-de-Bico (Valores Médios)

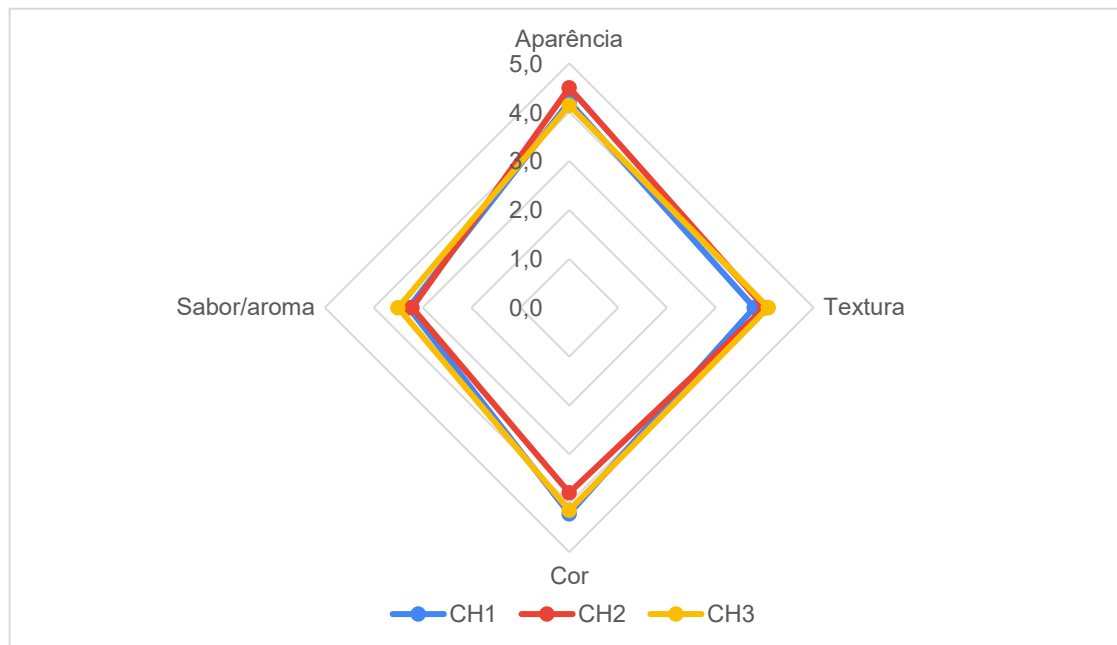


Quanto à tonalidade da cor das *wafers* de grão-de-bico, observaram-se diferenças entre os lotes avaliados, destacando-se a amostra GB2 por apresentar o valor mais baixo (2,6), indicando uma coloração mais clara, enquanto as amostras GB1 (3,6) e GB3 (3,4) apresentaram tonalidades mais intensas. Em relação à crocância, os resultados foram semelhantes entre os três lotes (4,4 – 4,5), evidenciando uma textura consistente entre as amostras. Relativamente à intensidade do sabor, não se observaram variações relevantes entre as amostras, com valores compreendidos entre 2,6 e 2,8. No atributo teor de açúcar, verificaram-se pequenas diferenças entre os lotes, com a amostra GB3 a apresentar o valor mais elevado (1,6) e a amostra GB1 a apresentar o valor mais baixo (1,4). Por fim, o sabor residual foi semelhante entre as amostras, com a GB3 a apresentar o valor mais elevado (2,6), seguida da GB1 (2,5) e a GB2 com o valor mais baixo (2,2), indicando menor persistência da percepção gustativa após o consumo.

A avaliação hedônica foi realizada utilizando uma escala de cinco pontos (1 – não gostei nada; 2 – não gostei; 3 – indiferente; 4 – gostei; 5 – gostei muito), aplicada aos atributos aparência, textura, cor, sabor/aroma e apreciação global. Os resultados obtidos na avaliação hedônica das *wafers* com chicharro encontram-se apresentados na **Figura 13**.

Figura 13

Gráfico Radar com os Resultados da Avaliação Hedônica das Wafers de Chicharo

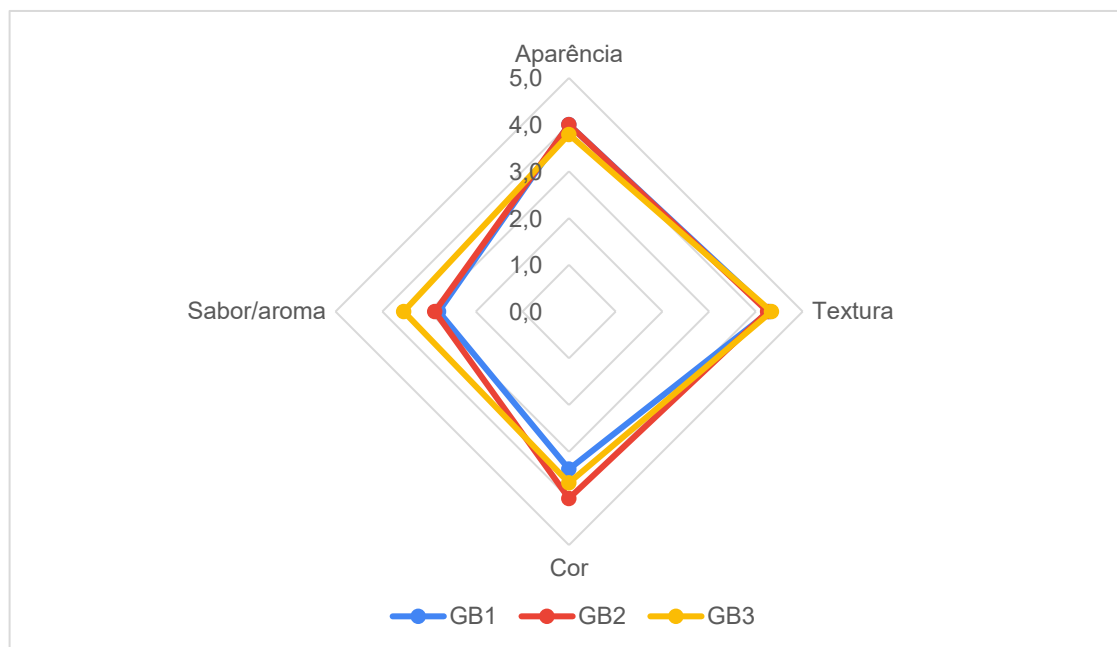


Na avaliação hedônica (**Figura 13**), o lote CH2 obteve a maior pontuação no atributo aparência (4,5), ligeiramente superior ao CH1 (4,2) e CH3 (4,1), sugerindo que os provadores consideram esta amostra visualmente mais atrativa. O lote CH1 apresentou a maior pontuação para a cor (4,2), seguida de CH3 (4,1) e CH2 (3,8), indicando uma preferência dos provadores por colorações mais claras. Em termos de textura, o lote CH3 obteve a melhor pontuação (4,1), ligeiramente superior a CH2 (4,0) e a CH1 (3,8), coerente com o perfil de crocância observado. No atributo sabor/aroma, o lote CH3 voltou a destacar-se (3,5), apresentando uma pontuação superior em relação às restantes amostras, CH1 (3,3) e CH2 (3,2).

Os resultados obtidos na avaliação hedônica das *wafers* com grão-de-bico são apresentados na **Figura 14**.

Figura 14

Gráfico Radar com os Resultados da Avaliação Hedónica das Wafers de Grão-de-Bico



No atributo aparência, as *wafers* de GB1 e GB2 apresentaram a pontuação mais elevada (4,0), seguindo-se a GB3 (3,8). Relativamente à textura, todas as amostras apresentaram o mesmo valor médio (4,3), evidenciando uma textura consistente entre os diferentes lotes. Para o atributo cor, as *wafers* GB2 obtiveram a pontuação mais alta (4,0), seguidas por GB3 (3,7) e GB1 (3,4). No sabor/aroma, as *wafers* de GB3 obtiveram a pontuação mais elevada (3,5), enquanto GB2 (2,9) e GB1 (2,8) apresentaram pontuações semelhantes.

Com o objetivo de comparar a aceitação global das duas matrizes estudadas, a **Figura 15** ilustra a distribuição percentual da apreciação global.

A apreciação global das duas matrizes apresentou valores semelhantes entre si, com 50,33% para as *wafers* de CH e 49,67% para as *wafers* de GB. A proximidade entre os valores sugere que as características sensoriais das duas matrizes foram percecionadas de forma semelhante pelos provadores, indicando que tanto o chicharo como o grão-de-bico apresentam potencial como matérias-primas para o desenvolvimento deste tipo de produto. Assim, apesar das diferenças observadas em atributos sensoriais específicos, a avaliação global aponta para um nível de aceitação equilibrado entre as duas matrizes avaliadas.

Para além da análise sensorial quantitativa e hedónica, foi também avaliada a intenção de compra dos provadores para os diferentes lotes. A **Figura 16** ilustra os resultados obtidos.

Figura 15

Distribuição Percentual da Apreciação Global das Wafers Produzidas com Farinha de CH e GB

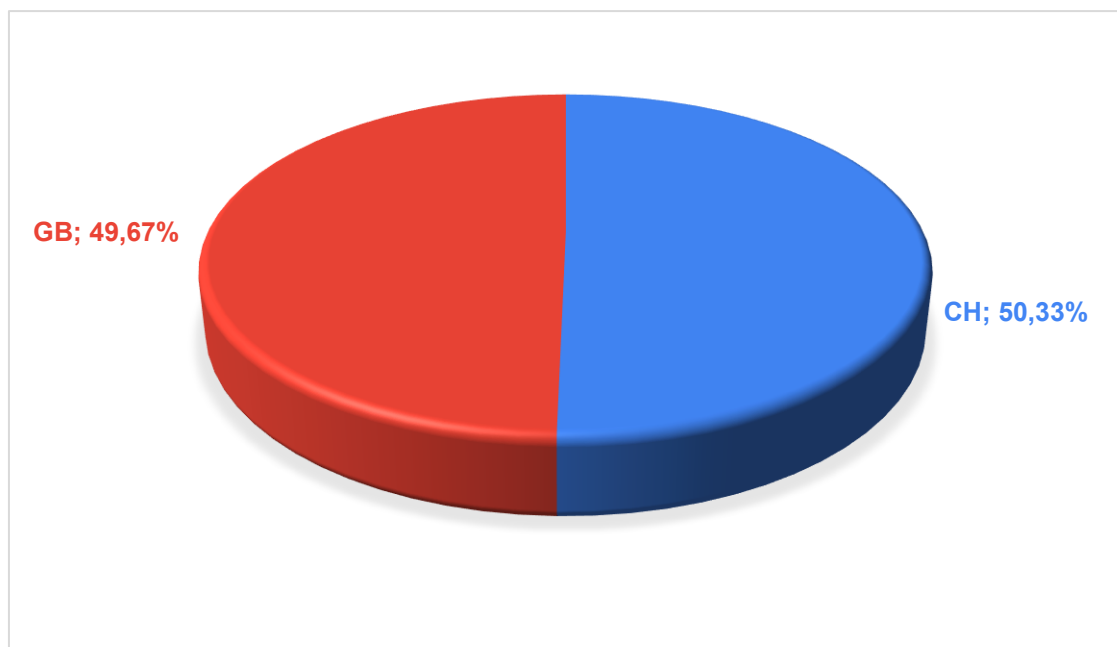
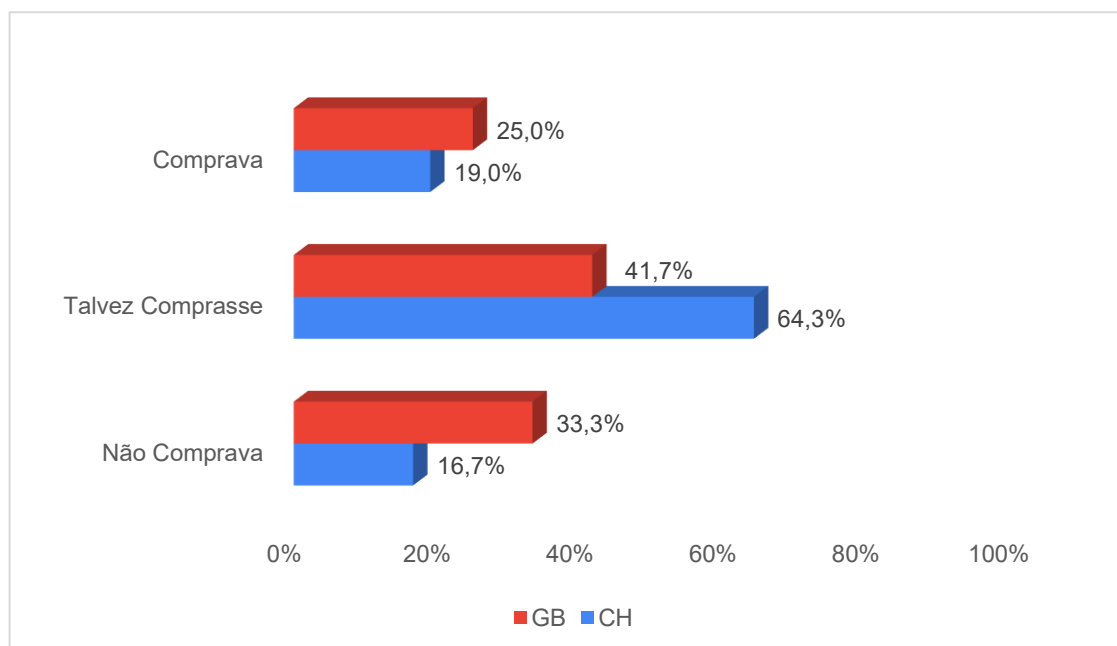


Figura 16

Distribuição Percentual das Respostas de Intenção de Compra para as Wafers



Relativamente à intenção de compra, observaram-se diferenças entre as *wafers*. Nas *wafers* formuladas com farinha de CH, a resposta predominante foi “Talvez comprasse”, representando 64,3 % das respostas dos provadores. A percentagem de respostas “Comprava” foi de 19,0 %, enquanto 16,7 % dos provadores indicaram que “Não comprava” o produto.

Nas *wafers* formuladas com farinha de GB, a resposta mais frequente foi igualmente “Talvez comprasse”, com 41,7 % das respostas. A percentagem de consumidores que indicou “Comprava” foi de 25,0 %, superior à observada para as *wafers* de CH. Por outro lado, a resposta “Não comprava”, apresentou um valor mais elevado para as *wafers* de GB (33,3 %) quando comparado com as de CH.

De forma geral, os resultados indicam que a opção “Talvez comprasse” foi a mais frequente para ambas as matrizes. Contudo, as *wafers* formuladas com farinha de GB apresentaram uma maior percentagem de respostas “Comprava” enquanto as *wafers* de CH registaram menor percentagem de respostas negativas (“Não Comprava”).

A análise sensorial e a avaliação da intenção de compra evidenciam uma relação direta entre a perceção dos atributos sensoriais e o potencial de aceitação das *wafers* pelo painel de provadores. Felisiak et al. (2023) observaram que, embora a adição de farinha de GB tenha afetado ligeiramente o sabor, aroma e a textura das bolachas amanteigadas, a aceitação global manteve-se elevada nas amostras contendo até 75 % desta farinha. Apenas a formulação com 100 % de substituição apresentou uma redução significativa de aceitabilidade (5,8 pontos numa escala de 1 a 9). Resultados semelhantes foram citados por Thongram et al. (2016), que não observaram diferenças significativas na qualidade sensorial ao substituir até 25 % da farinha de trigo por farinha de leguminosas. Do mesmo modo, Yadav et al. (2012) verificaram que a substituição parcial da farinha de trigo por até 20 % de farinha de GB, em combinação com farinha de banana, não comprometeu a aceitação global das bolachas. No entanto, proporções superiores conduziram a uma redução nos parâmetros sensoriais avaliados. Para além disso, Dogruer et al. (2022) compararam diferentes tipos de farinhas de GB (crua, pré-cozida e germinada) em formulações de bolachas sem glúten e constataram que a aceitação sensorial foi moderada (5 pontos numa escala de 1 a 7), sendo os produtos com farinha germinada os menos preferidos. Estes dados reforçam a importância da proporção e o tipo de farinha utilizada na formulação, de modo a garantir um equilíbrio entre a qualidade nutricional e a aceitação sensorial do produto final. Num estudo realizado por Solovieva et al. (2025) foram avaliadas as perceções de consumidores em relação a *crackers* elaboradas com farinha de GB e CH. Embora o produto tenha sido valorizado pelo seu perfil nutricional e conveniência, foram registadas

críticas ao nível da textura e do sabor. Estes dados reforçam a importância de considerar tanto a formulação, como as preferências culturais e os hábitos alimentares na introdução de novos produtos à base de leguminosas.

Em síntese, os resultados obtidos indicam que os tipos de *wafers* estudados apresentam potencial de aceitação, reforçando a importância de ajustes na formulação e de estudos adicionais para uma avaliação mais sólida do seu potencial de mercado.

7. Considerações Finais

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam o potencial das farinhas de grão-de-bico e chícharo como ingredientes alternativos e sustentáveis na formulação de produtos de pastelaria, como as *wafers*. A utilização destas farinhas influenciou diretamente características como a cor, textura e perfil sensorial. Apesar das vantagens nutricionais, verificaram-se diferenças relevantes entre as duas leguminosas, sobretudo ao nível das propriedades tecnológicas e sensoriais. A farinha de grão-de-bico contribuiu para uma coloração mais escura nas *wafers* e uma textura menos firme, enquanto a farinha de chícharo originou produtos de tonalidade mais clara e amarelada. No que diz respeito à textura, as *wafers* de chícharo apresentaram maior firmeza.

A análise de componentes principais confirmou estas tendências e permitiu identificar as variáveis que mais contribuíram para diferenciar as formulações. A primeira componente principal foi fortemente influenciada pela cor (L^* , b^* , C^* e H°), firmeza, proteína bruta, humidade e lípidos, enquanto a segunda componente refletiu principalmente os parâmetros de textura, com associação inversa aos lípidos e cinzas. A projeção das amostras revelou que os lotes de CH são mais homogêneos, enquanto os lotes de GB apresentam maior variabilidade, com destaque para o lote GB3, que se posicionou isolado no plano fatorial. Estes resultados demonstram que cor, firmeza e composição química são os principais fatores que diferenciam as *wafers* e que a ACP constitui uma ferramenta eficaz para caracterizar e comparar formulações de produtos de pastelaria com base em leguminosas.

Para além das diferenças tecnológicas e sensoriais observadas, as formulações desenvolvidas apresentaram também vantagens do ponto de vista nutricional quando comparadas com *wafers* disponíveis no mercado. As *wafers* formuladas apresentaram um teor proteico superior e um teor de lípidos inferior, quando comparadas com as *wafers* de baunilha utilizadas como referência. Estes resultados evidenciam que a incorporação de chícharo e grão-de-bico pode contribuir para a melhoria do perfil nutricional deste tipo de snack, reforçando o potencial das leguminosas no desenvolvimento de produtos de pastelaria mais equilibrados.

Do ponto de vista microbiológico, os resultados demonstraram que as *wafers* formulados apresentaram um perfil estável e dentro dos limites de segurança. A deteção de microrganismos em algumas amostras reforça a importância de um controlo rigoroso, bem como de boas práticas de higiene.

A avaliação sensorial revelou uma boa aceitação, evidenciando a viabilidade de incorporar leguminosas em formulações de pastelaria, sem comprometer a experiência sensorial.

As leguminosas representam uma alternativa promissora às proteínas de origem animal, não só pelo seu valor nutricional, mas também pela sua versatilidade tecnológica e pelo seu contributo para a sustentabilidade ambiental. No entanto, a presença de sabores indesejáveis continua a limitar a sua ampla utilização no setor alimentar, constituindo um dos principais desafios a ultrapassar. Atualmente, a proteína de ervilha é a mais utilizada no setor alimentar, o que evidencia a importância de explorar o potencial de outras leguminosas.

Compreender as propriedades funcionais destas farinhas e como estas interagem com diferentes matrizes é essencial para otimizar a sua aplicação em produtos alimentares. Iniciativas futuras de melhoramento vegetal para o desenvolvimento de variedades mais adaptadas, poderão contribuir para ultrapassar limitações tecnológicas e sensoriais, tornando as leguminosas mais adequadas às aplicações da indústria alimentar.

Por fim, é fundamental aumentar a sensibilização dos consumidores quanto aos benefícios do consumo regular de leguminosas, potenciando a sua integração e valorização no setor alimentar.

8. Referências bibliográficas

- Akalu, G., Johansson, G., & Nair, B. M. (1998). Effect of processing on the content of β -N-oxalyl- α , β -diaminopropionic acid (gb-ODAP) in grass pea (*Lathyrus sativus*) seeds and flour as determined by flow injection analysis. *Food Chemistry*, 62(2), 233-237. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(97\)00137-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(97)00137-4)
- Akram, A., Yasmin, I., Sharif, H. R., Nayik, G. A., Ramniwas, S., & Siddiqui, S. A. (2024). Compositional profiling and bioefficacy studies of pulses-supplemented isocaloric designer biscuits for recently diagnosed diabetic individuals. *Food Chemistry: X*, 22, 101305. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101305>
- Alonso, B. O., Rovir, R. F., Vegas, C. A., & Pedrosa, M. M. (2010). Papel de las leguminosas en la alimentación actual. *Actividad Dietética* 14(2), 72- 76. [http://doi.org/10.1016/s1138-0322\(10\)70014-6](http://doi.org/10.1016/s1138-0322(10)70014-6)
- Amato, M., Riverso, R., Palmieri, R., Verneau, F., & La Barbera, F. (2023). Stakeholder beliefs about alternative proteins: A systematic review. *Nutrients*, 15(4), 837. <https://doi.org/10.3390/nu15040837>
- AOAC. (2000). *Official methods of analysis of AOAC: International* (17th ed.). Gaithersburg: Association of Analytical Communities.
- Asif, M., Rooney, L. W., Ali, R., & Riaz, M. N. (2013). Application and opportunities of pulses in food system: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(11), 1168-1179. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.574804>
- Associação Portuguesa de Nutrição (2024). *Leguminosa a leguminosa, encha o seu prato de saúde*. (E-book N.º69). Associação Portuguesa de Nutrição. ISBN 978-989-8631-63-3
- Bajka, B. H., Pinto, A. M., Ahn-Jarvis, J., Ryden, P., Perez-Moral, N., Van der Schoot, A., Stocchi, C., Bland, C., Berry, S. E., Ellis, P. R., & Edwards, C. H. (2021). The impact of replacing wheat flour with cellular legume powder on starch bioaccessibility, glycaemic response and bread roll quality: A double-blind randomised controlled trial in healthy participants. *Food Hydrocolloids*, 114, 106565. <https://doi.org/10.10>

[16/j.foodhyd.2020.106565](https://doi.org/10.1007/978-3-030-59091-8_1)

- Barone, M., & Tulumello, R. (2020). *Lathyrus sativus*: An overview of chemical, biochemical, and nutritional features. Em M. Barone & R. Tulumello (Eds.), *Lathyrus sativus and Nutrition: Traditional food products, chemistry and safety issues*. (pp. 1- 24). 1ª ed. SpringerBriefs in Molecular Science. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59091-8_1
- Barpete, S., Gupta, P., Khawar, K. M., & Kumar, S. (2021). Effect of cooking methods on protein content and neurotoxin (β -ODAP) concentration in grass pea (*Lathyrus sativus* L.) grains. *CyTA- Journal of Food*, 19(1), 448- 456. <https://doi.org/10.1080/19476337.2021.1915879>
- Bhat, S., Aditya, K. S., Kumari, B., Acharya, K.K., & Sendhil, R. (2022). Pulses production, trade and policy imperatives: a global perspective. Em *Advances in Legumes for Sustainable Intensification*. (pp. 39– 656). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85797-0.00018-5>
- Bollani, L., Bonadonna, A., & Peira, G. (2019). The millennials concept of sustainability in the food sector. *Sustainability*, 11(10), 2984. <https://doi.org/10.3390/su11102984>
- Boye, J., Zare, F., & Pletch, A. (2010). Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*, 43(5), 1233-1245. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.003>
- Bresciani, A., & Marti, A. (2019). Using pulses in baked products: Lights, shadows, and potential solutions. *Foods*, 8(10), 451. <https://doi.org/10.3390/foods8100451>
- Brigide, P., Toledo, N. M. V., López-Nicolás, R., Ros, G., Frontela-Saseta, C., & Carvalho, R. V. (2019). Fe and Zn in vitro bioavailability in relation to antinutritional factors in biofortified beans subjected to different processes. *Food & function*, 10(8), 4802 - 4810. <https://doi.org/10.1039/c9fo00199a>
- Buta, M. B., Emire, S. A., Posten, C., Andrée, S., & Greiner, R. (2019). Reduction of β -ODAP and IP6 contents in *Lathyrus sativus* L. seed by high hydrostatic pressure. *Food Research International*, 120, 73- 82. <https://doi.org/10.1016/j.foodre>

- Caracuta, V., Barzilai, O., Khalaily, H., Milevski, J., Paz, Y., Vardi, J., Regev, L., & Boaretto, E. (2015). The onset of faba bean farming in the Southern Levant. *Scientific Reports*, 5, 14370. <https://doi.org/10.1038/srep14370>
- Chandna, M., & Matta, N. K. (1994). Studies on changing protein levels in developing and germinating seeds of *Lathyrus sativus* L. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 3, 59-61. <https://doi.org/10.1007/BF03321950>
- Chevallier, S., Colonna, P., Buléon, A., & Della Valle, G. (2000). Physicochemical behaviors of sugars, lipids, and gluten in short dough and biscuit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(4), 1322- 1326. <https://doi.org/10.1021/jf990435+>
- Clark, J. L., Taylor, C. G., & Zahradka, P. (2018). Rebellious against the (insulin) resistance: A review of the proposed insulin- sensitizing actions of soybeans, chickpeas, and their bioactive compounds. *Nutrients*, 10(4), 434. <https://doi.org/10.3390/nu10040434>
- Delgado-Andrade, C., Olías, R., Marín-Manzano, M. C., Seiquer, I., & Clemente, A. (2024). Chickpea seed flours improve the nutritional and the antioxidant profiles of traditional shortbread biscuits: Effects of in vitro gastrointestinal digestion. *Antioxidants*, 13(1), 118. <https://doi.org/10.3390/antiox13010118>
- Direção-Geral da Saúde. (2020). *Porções da nova Roda dos Alimentos*. Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável. <https://alimentacaosaudavel.dgs.pt/wp-content/uploads/2020/01/Porções-da-nova-roda-dos-alimentos.pdf>
- Dogruer, I., Coban, B., Baser, F., Gulec, S., & Ozen, B. (2023). Techno-functional and in vitro digestibility properties of gluten-free cookies made from raw, pre-cooked, and germinated chickpea flours. *Foods*, 12(15), 2829. <https://doi.org/10.3390/foods12152829>
- Felisiak, K., Przybylska, S., Tokarczyk, G., Tabaszewska, M., Słupski, J., & Wydurska, J. (2023). Effect of chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour incorporation on quality,

- antioxidant properties, and bioactive compounds of shortbread cookies. *Foods*, 12 (8), 1694. <https://doi.org/10.3390/foods13152356>
- Ferreira, H., Pinto, E., & Vasconcelos, M. W. (2021). Legumes as a cornerstone of the transition toward more sustainable agri-food systems and diets in Europe. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 694121. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fsufs.2021.6941214>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *Pulses Nutritious seeds for a sustainable future*. FAO. <https://doi.org/10.4060/i5528e>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023). *FAOSTAT: Crops and livestock products data: import quantity* [Base de dados]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TCL>
- Fortune Business Insights (2025). *Protein snacks market size, share & trends, by type (meat snacks, protein bars, cookies, and others), by source (animal and plant), by distribution channel (supermarkets/hypermarkets, convenience stores, e-commerce, and others), and regional forecast, 2024-2032*. <https://www.fortunebusinessinsights.com/protein-snacks-market-110937>.
- Galanakis, C. M. (2023). The “vertigo” of the food sector within the triangle of climate change, the post- pandemic world, and the Russian- Ukrainian war. *Foods*, 12(4), 721. <https://doi.org/10.3390/foods12040721>
- Getahun, H., Lambein, F., Vanhoorne, M., & Van der Stuyft, P. (2003). Food-aid cereals to reduce neurolathyrisms related to grass-pea preparations during famine. *The Lancet*, 362(9398), 1808-1810. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(03\)14902-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)14902-1)
- Gonçalves, L., Rubiales, D., Bronze, M. R., & Vaz Patto, M. C. (2022). Grass pea (*Lathyrus sativus* L.) - A sustainable and resilient answer to climate challenges. *Agronomy*, 12 (6), 1324. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061324>
- Gonçalves, M. S. (2020). *Desenvolvimento de novos produtos alimentares com proteínas vegetais*. [Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto]. Repositorio da Universidade do Porto. <https://hdl.handle.net/10216/132011>

- Grela, E. R., Rybinski, W., Klebaniuk, R., & Matras, J. (2010). Morphological characteristics of some accessions of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) grown in Europe and nutritional traits of their seeds. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57(5), 693-701. <https://doi.org/10.1007/s10722-009-9505-4>
- Guinet, M., Nicolardot, B., & Voisin, A. S. (2020). Provision of contrasted nitrogen-related ecosystem services among grain legumes. *Agronomy for Sustainable Development*, 40(5), 33. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00637-0>
- Hall, C., Hillen, C., & Garden-Robinson, J. (2017). Composition, nutritional value, and health benefits of pulses. *Cereal Chemistry*, 94(1), 11- 31. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-03-16-0069-FI>
- Hassoun, A., Crobotova, J., Trif, M., Rusu, A. V., Bobiș, O., Nayik, G. A., Jagdale, Y. D., Saeed, F., Afzaal, M., Mostashari, P., Khaneghah, A. M. & Regenstein, J. M. (2022). Consumer acceptance of new food trends resulting from the fourth industrial revolution technologies: A narrative review of literature and future perspectives. *Frontiers in nutrition*, 9, 972154. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.972154>
- Herrera, A. C., & Gonzalez de Mejia, E. (2021). Feasibility of commercial breadmaking using chickpea as an ingredient: Functional properties and potential health benefits. *Journal of food science*, 86(6), 2208- 2224. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15759>
- Hunter, R. S. (1958). Photoelectric Color Difference Meter. *Journal of the Optical Society of America*, 48(12), 985-995
- Instituto Politécnico de Santarém, Escola Superior Agrária de Santarém (2023). *Plano de ação do projeto SPIN—Sustainable ProteIN*. Publicação do IPSantarém /ESAS.
- Instituto Nacional de Estatística. (2021). *Balança alimentar portuguesa 2016-2020*. (Publicação do INE). https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=437140067&PUBLICACOESmodo=2&xlang=pt

- Instituto Nacional de Estatística. (2023). *Produção de leguminosas secas por espécie; anual*. (Publicação do INE) https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&userLoadSave=Load&userTableOrder=173&tipoSelecao=1&contexto=pq&selTab=tab1&submitLoad=true&xlang=pt
- Instituto Nacional de Estatística. (2025). *Grau de autoaprovisionamento de leguminosas secas (%) por espécie de leguminosas secas*. (Publicação do INE). https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000193&contexto=bd&selTab=tab2
- Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. (2019). *Interpretação de resultados de ensaios microbiológicos em alimentos prontos para consumo e em superfícies do ambiente de preparação e distribuição alimentar: valores-guia*. Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. <http://hdl.handle.net/10400.18/5610>
- Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. (2025). *Tabela da Composição de Alimentos*. Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. <https://portfir-insa.min-saude.pt/>
- International Organization for Standardization (2008). *Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds - Part 2: Colony count technique in products with water activity less than or equal to 0.95* (ISO Standard No. 21527-2:2008).
- International Organization for Standardization (2017). *Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae - Part 2: Colony-count technique* (ISO Standard No. 21528-2:2017).
- International Organization for Standardization (2022). *Microbiology of the food chain - Horizontal method for the enumeration of microorganisms - Part 1: Colony count at 30 °C by the pour plate technique - Amendment 1: Clarification of scope* (ISO Standard No. 4833-1:2013/Amd 1:2022).
- International Organization for Standardization (2023). *Sensory analysis – Selection and training of sensory assessor* (ISO Standard No. 8586:2023)
- International Organization for Standardization. (s.d.). *Microbiology of the food chain — Horizontal method for enumeration of enterococci* (ISO/CD Standard No. 21722).

- Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., & Chibbar, R. N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): A review. *British Journal of Nutrition*, 108(S1), S11- S26. <https://doi.org/10.1017/S0007114512000797>
- Kaur, R., & Prasad, K. (2021). Technological, processing and nutritional aspects of chickpea (*Cicer arietinum*) - A review. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 448-463. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.044>
- Khalil, R., Kallas, Z., Pujolà, M., & Haddarah, A. (2024). Consumers' willingness to pay for snacks enriched with insects: A trending and sustainable protein source. *Future Foods*, 9, 100360. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100360>.
- Kumar, S., Bejiga, G., Ahmed, S., Nakkoul, H., & Sarker, A. (2011). Genetic improvement of grass pea for low neurotoxin (β - ODAP) content. *Food and Chemical Toxicology*, 49(3), 589- 600. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.06.051>
- Kumar, Y., Basu, S., Goswami, D., Devi, M., Shivhare, U. S., & Vishwakarma, R. K. (2022). Anti-nutritional compounds in pulses: Implications and alleviation methods. *Legume Science*, 4(2), e111. <https://doi.org/10.1002/leg3.111>
- Lambein, F. (2000). Homeopathy, longevity and *Lathyrus sativus* toxicity. *Lathyrus Lathyrism Newsletter*, 1, 4–5.
- Lambein, F., Travella, S., Kuo, Y. H., Van Montagu, M., & Heijde, M. (2019). Grass pea (*Lathyrus sativus* L.): Orphan crop, nutraceutical or just plain food? *Planta*, 250(3), 821–838. <https://doi.org/10.1007/s00425-018-03084-0>
- Legucon. (2022, 18 de maio). *A leguminosa do mês: chícharo*. Legucon. <https://legucon.pt/blog/2022/05/18/a-leguminosa-do-mes-chicharo/>
- Lopes, C., Torres, D., Oliveira, A., Severo, M., Alarcão, V., Guiomar, S., Mota, J., Teixeira, P., Rodrigues, S., Lobato, L., Magalhães, V., Correia, D., Carvalho, C., Pizarro, A., Marques, A., Vilela, S., Oliveira, L., Nicola, P., Soares, S., & Ramos, E. (2017). *Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física, IAN-AF 2015-2016: Relatório de resultados*. Universidade do Porto. <https://www.ian-af.up.pt>

- Lu, L., He, C., Liu, B., Wen, Q., & Xia, S. (2022). Incorporation of chickpea flour into biscuits improves the physicochemical properties and in vitro starch digestibility. *LWT - Food Science and Technology*, *163*, 113222. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113222>
- Manley, D. (2011). 30-Wafer biscuits. Em D. Manley (Ed.), *Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies* (pp. 353-371). 4ª ed. Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9780857093646.3.353>
- Mansidão, A. P. M. (2019). *Desenvolvimento de produtos fermentados à base de variedades tradicionais selecionadas de chicharo com base no método de produção de miso de soja*. [Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa <https://repositorio.ulisboa.pt/bitstream/10400.5/19435/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Ana%20Mansid%C3%A3o.pdf>
- Marôco, J. (2021). *Análise Estatística com o SPSS Statistics* (8ª ed.). ReportNumber.
- Medeiros, F., Aleman, R. S., Gabríny, L., You, S. W., Hoskin, R. T., & Moncada, M. (2024). Current status and economic prospects of alternative protein sources for the food industry. *Applied Sciences*, *14*(9), 3733. <https://doi.org/10.3390/app14093733>
- Messina, V., Skylas, D. J., Roberts, T. H., Valtchev, P., Whiteway, C., Li, Z., Hopf, A., Dehghani, F., Quail, K. J., & Kaiser, B. N. (2025). Pulse Proteins: Processing, Nutrition, and Functionality in Foods. *Foods*, *14*(7), 1151. <https://doi.org/10.3390/foods14071151>
- Mieszkowska, A., & Marzec, A. (2016). Effect of polydextrose and inulin on texture and consumer preference of short-dough biscuits with chickpea flour. *Lwt – Food Science and Technology*, *73*, 60-66. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.036>
- Moreira, R., Vasconcelos, M. W., & Santos, C. S. (2021). A Ciência Participativa Legucon. *Revista Agrotec*, *40*, 74–75.
- Motta, C., Bento, C., Nascimento, A., & Santos, M. (2016). A importância das leguminosas na alimentação, nutrição e promoção da saúde. *Boletim Epidemiológico do Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge*. (2ª série, n.º 1, especial 8). Instituto

Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge. Repositório Científico do Instituto Nacional de Saúde. <https://hdl.handle.net/10400.18/4122>

Nascimento, F. L. (2022). *Desenvolvimento de produtos free from: preparado para pães; alimento de farinha de arroz para preparação de papas*. [Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Biotecnologia, Universidade Católica Portuguesa]. Repositório da Universidade Católica Portuguesa. <http://hdl.handle.net/10400.14/40789>

Oliveira, J., Horta, P., Pereira, A., Alvim, N., Tavares, P., & Carvalho, S. (2023). *Plano Nacional de Promoção à Proteína Vegetal* (2^a ed.). Associação Vegetariana Portuguesa. [https://proteinaverde.pt/assets/uploads/Plano%20Nacional%20de%20Promo%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0%20Prote%C3%ADna%20Vegetal_30_08_2023%20\(1\).pdf](https://proteinaverde.pt/assets/uploads/Plano%20Nacional%20de%20Promo%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0%20Prote%C3%ADna%20Vegetal_30_08_2023%20(1).pdf)

Ozolina, K., Sarenkova, I., & Muižniece-Brasava, S. (2023). The anti-nutritional factors of legumes and their treatment possibilities: A review. *Research for Rural Development 2023: Annual 29th International Scientific Conference Proceedings*, 38, 68-76. <https://doi.org/10.22616/RRD.29.2023.010>

Pereira, G., Meneses, M., & Barcelos, C. (2023). As leguminosas-grão e a sua importância na agricultura. *Vida Rural*, 46–51.

Pinheiro, B., Gomes, C., & Baltazar, A. L. (2020). O fitato e a biodisponibilidade de ferro nas leguminosas. *Acta Portuguesa de Nutrição*, 22, 48- 51. <https://doi.org/10.21011/apn.2020.2209>

Popova, A., & Mihaylova, D. (2019). Antinutrients in Plant-based Foods: A review. *The Open Biotechnology Journal*, 13, 68- 76. <https://doi.org/10.2174/1874070701913010068>

Ramya, K. R., Tripathi, K., Pandey, A., Barpete, S., Gore, P. G., Raina, A. P., Khawar, K. M., Swain, N., & Sarker, A. (2022). Rediscovering the potential of multifaceted orphan legume grasspea - A sustainable resource with high nutritional values. *Frontiers in Nutrition*, 8, 826208. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.826208>

- Rao, S. L. N. (2011). A look at the brighter facets of β -N-oxalyl-L- α , β -diaminopropionic acid, homoarginine and the grass pea. *Food and Chemical Toxicology*, 49(3), 620-622. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.06.054>
- Rizvi, A. H., Sarker, A., & Dogra, A. (2016). Enhancing grass pea (*Lathyrus sativus* L.) production in problematic soils of South Asia for nutritional security. *Indian Journal of Genetics Plant Breeding*, 76(4), 583-592. <https://doi.org/10.5958/0975-6906.2016.00074.2>
- Rubiales, D., Emeran, A. A., & Flores, F. (2020). Adaptation of grass pea (*Lathyrus sativus*) to Mediterranean environments. *Agronomy*, 10(9), 1295. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091295>
- Santos, C. S. (2021). O contributo das leguminosas para a sanidade ambiental. *Agrotec*, (38), 58-60.
- Sarkar, A., Emmrich, P. M., Sarker, A., Zong, X., Martin, C., & Wang, T. L. (2019). Grass Pea: remodeling an ancient insurance crop for climate resilience. In C. Kole (Ed.), *Genomic designing of climate-smart pulse crops* (pp. 425-469). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96932-9_9
- Sarmento, A. E. F. (2013). *Valorização de alimentos tradicionais da terra de Miranda: caracterização química e valor nutricional de Cicer arietinum L. e Lathyrus sativus L.* [Dissertação de Mestrado, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança]. Repositório Científico do Instituto Politécnico de Bragança. <http://hdl.handle.net/10198/9233>
- Satya, S., Kaushik, G., & Naik, S. N. (2010). Processing of food legumes: a boon to human nutrition. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 3(3), 183-195. <https://doi.org/10.1007/S12349-010-0017-8>
- Schmidt, H. de O., & Oliveira, V. R. de. (2023). Overview of the Incorporation of Legumes into New Food Options: An Approach on Versatility, Nutritional, Technological, and Sensory Quality. *Foods*, 12(13), 2586. <https://doi.org/10.3390/foods12132586>
- Schouten, M. A., Frygasas, C., Tappi, S., Romani, S., & Fogliano, V. (2023). Influence of lupin and chickpea flours on acrylamide formation and quality characteristics of

biscuits. *Food Chemistry*, 402, 134221. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134221>

- Siddiqui, S. A., Alvi, T., Sameen, A., Khan, S., Blinov, A. V., Nagdalian, A. A., Mehdizadeh, M., Adli, D. N., & Onwezen, M. (2022). Consumer acceptance of alternative proteins: A systematic review of current alternative protein sources and interventions adapted to increase their acceptability. *Sustainability*, 14(22), 15370. <https://doi.org/10.3390/su142215370>
- Singh, N. (2017). Pulses: an overview. *Journal of food science and technology*, 54(4), 853-857. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2537-4>
- Singh, S. S., & Rao, S. L. (2013). Lessons from neurolethyrism: a disease of the past & the future of *Lathyrus sativus* (Khesari dal). *The Indian journal of Medical Research*, 138(1), 32-37. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3767245/>
- Solovieva, I., Miteva-Bölter, P., Knez, M., Bessai, A.-K., Barilli, E., Kasperczyk, N., Ranic, M., Gurinovic, M., Luna Casado, P. J., Alba Morales, N., Sanchez, M., Tisseyre, C., Schaer, B., & Xoplaki, E. (2025). Exploring the Potential and Challenges of *Lathyrus sativus* (Grass Pea) in European Agri- Food Value Chains: A Cross- Country Analysis. *Sustainability*, 17(8), 3283. <https://doi.org/10.3390/su17083283>
- Stagnari, F., Maggio, A., Galieni, A., & Pisante, M. (2017). Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: An overview. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 4, 2. <https://doi.org/10.1186/s40538-016-0085-1>
- Statista (2024). *Production volume of pulses worldwide from 2010 to 2022*. Statista. <https://www.statista.com/statistics/721945/pulses-production-volume-worldwide/>
- Talens, C., Garcia-Fontanals, L., Fabregat, P., & Ibarguen, M. (2023). Rational food design targeting micronutrient deficiencies in adolescents: Nutritional, acoustic- mechanical and sensory properties of chickpea- rice biscuits. *Foods*, 12(5), 952. <https://doi.org/10.3390/foods12050952>
- Thongram, S., Tanwar, B., Chauhan, A., & Kumar, V. (2016). Physicochemical and organoleptic properties of cookies incorporated with legume flours. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1172389 <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1172389>

- Tiefenbacher, K. F. (2017). Chapter one: Introduction. Em K.F. Tiefenbacher, (Ed.), *The technology of wafers and waffles: Vol.1.Operational aspects* (pp.1-14). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809438-9.00001-6>
- Tikle, A., & Mishra, A. (2019). Physical, microbial and sensory qualities of cookies produced from composite flour. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 12(4), 1185-1193. <https://doi.org/10.21786/bbrc/12.4/43>
- Tokarz, B., Wójtowicz, T., Makowski, W., Jędrzejczyk, R. J., & Tokarz, K. M. (2020). What is the difference between the response of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) to salinity and drought stress? – A physiological study. *Agronomy*, 10(6), 833. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060833>
- Torra, M., Belorio, M., Ayuso, M., Carochó, M., Ferreira, I. C. F. R., Barros, L., & Gómez, M. (2021). Chickpea and chestnut flours as non-gluten alternatives in cookies. *Foods*, 10(5), 911. <https://doi.org/10.3390/foods10050911>
- United Nations. (2022). *World population prospects 2022: Summary of results*. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. <https://www.un.org/development/desa/pd/>
- Vasconcelos, C., Franco, C., Amorim, J., Chagas, R., Rodrigues, S., Moreira, S., & Serra, T. (2022). *Manual de diretrizes para a produção sustentável de leguminosas*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7041326>
- Vasconcelos, M. W., Gomes, A. M., Pinto, E., Ferreira, H., Vieira, E. D. F., Martins, A. P., Santos, C. S., Balázs, B., Kelemen, E., Hamann, K. T., Williams, M., & Iannetta, P. P. M. (2020). The push, pull, and enabling capacities necessary for legume grain inclusion into sustainable agri- food systems and healthy diets. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 121, 193-211. <https://doi.org/10.1159/000507498>
- Vaz Patto, M. C. (2009). Alvaiázere, grass pea capital: a taste on patrimony. *Grain Legumes*, 54, 38- 39. https://www.legumesociety.org/wp-content/uploads/2019/12/Grain_Legumes_issue_54.pdf
- Viegas, R. I. F. (2017). Valor fertilizante de leguminosas herbáceas nos ecossistemas agrícolas [Dissertação de Mestrado, Escola Superior Agrária, Instituto

Politécnico de Bragança]. Repositório Digital IPB. <http://hdl.handle.net/10198/142>
[28](#)

- Xiao, S., Li, Z., Zhou, K., & Fu, Y. (2023). Chemical composition of kabuli and desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars grown in Xinjiang, China. *Food Science & Nutrition*, 11(1), 236–248. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3056>
- Yadav, R. B., Yadav, B. S., & Dhull, N. (2012). Effect of incorporation of plantain and chickpea flours on the quality characteristics of biscuits. *Journal of Food Science and Technology*, 49(2), 207-213. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0271-x>
- Yamsaengsung, R., Berghofer, E., & Schoenlechner, R. (2012). Physical properties and sensory acceptability of cookies made from chickpea addition to white wheat or whole wheat flour compared to gluten- free amaranth or buckwheat flour. *International journal of Food Science & Technology*, 47(10), 2221–2227. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03092.x>
- Yu, Z., Fan, Y., Wang, X., Xia, M., & Cai, Y. (2020). In vitro and in vivo digestibility of pea and chickpea powder prepared by cooking and drying treatment. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 1187- 1199. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1792925>

Anexos

Anexo I: Ficha de avaliação sensorial de *wafers* de grão-de-bico e chícharo

Nome:
Idade:
Sexo: F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>
Código Amostra:
Local:
Data: ____ / ____ / ____

1) Prova Sensorial Descritiva

Avalie a amostra quanto às suas características sensoriais:

Parâmetros	1	2	3	4	5
Tonalidade da cor <i>(Clara — Escura)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Crocância <i>(Nada — Muito)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Intensidade do sabor <i>(Nada — Muito)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teor de açúcar <i>(Sem doce — Muito doce)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sabor residual <i>(Nada — Muito)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2) Prova Sensorial Hedónica

Avalie a amostra relativamente aos seguintes parâmetros na escala hedónica abaixo indicada:

1 - Não gostei nada | 2 - Não gostei | 3 - Indiferente | 4 - Gostei | 5 - Gostei muito

Parâmetros	1	2	3	4	5
Aparência	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Textura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sabor/aroma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Apreciação global	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3) Intenção de compra

Marque a opção que melhor representa a sua intenção:

- Não comprava
- Talvez comprasse
- Comprava

Anexo II: Análise de Componentes Principais

Figura 17
Valores Próprios da Matriz de Correlações

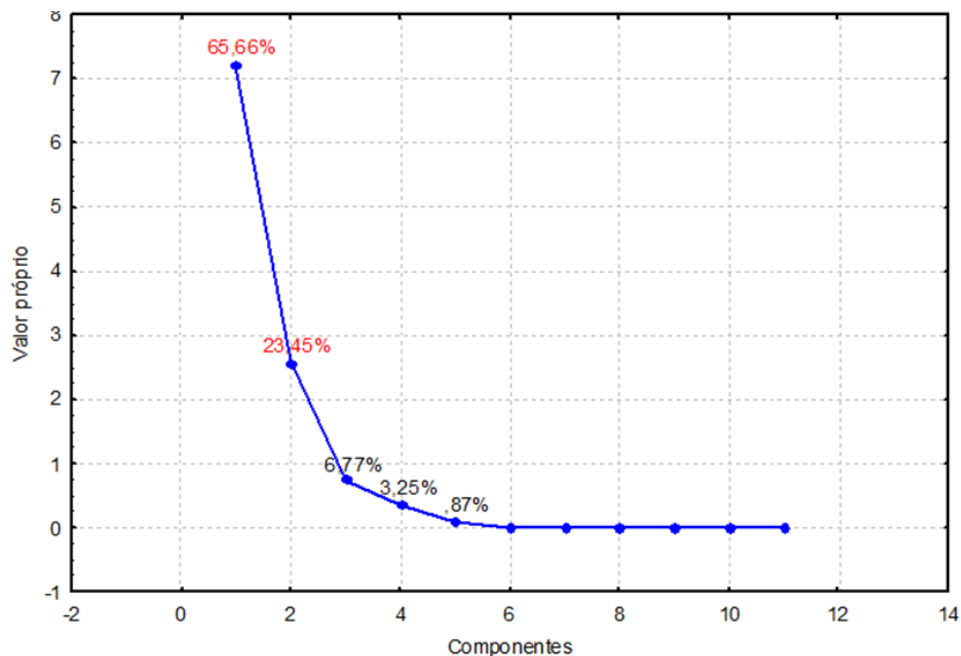


Tabela 13

Componentes Fatoriais das Variáveis com Base nas Correlações Obtidas Pela Análise de Componentes Principais

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5
L*	0,971	0,055	-0,129	0,174	0,089
a*	-0,602	0,498	0,598	-0,178	-0,002
b*	0,961	0,029	0,265	0,074	0,017
C*	0,931	0,082	0,349	0,065	0,016
H°	0,962	-0,235	-0,078	0,114	0,006
Rutura	-0,178	0,917	0,049	0,354	-0,018
Firmeza	0,842	0,534	0,074	-0,024	-0,006
Lípidos	0,734	-0,620	0,228	-0,065	-0,141
Humidade	0,949	-0,257	0,084	-0,114	0,117
Cinzas	-0,578	-0,692	0,243	0,349	-0,082
Proteína Bruta	0,829	0,459	-0,215	-0,092	-0,215

Tabela 14*Coordenadas Fatoriais dos Casos com Base na Análise de Componentes Principais*

Casos	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Amostra
1	-3,52810	-0,06068	-1,34065	-0,06393	0,039194	GB1
2	-2,84082	1,51095	1,20645	0,23583	0,071629	GB2
3	-0,22527	-3,08950	0,54048	0,09133	-0,064472	GB3
4	1,47154	0,55713	0,14799	-1,13905	-0,093691	CH1
5	2,92071	0,25003	-0,24791	0,29582	0,502075	CH2
6	2,20195	0,83207	-0,30635	0,57999	-0,454734	CH3