

**Desenvolvimento de preparados para pães e bolos *free from***  
**(isento de glúten, trigo, lactose, leite, palma e soja), com**  
**menor número de aditivos adicionados e *clean label***

UMinho | 2023



**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Maria Luisa Ferreira Duque

**Desenvolvimento de preparados para pães e bolos *free from***  
**(isento de glúten, trigo, lactose, leite, palma e soja), com menor**  
**número de aditivos adicionados e *clean label***

outubro de 2023







**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Maria Luisa Ferreira Duque

**Desenvolvimento de preparados para pães e bolos *free from* (isento de glúten, trigo, lactose, leite, palma e soja), com menor número de aditivos adicionados e *clean label***

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Tecnologia e Ciência Alimentar

Trabalho efetuado sob a orientação de

**Doutor Armando Venâncio**

**Universidade do Porto**

Faculdade de Ciências

Maria Luisa Ferreira Duque

**Desenvolvimento de preparados para pães e bolos *free from* (isento de glúten, trigo, lactose, leite, palma e soja), com menor número de aditivos adicionados e *clean label***

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Tecnologia e Ciência Alimentar

Trabalho efetuado sob a orientação de

**Doutor Armando Venâncio**

Trabalho efetuado sob a supervisão empresarial de

**Eng<sup>a</sup> Ema Dias, Germen – Moagem de Cereais, S.A.**

## **DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



**Atribuição-NãoComercial-SemDerivações**  
**CC BY-NC-ND**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar, gostava de expressar a minha sincera gratidão a todos os que tornaram possível a realização desta dissertação. A minha jornada académica não teria sido a mesma sem o apoio e incentivo de muitas pessoas especiais na minha vida.

Agradeço à empresa Germen – Moagem de Cereais, S.A., assim como a todos os seus colaboradores pela oportunidade de ingressar neste estágio, permitindo-me testemunhar o dia a dia de trabalho no meio empresarial.

Quero agradecer à minha família, que esteve sempre ao meu lado, apoiando-me incondicionalmente. Aos meus pais cujo amor e dedicação são inestimáveis, e a minha irmã e cunhado por me apoiarem sempre desde o início da minha formação, nos bons e maus momentos, sempre dispostos a ajudar-me.

Também agradeço à minha avó por todas as palavras de força sempre que a motivação não era tanta, e ao meu avô, que mesmo não estando cá presentemente, sei que torce por mim em todos os momentos.

Ao meu namorado, que me acompanhou ao longo desta jornada, agradeço por toda a compreensão, paciência, apoio e amor.

À Catarina, Paulinha, Diana e Ana, o meu maior “obrigada”, pelo acolhimento, pela amizade, pelo encorajamento e pelas horas boas que passamos juntas na Germen. Levo-as no meu coração.

Na padaria da Ceres, agradeço a Mafalda, Adelino, Roberto e Sr. António, pela partilha de todo o conhecimento, experiências e também amizade. A minha aprendizagem com eles foi muito frutífera.

Ao meu orientador e professor, Armando Venâncio quero expressar o meu sincero agradecimento, por todo o apoio e orientação ao longo desta fase. A sua compreensão e paciência foram fundamentais não só para o meu crescimento pessoal como académico.

Aproveito para agradecer também a ajuda fundamental de todos os participantes da análise sensorial, para a realização da prova, e também ao Rui Rodrigues, por ser incansável no apoio que me deu.

Para finalizar, agradeço aos meus amigos, em especial à Mafalda e à Rita, por nunca me deixarem desistir, pela coragem que me deram e pela vossa boa amizade. Sem esquecer a Inês, a quem agradeço por toda a ajuda incansável e paciência comigo.

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

## **Desenvolvimento de preparados para pães e bolos *free from* (isento de glúten, trigo, lactose, leite, palma e soja), com menor número de aditivos adicionados e *clean label***

### **Resumo**

Com o aumento progressivo de indivíduos que, além de se tornarem mais conscientes nas suas escolhas alimentares, enfrentam distúrbios alimentares, o setor alimentar tem vindo a crescer cada vez mais na inovação e desenvolvimento de produtos, como é o caso dos "free-from". Visando a satisfazer as necessidades do consumidor, é importante encontrar soluções para problemas associados ao mercado disponível, nomeadamente para os produtos isentos de glúten.

Como tal, a Germen – Moagem de Cereais S.A. além da sua produção principal, possui uma linha de produção empenhada e dedicada no desenvolvimento e produção de produtos *free-from* (isentos de glúten, sem trigo, sem leite, sem lactose, sem soja e sem palma). Assim, de forma a satisfazer os clientes mais exigentes, o objetivo do presente trabalho passou pelo desenvolvimento e melhoramento contínuo de dois tipos de produtos alimentares *free-from*, a partir de formulações já existentes de produtos atualmente comercializados na empresa: Preparado para Muffins e Preparado para Pão.

No decorrer dos desenvolvimentos, foram concretizados processos necessários como: a revisão abrangente de pesquisas científicas e a análise à concorrência. Assim como a análise dos critérios e especificações do cliente em questão e posterior desenvolvimento de formulações e ajustes com base nos resultados obtidos, e a estimativa da composição nutricional e validação analítica da mesma. Para complementar, também se procedeu à realização de análises sensoriais externas através de um painel de consumidores, recorrendo a testes de aceitabilidade, preferência e intenção de compra. Ainda como complemento, foram executados testes sensoriais num texturómetro em laboratório e, finalmente, a análise estatística a todos os dados recolhidos.

De um modo geral, os resultados obtidos foram positivos, à exceção da formulação final dos pães, que não conferiu um volume adequado e similar aos pães da formulação atual da empresa, levando assim à necessidade de melhorias futuras no desenvolvimento deste produto. Os muffins das formulações desenvolvidas obtiveram uma aceitação razoável, dentro dos três sabores desenvolvidos, como se comprovou através da análise sensorial, na realização do teste de Análise de Perfil Textural e respetivos resultados da análise estatística.

**Palavras-chave:** Análise Sensorial, Clean-Label, Free-from, Glúten, Inovação e desenvolvimento.



## **Development of free from (gluten, wheat, lactose, milk, palm and soy free) bread and cake preparations, with less added additives and clean label**

### ***Abstract***

With the progressive increase of individuals who, in addition to becoming more mindful in their food choices, are also facing eating disorders, the food sector has been increasingly pushing towards innovation and product development, such as the "free-from" products. Aiming to meet consumer needs, it's crucial to find solutions to challenges associated with the available market, particularly for gluten-free products.

As such, Germen – Cereal Milling S.A., in addition to its main production, has a production line committed and dedicated to the development and production of free-from products (gluten-free, wheat-free, dairy-free, lactose-free, soy-free, and palm-free). Therefore, to satisfy the most demanding clients, the aim of this study revolved around the development and continuous improvement of two types of free-from food products, based on already existing formulations of products currently marketed by the company: Muffin Mix and Bread Mix.

Throughout the development process, essential steps were taken, such as: a comprehensive review of scientific research and competition analysis, assessing the criteria and specifications of the targeted customer and subsequent development of formulations and adjustments based on the results obtained. Also the estimation and analytical validation of the nutritional composition was also carried out. In addition, external sensory analyses were conducted through a consumer panel, using acceptability, preference, and purchase intention tests. Furthermore, sensory tests were executed using a texture analyzer in the laboratory. Finally, a statistical analysis was applied to all the collected data.

Generally, the results obtained were positive, except for the final bread formulation, which did not provide a volume comparable to the company's current bread formulation, leading to the need for future improvements in the product's development. The muffins from the developed formulations had reasonable acceptance, among the three flavors developed, as evidenced by the sensory analysis, the Texture Profile Analysis test, and the respective statistical analysis results.

**Keywords:** Innovation and development, Free-from, Sensory analysis, Clean-Label, Gluten.

## Índice

<b>1. Introdução</b> .....	1
<b>1.1.</b> Contextualização .....	1
<b>1.2.</b> Objetivos .....	2
<b>1.3.</b> Estrutura da dissertação .....	3
<b>2. Enquadramento Teórico</b> .....	6
<b>2.1.</b> Trigo e Glúten .....	6
<b>2.2.</b> Leite e Lactose .....	7
<b>2.3.</b> Soja e Palma .....	8
<b>2.4.</b> Panificação Isenta de Glúten .....	8
2.4.1. Principais Etapas de Produção de Pão .....	9
<b>2.5.</b> Pastelaria sem glúten .....	11
<b>2.6.</b> Ingredientes utilizados nos Desenvolvimentos .....	11
<b>2.7.</b> Análise e Informação Nutricional .....	14
<b>2.8.</b> Análise Sensorial .....	15
2.8.1. Definição .....	15
2.8.2. Importância e aplicações da análise sensorial no setor alimentar .....	16
2.8.3. Painel Sensorial .....	17
<b>2.9.</b> Textura em produtos <i>free from</i> .....	18
2.9.1. Texturómetro .....	19
2.9.3. Análise do Perfil de Textura .....	22
<b>3. Metodologia</b> .....	24
<b>3.1.</b> Análise da Concorrência .....	24
<b>3.2.</b> Seleção de Matérias-Primas .....	24
<b>3.3.</b> Desenvolvimento dos preparados para Pães <i>free-from</i> .....	26
3.3.1. Procedimento Laboratorial .....	26

<b>3.4.</b>	Desenvolvimento dos preparados para Muffins free-from .....	29
3.4.1.	Procedimento Laboratorial.....	29
3.4.3.	Análise Sensorial .....	31
<b>3.5.</b>	Análise Estatística .....	32
<b>3.6.</b>	Teste Biomedal – Determinação Semiquantitativa de Glúten .....	32
<b>3.7.</b>	Texturómetro.....	34
3.7.1.	Desenvolvimento Laboratorial .....	34
<b>4.</b>	<b>Resultados e Discussão</b> .....	36
<b>4.1.</b>	Desenvolvimento dos preparados para Pães <i>free-from</i> .....	36
4.1.1.	Produto Final.....	36
<b>4.2.</b>	Desenvolvimento dos preparados para Muffins <i>free-from</i> .....	37
4.2.1.	Formulação Final.....	37
4.2.2.	Análise Nutricional.....	38
<b>4.3.</b>	Texturómetro.....	49
4.3.1.	Teste de Penetração.....	49
4.3.2.	Análise do Perfil de Textura.....	50
<b>5.</b>	<b>Conclusão</b> .....	56
	<b>Referências bibliográficas</b> .....	56
	<b>Anexos</b> .....	61

## **Lista de abreviaturas**

**APC** – Associação Portuguesa de Celíacos

**DC** – Doença Celíaca

**FCUP** – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

**HPMC** – Hidroxipropilmetilcelulose

**I&D** – Investigação e Desenvolvimento Alimentar

**INSA** – Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge

**SGNC** – Sensibilidade ao Glúten Não Celíaca

**SPSS** – Software Statistical Package for the Social Sciences

**TCA** – Tabela da Composição de Alimentos

**TPA** – *Texture Profile Analysis*

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> – Composição do grão de trigo (adaptado de Biesiekierski, 2017). .....	6
<b>Figura 2</b> – Texturómetro TA.HD plus da Stable Micro System. ....	20
<b>Figura 3</b> – Registo gráfico típico do comportamento (força pelo tempo) num teste de Análise de Perfil Textural instrumental. ....	23
<b>Figura 4</b> – Etapas da produção manual: (1) Amassadeiras industriais onde se processa a amassadura (2) Moldagem da massa (3) Estufa onde se realiza o processo de fermentação (4) Massa moldada já fermentada (5) Forno industrial onde é cozido o pão (6) Pão obtido após a cozedura. ....	28
<b>Figura 5</b> – Fases da confeção dos Muffins: (1) Massa dos muffins nas formas. (2) Muffins a cozer no forno da padaria. (3) Muffins prontos a arrefecer. ....	30
<b>Figura 6</b> – Procedimento de preparação do teste Biomedal de análise ao glúten; .....	33
<b>Figura 7</b> – Preparação de amostras uniformes para o teste de Análise de Perfil de Textura; .....	34
<b>Figura 8</b> – Sonda P75 utilizada para o teste de compressão. ....	35
<b>Figura 9</b> – Compressão da amostra pela sonda. ....	35
<b>Figura 10</b> – Muffins de Chocolate da formulação desenvolvida. ....	37
<b>Figura 11</b> – Muffins de Limão & Papoila e Simples da formulação desenvolvida. ....	37
<b>Figura 12</b> – Avaliações da aceitação global das duas formulações (Muffins Simples) de acordo com o teste de Wilcoxon, com um nível de significância de 95 %. ....	41
<b>Figura 13</b> – Perfil sensorial das médias das classificações atribuídas a cada atributo para o produto desenvolvido e para o produto concorrente. ....	42
<b>Figura 14</b> – Resultados obtidos para Intenção de compra do produto desenvolvido (Amostra 305)..	43
<b>Figura 15</b> – Avaliações da aceitação global das duas formulações (Muffins Chocolate) de acordo com o teste de Wilcoxon, com um nível de significância de 95 %. ....	43
<b>Figura 16</b> – Perfil sensorial das médias das classificações atribuídas a cada atributo para o produto desenvolvido e para o produto concorrente. ....	44
<b>Figura 17</b> – Resultados obtidos para Intenção de compra do produto desenvolvido (Amostra 309)..	45
<b>Figura 18</b> – Avaliações da aceitação global das duas formulações (Limão e Papoila) de acordo com o teste de Wilcoxon, com um nível de significância de 95 %. ....	45
<b>Figura 19</b> – Perfil sensorial das médias das classificações atribuídas a cada atributo para o produto desenvolvido e para o produto concorrente. ....	46
<b>Figura 20</b> – Resultados obtidos para Intenção de compra do produto desenvolvido (Amostra 313)..	47
<b>Figura 21</b> – Resultados obtidos no teste de preferência entre o produto atual (amostra 302) e o produto desenvolvido (amostra 305). ....	47
<b>Figura 22</b> – Resultados obtidos no teste de preferência entre o produto atual (amostra 307) e o produto desenvolvido (amostra 309). ....	48
<b>Figura 23</b> – Resultados obtidos no teste de preferência entre o produto atual (amostra 311) e o produto desenvolvido (amostra 313). ....	48
<b>Figura 24</b> – Gráfico da Análise do Perfil Textural dos Muffins de Limão e Papoila (atuais e desenvolvidos). ....	52
<b>Figura 25</b> – Gráfico da Análise do Perfil Textural dos Pães de Sementes (atuais e desenvolvidos). ...	54

## Lista de tabelas

<b>Tabela 1</b> – Informação nutricional por 100g de produto para o protótipo final do preparado para Muffins Limão e Papoila .....	38
<b>Tabela 2</b> – Informação nutricional por 100g de produto para o protótipo final do preparado para Muffins Chocolate.....	39
<b>Tabela 3</b> – Informação nutricional por 100g de produto para o protótipo final do preparado para Muffins Simples.....	39
<b>Tabela 4</b> – Médias e Desvios Padrão obtidos para os vários atributos sensoriais avaliados dos Muffins Simples.....	42
<b>Tabela 5</b> – Médias e Desvios Padrão obtidos para os vários atributos sensoriais avaliados dos Muffins de Chocolate .....	44
<b>Tabela 6</b> – Médias e Desvios Padrão obtidos para os vários atributos sensoriais avaliados dos Muffins de Limão e Papoila.....	46
<b>Tabela 7</b> – Médias e Desvios Padrão dos produtos de Pão atuais e desenvolvidos em relação aos parâmetros calculados no teste de penetração.....	49
<b>Tabela 8</b> – Médias e Desvios Padrão dos produtos de Muffins atuais e desenvolvidos em relação aos parâmetros calculados no teste de Análise de Perfil Textural .....	50
<b>Tabela 9</b> – Médias e Desvios Padrão dos produtos de Pães atuais e desenvolvidos em relação aos parâmetros calculados no teste de Análise de Perfil Textural .....	53

## 1. Introdução

### 1.1. Contextualização

A alimentação consiste numa das ações essenciais na vida do ser humano. Ao longo dos tempos, esta tem vindo a sofrer inúmeras alterações e avanços, nomeadamente ao nível do desenvolvimento de novos produtos alimentares.

Apesar de a alimentação ser uma necessidade de 1º grau, é cada vez mais vista como um bem-estar, tendo a população mundial vindo a observar várias descobertas no mercado de produtos alimentares, assim como nas reformulações e reinvenções de produtos já existentes.

Dada esta crescente procura de variedade no setor alimentar, também se tem observado um consequente crescimento da necessidade de cumprimento dos padrões de qualidade e exigência ao nível alimentar, pelo que se torna cada vez mais imperativo o cumprimento dos requisitos mínimos normalizados por cada país.

Nos últimos anos, os consumidores tornaram-se cada vez mais conscientes da importância de escolher alimentos de acordo com as suas necessidades dietéticas e restrições alimentares. Assim, dois termos que se destacam neste contexto são: "*Free From*" e "*Clean Label*".

O termo "*Free From*" é frequentemente usado para indicar que um produto alimentar não contém determinados ingredientes ou substâncias consideradas problemáticas ou alergénicas, como por exemplo, produtos rotulados como "livres de glúten" que são destinados a consumidores celíacos ou sensíveis ao glúten. Outros exemplos incluem "livre de lactose," "livre de soja," ou "livre de açúcar adicionado." Esta tipologia de rótulo fornece aos consumidores, de uma forma mais clara e sucinta, informações sobre o que o produto não contém, tornando mais fácil o processo de escolha alinhado com as suas necessidades e/ou restrições.

No caso específico do glúten, a menção "isento de glúten" só pode ser utilizada se os géneros alimentícios, tal como vendidos ao consumidor final, não contiverem mais de 20 mg/kg de glúten. No entanto existe também, para alguns casos, a menção "teor muito baixo de glúten", que só pode ser utilizada se os géneros alimentícios que são constituídos por ou contêm um ou mais ingredientes provenientes do trigo, do centeio, da cevada, da aveia ou das suas variedades cruzadas e que foram especialmente transformados para reduzir o teor de glúten não contiverem, tal como vendidos ao consumidor final, mais de 100 mg/kg de glúten [1].

O termo "*Clean Label*" está relacionado com a transparência e simplicidade dos rótulos dos produtos alimentares. Refere-se a produtos que contêm ingredientes reconhecíveis e facilmente compreensíveis, evitando aditivos, conservantes ou ingredientes artificiais. Os consumidores que procuram rótulos "limpos" desejam saber exatamente o que estão a consumir e tendem a preferir produtos que contenham ingredientes naturais e que sejam processados o mínimo possível. Da mesma forma que o termo "*Free From*", o "*Clean Label*" está em consonância com a tendência geral para uma alimentação mais saudável e natural e para um melhor estilo de vida.

No seguimento desta temática, em outubro de 2022, iniciei um estágio curricular na empresa alimentar Germen – Moagem de Cereais, onde estive em contacto com a realidade do dia a dia de trabalho no meio empresarial e de produção. A minha aprendizagem neste trabalho também passou por perceber e compreender o funcionamento destes procedimentos práticos, assim como a importância no funcionamento de uma empresa e respetivos produtos.

Assim, o meu trabalho focou-se no desenvolvimento de novos produtos, neste caso específico, formulações de misturas de farinhas, integradas na linha sem glúten da empresa, a fim de cumprir objetivos específicos a pedido de um cliente da referida empresa.

Inicialmente, foi necessário realizar uma pesquisa sobre a alimentação sem glúten e *free-from*, as diferentes funções dos ingredientes presentes nas formulações, assim como a análise cuidada dos requisitos do cliente em questão, relacionando e considerando sempre a informação nutricional e os custos associados à matéria-prima, cumprindo assim os orçamentos delimitados pela empresa.

Para complementar todo o processo, também foram feitos testes específicos associados à textura dos produtos finais, assim como a prova sensorial realizada na faculdade, com um painel não treinado e constituído maioritariamente por alunos e docentes. A análise dos resultados, permitiu retirar conclusões ao nível da sua aceitação, preferência e intenção de compra pelo possível consumidor, completando assim todo o estudo realizado.

## **1.2.** Objetivos

Atendendo às tendências atuais do mercado, esta empresa considera imprescindível alargar e inovar a gama de preparados *free-from*, através da reformulação de produtos já existentes, assim como a criação de novos produtos.

Assim, de modo a satisfazer as necessidades crescentes do consumidor e trabalhando em conjunto com os seus clientes, a Germen propôs a concretização do presente estágio, que tem como



propósito, o desenvolvimento/reformulação de quatro produtos alimentares *free-from* (isentos de glúten, sem lactose, sem trigo, sem leite, sem soja e sem palma) e com um rótulo *clean label*.

- 1. Preparado para pão *free-from*** (“Universal Neutro”), com o objetivo de obter um pão com características semelhantes ao do já comercializado: miolo uniforme, textura suave, miolo branco e côdea acastanhada/dourada com sabor e odor agradável.
- 2. Preparado para pão de 5 sementes *free-from*** (“5 sementes”), com o objetivo de obter um pão com características semelhantes ao do já comercializado: miolo uniforme, textura suave, miolo mais escuro e côdea acastanhada com sabor e odor agradável.
- 3. Preparado para muffins *free-from*– Chocolate, Limão & papoila e Simples**, com o objetivo de alcançar características similares às dos produtos já comercializados: textura fofa e suave, sabor e odor agradável, aspeto bonito e crocante exteriormente com alvéolos pequenos e uniformes no interior.

Tendo em conta, de que este projeto se trata de um pedido específico feito por parte de um cliente, a nível nutricional, todas as formulações deverão apresentar uma menor percentagem de açúcar (- 10 %) e de sal (- 5 %), e um rótulo mais *clean label*, através da exclusão de aditivos e ingredientes classificados (numa lista previamente disponibilizada) pelo cliente como “indesejáveis” e/ou “a evitar”, que possam estar presentes nas formulações atuais, como é o caso de emulsionantes, espessantes, amidos modificados, agentes de suspensão, difosfatos, entre outros.

Todos os preparados de farinha consistem numa mistura de ingredientes secos (em pó), para posterior confeção

### **1.3.** Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se organizada em Sete capítulos, sendo o capítulo um dedicado à Introdução, onde é feita a contextualização e apresentados objetivos do estágio, a estrutura da dissertação e caracterização da empresa onde o mesmo foi realizado.

O capítulo dois é referente Enquadramento Teórico, onde é apresentado o enquadramento teórico que sustenta todo o trabalho desenvolvido, desde conceitos base relacionados com produtos isentos de glúten, alergénios, doenças e/ou reações associados aos mesmos. Também são abordados temas como a panificação isenta de glúten, análise sensorial – sentidos humanos, painel e testes sensoriais e finalmente, a importância da textura na aceitação deste tipo de produtos, associada a testes de análise do perfil de textura.

O capítulo três descreve toda a Metodologia utilizada para o desenvolvimento das atividades ao longo do estágio e a concretização dos objetivos propostos, considerando como pontos principais: a análise da concorrência e pesquisa de mercado, o próprio desenvolvimento de produtos, o teste Biomedal para determinação semiquantitativa de glúten, e ainda todo o procedimento envolvido nos testes realizados no Texturómetro.

No capítulo quatro são apresentados os Resultados do trabalho desenvolvido e ainda a sua Discussão. Finalmente, o capítulo cinco apresenta a Conclusão do trabalho realizado e avaliação do mesmo, bem como Perspetivas futuras de trabalho a desenvolver.

Adicionalmente, nos capítulos finais estão referenciadas todas as fontes que suportaram a presente dissertação e os Anexos que suportam todo o texto.



#### **1.4.** Caracterização da empresa

Fundada em 1991 pela união de duas empresas – Companhia Aveirense de Moagens e Sociedade Fomento Industrial – a Germen é a líder na transformação de trigo, centeio e arroz em farinhas para as indústrias de panificação, bolacha, usos culinários e alimentação infantil, em Portugal [2].

Desde 2018, a Germen pertence ao grupo Better Foods, que detém várias entidades desta indústria: Moagem Ceres, S.A., Germen, S.A., Granel S.A., Carneiro Campos, S.A., Gergran, Lda e Harinas Ceres, SL [2].

A farinha de trigo para panificação é o principal produto comercializado e corresponde a 50% das vendas. Farinhas de trigo para confeitaria/pastelaria, farinhas de centeio, farinhas de arroz, farinha de trigo embalada para fins culinários, farinhas específicas destinadas a grandes consumidores industriais e, ainda, sêmeas de qualidade alimentar e consumo animal, são os restantes produtos comercializados [3].

A fábrica da Germen, ligada às restantes instalações e sediada na Senhora da Hora, no Porto, possui 3 linhas de produção totalmente independentes, automatizadas, modernas e com controlo centralizado e computadorizado:

- linha de limpeza e moagem de trigo com capacidade de 15 t/hora;
- linha de limpeza e moagem de trigo (baby food) e centeio com capacidade para 3 t/hora;
- linha de arroz descascado com capacidade para 1500 kg/h;

Os seus silos têm capacidade para 4500 toneladas, divididas por 28 células. Os silos de farinha são compostos por 27 células com capacidade total de 1600 toneladas [3].

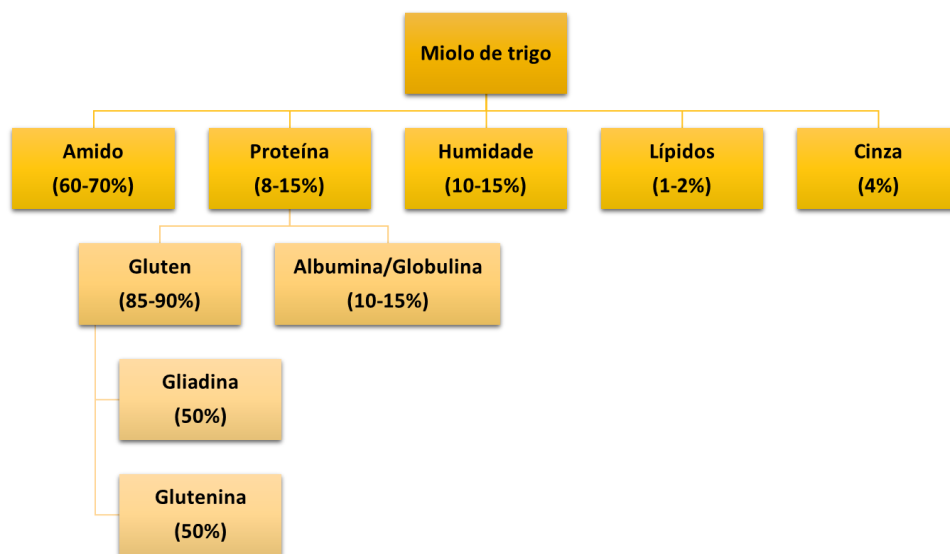
A empresa possui também uma gama de preparados de farinhas *free-from*, dedicada a uma alimentação sem glúten, sem lactose, sem trigo, sem óleo de palma e sem soja. Além disso, dispõe de um laboratório acreditado segundo a norma NP EN ISO/IEC 17025 para análise da qualidade das matérias-primas e produtos acabados. Este foi requalificado como o laboratório central de todo o grupo Better Foods. Já a Moagem Ceres, empresa do mesmo grupo, tem nas suas instalações a padaria experimental, onde são testadas diariamente todas as farinhas [2].

Relativamente à certificação, a Germen é certificada pela Associação Portuguesa de Celíacos (APC) e possui, ainda, as certificações BRCS Food Safety e Gluten Free Certification Program (GFCP), Kosher, Halal e Certificação de Origem (Cereais do Alentejo) [2].

## 2. Enquadramento Teórico

### 2.1. Trigo e Glúten

O Trigo (*Triticum vulgare*) é a cultura de cereais dominante utilizada para a alimentação humana e animal nos países temperados. O seu sucesso nesta indústria deve-se, não só à sua grande adaptabilidade e potencial elevado de rendimento, mas também à sua fração proteica de glúten. Destina-se, essencialmente, a processos como a panificação, padaria, entre outros similares [4]. O grão de trigo contém 8%–15% de proteínas, que se repartem em 10%–15% de albumina/globulina e 85%–90% de glúten (Figura 1).



**Figura 1** – Composição do grão de trigo (adaptado de Biesiekierski, 2017).

O glúten é uma mistura complexa de proteínas que, em conjunto com o amido, se encontram no endosperma de cereais como o trigo, centeio e cevada [5]. Este divide-se em 2 partes: as glutelinas (proteínas insolúveis em água e em álcool), que são responsáveis pela capacidade de absorção de água e pelas propriedades viscoelásticas que a massa de trigo apresenta e as prolaminas (proteínas solúveis ao álcool). As Proteínas do glúten mais relevantes são as gluteninas e as gliadinas, que representam cerca de 85 % – 90 % das proteínas totais contidas na semente de trigo. Enquanto os termos hordeína, secalina e avenina descrevem a fração de prolamina da cevada, do centeio e da veia, no caso do trigo, as prolaminas denominam-se de gliadinas e as glutelinas denominam-se de gluteninas [6].

- Doença Celíaca

A doença celíaca (DC) é uma condição crónica e autoimune que ocorre em indivíduos geneticamente predispostos, após a ingestão de glúten. É caracterizada pela atrofia das vilosidades no

intestino delgado. O glúten, presente principalmente no trigo, centeio e cevada desempenha um papel relevante na indução da doença e desencadeia uma resposta inflamatória no intestino delgado, mediada pelo sistema imunitário, resultando na progressiva destruição da mucosa intestinal e na atrofia das vilosidades. Este agravamento prejudica a absorção de nutrientes [5].

A remoção completa do glúten da dieta permite que o intestino recupere completamente e que o corpo se restaure. No entanto, se o glúten for reintroduzido na alimentação, a inflamação volta a acontecer e os sintomas associados reaparecem [7].

A DC pode-se manifestar em qualquer fase da vida, desde que o glúten já tenha sido introduzido na dieta. Embora seja frequentemente diagnosticada em crianças (geralmente após o 2º ou 3º semestre de vida, alguns meses após a introdução do glúten), o diagnóstico na idade adulta é cada vez mais comum.

- Sensibilidade ao Glúten Não Celiaca

A sensibilidade ao glúten não celiaca (SGNC) é caracterizada por uma resposta semelhante à DC quando o glúten é ingerido, apresentando sintomas semelhantes, mas sem a presença de marcadores genéticos, alterações serológicas (embora, em alguns casos, anticorpos antigliadina – AGA – positivos possam ser encontrados) e alterações histológicas que são típicas da DC. A sintomatologia melhora após a introdução de uma dieta isenta de glúten.

Estudos recentes também apontam para a possível influência dos diferentes carboidratos encontrados nos cereais como responsáveis por desencadear esta condição. Devido à complexidade dessas condições, são necessárias mais pesquisas para entender os seus mecanismos, assim como outras sensibilidades alimentares relacionadas com o consumo de trigo e glúten [8].

- Alergia ao Trigo

Distinta da Doença Celiaca, a alergia ao trigo envolve uma resposta imunitária específica às proteínas do trigo, como as gliadinas e/ou gluteninas do glúten. Na maioria dos casos, não é necessário evitar o centeio e a cevada na dieta, ao contrário do que ocorre na DC. Assim, é ideal também adotar uma dieta rigorosa e isenta de glúten [8].

## **2.2. Leite e Lactose**

O leite e os seus derivados são uma fonte notável de energia, proteínas, gorduras e outros nutrientes. No entanto a sua ingestão está associada a distúrbios alimentares com a intolerância à lactose

e a alergia às proteínas do leite. Os produtos derivados do leite, contêm lactose, e por isso fazem parte da lista de alérgenos que estão sujeitos a uma menção obrigatória nos rótulos dos produtos alimentares, pela legislação europeia [9].

A lactose é um dissacarídeo que se divide em dois monossacarídeos – a galactose e a glicose – que se ligam entre si por uma ligação  $\beta$ -(1,4). Para que ocorra a sua hidrólise, é necessária a lactase – enzima intestinal, que digere a lactose e permite a absorção dos monossacarídeos no intestino. A lactose consiste num açúcar presente no leite de mamíferos e é considerada a principal fonte de energia e carboidratos [10].

### **2.3.** Soja e Palma

O grão de soja pertence ao grupo das leguminosas e é particularmente rico em proteínas, fibras, vitaminas, nutrientes aminoácidos e tem um baixo teor de gordura saturada, apresentando um elevado interesse a nível nutricional [11].

No entanto, a soja e os seus derivados fazem parte da lista de ingredientes alérgicos, podendo causar reações alérgicas a certos indivíduos. Desta forma, qualquer produto que contenha soja na sua composição é sujeito a menção obrigatória, que se deve encontrar destacada no rótulo, de acordo com a legislação europeia [9].

A alergia à soja é considerada muito comum na infância, afetando cerca de 0,4% das crianças, sendo que a maioria consegue superar esta alergia [11].

Relativamente à palma, o fruto desta planta, nativa de África, permite a extração de dois tipos de óleo: óleo de palma e óleo de palmiste. O primeiro é obtido a partir da polpa do fruto (mesocarpo) e o segundo é extraído do caroço (endocarpo) [12].

A forma mais comum de encontrar este alérgico em produtos alimentares é em forma de óleo, devido à sua grande versatilidade. É considerado mais eficiente, quando comparado com outros óleos, dado que o fruto da palma é capaz de produzir grandes quantidades numa pequena área de terra durante todo o ano, tratando-se assim de uma cultura com um elevado interesse, especialmente, para os produtores [12].

### **2.4.** Panificação Isenta de Glúten

O pão, nas suas muitas formas, é um dos alimentos mais antigos e popular consumido em todo o mundo. Tradicionalmente, este é feito a partir da farinha de trigo, podendo atualmente ser produzido

a partir de outros cereais ou leguminosas [13]. Por definição, é “o produto obtido da amassadura, fermentação e cozedura, em condições adequadas, das farinhas de trigo, centeio, tritcale ou milho, estremes ou em mistura, de acordo com os tipos legalmente estabelecidos, água potável e fermento ou levedura sendo ainda possível a utilização de sal e de outros ingredientes, incluindo aditivos, bem como auxiliares tecnológicos, nomeadamente enzimas, nas condições legalmente fixadas” [14].

É um produto consumido em grandes quantidades diariamente que representa uma boa fonte de carboidratos, fibras alimentares, proteínas, vitaminas e minerais. No entanto, devido à presença de glúten no trigo e ao número crescente de distúrbios associados à ingestão de alimentos com glúten, como é o caso dos doentes celíacos, surgiu o aumento da procura de pães isentos de glúten [15].

Apesar do grande impulsionamento no desenvolvimento deste tipo de produtos e respetiva expansão no mercado, os produtos de panificação isentos de glúten continuam a ser um grande desafio para a indústria alimentar, devido à sua baixa qualidade sensorial e nutricional.

O glúten tem um papel fundamental na panificação tradicional, devido ao seu comportamento viscoelástico, que confere à massa a estrutura desejada e típica do pão [16]. Comparativamente às massas convencionais (com glúten), as massas isentas de glúten apresentam, por norma uma menor elasticidade e coesão. Depois de cozidos, os pães *glúten-free*, evidenciam várias características consideradas indesejadas pelo consumidor, como uma textura e cor mais pobre, um tempo de vida útil mais curto, uma sensação seca na boca e um sabor e odor insatisfatórios [17].

#### 2.4.1. Principais Etapas de Produção de Pão

São várias as etapas envolvidas na produção de pão como a amassadura, repouso, fermentação e cozedura, que constituem as etapas referentes à produção de pão convencional. No caso da produção de pães isentos de glúten, devido à ausência de matriz proteica – o glúten – as etapas envolvidas diferem relativamente à panificação tradicional, ocorrendo somente: a **amassadura**, **fermentação** e **cozedura** [18].

A primeira etapa, correspondente à **amassadura**, consiste na mistura e homogeneização de todos os ingredientes, levando à hidratação da farinha e à incorporação de ar na massa que resulta no seu desenvolvimento e na formação da rede proteica. Assim, é possível obter uma boa massa, com a viscoelasticidade desejada e incorporação de ar necessária para a formação de bolhas de gás na etapa que se segue – a fermentação.

A **fermentação** – segunda etapa da produção – decorre no interior de uma estufa com uma temperatura de cerca de 36–38 °C (ideal para a levedura) e é responsável pela conversão dos açúcares livres em etanol (álcool), dióxido de carbono (gás) e compostos secundários (álcoois, ésteres e ácidos orgânicos) que estão diretamente relacionados com o aroma e o sabor característicos do pão. O dióxido de carbono produzido ao longo da etapa, origina a expansão das células de gás, que interfere na qualidade final do pão, maioritariamente ao nível do seu crescimento e estabilidade, determinando assim características importantes como o volume e a textura. A quantidade de levedura e o teor de sal, quando em excesso, são fatores que têm o potencial de retardar a velocidade da fermentação [19].

Finalmente, na etapa de **cozedura**, o pão é submetido a temperaturas entre os 180–220 °C. Inicialmente, a massa cresce devido ao aumento da temperatura, o que estimula a atividade da levedura e, conseqüentemente, resulta numa maior produção de gás. Quando a temperatura do pão atinge os 60 °C, ocorre a morte térmica da levedura, a evaporação do etanol e o início da gelatinização do amido e da coagulação das proteínas. Por fim, ocorrem reações de caramelização dos açúcares, reações de Maillard e dextrinização do amido, que conferem à cêdea uma coloração mais escura e promovem o desenvolvimento do aroma e sabor distintivos do pão [19].

Embora as etapas de produção de pães sem glúten sejam essencialmente as mesmas que as dos pães com glúten, geralmente os tempos das etapas e as condições variam. Durante a etapa de amassadura, em consequência da ausência do glúten, a maior parte do dióxido de carbono (gás) escapa, resultando na formação de células irregulares e instáveis na massa. Dessa instabilidade, pode resultar um pão com volume reduzido, estrutura celular insuficiente e uma textura mais seca, quebradiça e granulosa. Conseqüentemente, a massa sem glúten tende a ser menos coesa e elástica e mais difícil de manipular em comparação com a massa com glúten. Para além disso, geralmente, as massas sem glúten tendem a conter maiores teores de água [20].

Devido a essa matriz frágil, instável e porosa, os tempos de mistura, fermentação e cozedura são normalmente mais curtos. Dada a formação de bolhas de ar muito pequenas durante a produção, é fundamental manter as mesmas retidas na massa usando ingredientes tensoativos, como claras de ovo e/ou lipoproteínas, que formam um "escudo protetor" à volta das bolhas de ar, evitando assim a deformação [21].

Como resultado, os produtos obtidos através deste tipo de panificação, são frequentemente menos desejáveis em termos de aparência, sabor, aroma e textura. A forma mais simples de melhorar a estrutura dos produtos isentos de glúten é adicionando outros ingredientes funcionais e aditivos (por



exemplo, amidos, proteínas, gomas, hidrocolóides, emulsionantes, fibra alimentar) aos substitutos da farinha de trigo (por exemplo, arroz, milho, sorgo, trigo sarraceno, amaranto, quinoa, milho, grão-de-bico), conforme relatado por inúmeros autores [22].

## **2.5. Pastelaria sem glúten**

Nos produtos de pastelaria, incluindo bolos e muffins, a eliminação do glúten surge como um desafio tecnológico, uma vez que afeta, tal como no pão, o comportamento viscoelástico das massas, causando assim uma menor elasticidade e coesão (massa mais líquida). Não só acaba por afetar a qualidade sensorial e nutricional, como evidência uma textura e cor mais pobre, um tempo de vida útil mais curto, uma sensação seca na boca e um sabor e aroma insatisfatórios [17].

Outros problemas comuns em produtos de panificação sem glúten incluem volume reduzido, falta de uma estrutura celular uniforme e prazo de validade reduzido. Para quem desenvolve este tipo de produtos, este desafio levou à procura de alternativas ao glúten no fabrico de produtos sem glúten que sejam capazes de igualar as suas propriedades únicas, envolvendo principalmente a incorporação de amidos, diferentes fontes de proteínas e hidrocolóides [23].

## **2.6. Ingredientes utilizados nos Desenvolvimentos**

A produção de produtos de panificação e pastelaria exige um conhecimento profundo acerca das interações entre os seus ingredientes fundamentais. Para criar produtos de excelência, é necessário compreender o papel e a interação de cada componente da mistura.

- **Farinha de Arroz**

O arroz (*Oryza sativa* L) é uma cultura utilizada mundialmente e é um alimento básico importante para cerca de 50% da população mundial, principalmente no continente asiático. Este alimento tem propriedades como ser facilmente digerido e absorvido, e é também hipoalergénico, suave e incolor, com um elevado rendimento [24].

A farinha de arroz é muito utilizada nos países ocidentais pelo seu sabor neutro e cor clara, tornando-a mais fácil de incorporar em muitos produtos. Além disso, a proteína de arroz também é hipoalergénica. Normalmente, a farinha de arroz é combinada com outras farinhas, como é caso das leguminosas (grão de bico, ervilha, alfarroba) [22].

- **Farinha de Leguminosas**

A farinha proveniente de leguminosas como grão-de-bico, lentilhas e feijões é rica em proteínas e fibras. Estas proteínas têm a capacidade de formar redes, semelhante à rede proteica do glúten, que proporcionam estrutura aos produtos. Além disso, os polissacarídeos presentes nas leguminosas podem atuar como agentes espessantes, conferindo uma melhor textura [25].

- Amidos

Na panificação, o amido gelatiniza devido ao aquecimento, fornecendo estrutura ao produto. Os amidos modificados são particularmente úteis em produtos 'free from' por conseguirem replicar as propriedades de ligação e espessamento de ingredientes ausentes, como o glúten [20].

- Enzimas

As enzimas como a amilase podem ser usadas para converter amido em açúcares simples, fornecendo alimento para a levedura e melhorando o sabor e a cor do produto final. As proteases podem ser usadas para modificar a estrutura da proteína, melhorando a textura dos produtos sem glúten [26].

- Hidrocolóides

Alguns exemplos de hidrocolóides, como a goma xantana, a goma guar e hidroxipropilmetilcelulose (estabilizador, emulsionante, espessante) têm a capacidade de reter água, melhorar a viscosidade da massa e substituir as propriedades reológicas do glúten. Estes formam assim, uma matriz viscosa semelhante à rede de glúten, fornecendo elasticidade e tenacidade à massa [27]. Os hidrocolóides também permitem aumentar a estabilidade das bolhas de gás através do aumento da viscosidade e interagir nas propriedades de gelatinização/retrogradação do amido.

- Proteínas

As proteínas desempenham um papel vital, na elasticidade da massa, compensando a ausência de glúten e contribuindo para uma textura mais agradável. Além disso, as proteínas auxiliam no enriquecimento do sabor e potencializam as reações de Maillard, um conjunto de reações químicas que ocorrem entre aminoácidos e açúcares quando os alimentos são cozidos, levando a uma coloração dourada e a uma melhoria no perfil de sabor.

No que se refere à estruturação dos produtos, as proteínas conferem firmeza e coesão, enquanto na formação de espumas, auxiliam na estabilização e retenção de ar (distribuição mais uniforme de alvéolos no miolo e propriedades sensoriais otimizadas). A caseína, por exemplo, pode formar redes

estáveis quando aquecida, contribuindo para a estrutura do produto. A adição de proteínas também pode aumentar o valor nutricional e ajudar na retenção de humidade [28].

- Fibras Alimentares

As fibras alimentares dividem-se em solúveis e insolúveis. As solúveis aumentam a viscosidade no intestino, desacelerando a mistura e passagem do seu conteúdo, e restringem a absorção de nutrientes junto à parede intestinal, bem como a sua difusão. Por outro lado, as fibras insolúveis ampliam o volume dos alimentos no sistema digestivo, aceleram a sua movimentação, favorecendo assim a ação peristáltica intestinal e prevenindo a obstipação [29]. As fibras insolúveis aumentam a consistência da massa e, por isso, exigem um aumento do teor de água nas suas formulações [30].

A fibra adicionada pode aumentar a retenção de água, o que pode ser útil para contrariar a textura seca de muitos produtos 'free from'. Esta também pode influenciar a fermentação da levedura, afetando a textura e o sabor.

- Aromas

Os aromas, que podem ser de origem sintética ou natural, desempenham um papel crucial nas propriedades sensoriais dos alimentos, ao conferirem ou realçarem o seu aroma e sabor.

Os pães feitos de farinha de trigo ou centeio têm um aroma agradável, oriundo de compostos voláteis gerados durante a fermentação, a oxidação dos lípidos ou pelas reações de Maillard. Contudo, ao usar farinhas sem glúten na confeção do pão, a qualidade sensorial tende a ser notavelmente inferior em comparação com o pão tradicional [31].

- Sal e Açúcar

O sal, fortalece a rede de glúten em produtos de panificação tradicionais e em produtos "free from", assim como desempenha um papel primordial como realçador de sabor, conferindo palatabilidade e acentuando as características gustativas. Também retarda a absorção da água e o inchaço das proteínas da farinha, reduz a extensibilidade da massa e melhora a retenção de gás, miolo do pão e as propriedades de corte.

O açúcar, por sua vez, não só confere doçura, como participa ativamente nas reações culinárias. Quando é submetido ao calor em presença de proteínas, desencadeia as reações de Maillard, que são cruciais para a formação da cor dourada e desenvolvimento de sabores distintos em produtos de panificação e pastelaria [32].

- Outros Ingredientes

A água, frequentemente designada como o "solvente universal", é vital para a formação da massa, desempenhando um papel crucial na gelatinização do amido, processo em que os grânulos de amido incham e absorvem água. Este fenómeno contribui para a formação de uma estrutura mais firme e coesa nos produtos finais. A água também influencia diretamente as interações proteicas, particularmente no desenvolvimento da rede de glúten, que é responsável por conferir estrutura e textura.

A levedura é outro ingrediente de destaque, que atua através do metabolismo dos açúcares presentes na massa, resultando na produção de dióxido de carbono. Esta é essencial para a expansão da massa, permitindo que o pão adquira uma textura esponjosa e arejada. No entanto, a presença de outros componentes, como fibras e hidrocolóides, pode afetar a atividade fermentativa da levedura, já que podem influenciar a disponibilidade de água e a mobilidade dos açúcares no meio [33].

Por último, mas não menos importante, destaca-se o óleo. Este componente tem a habilidade singular de interferir nas interações proteicas, especialmente nas ligações do glúten, tornando a massa mais macia e flexível. Além disso, o óleo desempenha um papel crucial na conservação da frescura dos produtos de panificação e pastelaria. Ao criar uma barreira, impede a perda de humidade, o que resulta num produto que mantém a sua maciez e frescura por períodos mais prolongados [34].

## **2.7. Análise e Informação Nutricional**

A ciência da análise alimentar e nutricional desenvolveu-se rapidamente ao longo dos últimos anos, impulsionadas por fatores como a preocupação dos consumidores a respeito da qualidade e composição dos produtos alimentares, bem como a consciencialização da correlação entre a dieta e a saúde [35].

Assim, o conhecimento da composição química e bioquímica dos alimentos, presente na rotulagem alimentar, revela-se importante para a saúde, bem-estar e segurança dos consumidores, na medida em que os permite fazer escolhas alimentares mais adequadas às suas necessidades e preferências, contribuindo igualmente para um correto armazenamento, preparação e consumo dos alimentos. A caracterização analítica é relevante para o cumprimento das normas legais, garantia de qualidade e determinação do valor nutricional [36].

De acordo com as regulamentações da União Europeia (UE), os alimentos pré-embalados que são vendidos na UE devem incluir informações sobre seu valor energético e teor de nutrientes no seu rótulo. Essa informação é conhecida como "declaração nutricional" e deve ser exibida diretamente na

embalagem do produto ou numa etiqueta fixada ao mesmo. A declaração nutricional deve incluir os seguintes elementos [37]:

- ✓ Valor energético;
- ✓ Quantidades de lípidos (gorduras), ácidos gordos saturados, hidratos de carbono, açúcares, proteínas e sal;

Além disso, é permitido indicar voluntariamente os seguintes nutrientes na declaração nutricional, desde que sejam autorizados por lei: Ácidos gordos monoinsaturados, Ácidos gordos polinsaturados, Polióis, Amido, Fibra e todas as vitaminas ou sais minerais que estejam autorizados de acordo com as leis aplicáveis [38].

No que diz respeito ao desenvolvimento do preparado para pães "free-from", foi necessário levar em consideração a Lei nº 75/2009, que estabelece um limite máximo de 1,4g de sal por 100g de pão após o cozimento (ou 0,55 g de sódio por 100 g de pão). No entanto, devido ao consumo excessivo de sal pela população portuguesa e ao seu impacto na saúde pública, muitas padarias têm conseguido produzir pães com teores significativamente abaixo do valor estabelecido por lei. Em 2017, a Direção-Geral da Saúde (DGS) estabeleceu um protocolo em colaboração com o Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (INSA) e as Associações Industriais de Panificação, Pastelaria e Similares, com o objetivo de promover uma redução voluntária do teor de sal no pão, estabelecendo um máximo de 1,0g de sal por 100 g de pão até ao ano de 2021 [39].

## **2.8. Análise Sensorial**

### **2.8.1. Definição**

A análise sensorial é uma metodologia que permite examinar propriedades como textura, sabor, paladar, aspeto e cheiro de um produto ou alimento através dos sentidos visão, olfato, paladar, tato e audição dos provadores pertencentes ao painel de cada prova sensorial. É considerada uma metodologia que complementa a segurança tecnológica e microbiológica para uma avaliação mais exigente na qualidade dos alimentos. A sua crescente evolução ao longo dos anos, aumentou o impacto da mesma em metodologias de inovação e aplicação, de modo a garantir a aceitação ou rejeição do produto final pelos consumidores [40].

Esta abordagem destina-se a quantificar a resposta sensorial provocada pelo consumo de um produto, gerando uma descrição abrangente dos aspetos qualitativos e quantitativos da perceção humana, através dos seus sentidos, como anteriormente referido [41].

A descrição das características sensoriais de um produto tem sido uma prática comum na indústria alimentar e de bebidas ao longo do tempo, possibilitando a tomada de decisões comerciais informadas, orientar o desenvolvimento de produtos para corresponder às expectativas dos consumidores, avaliar o impacto de ingredientes ou processos, realizar controlo de qualidade e acompanhar as mudanças do produto ao longo do tempo [42].

Esta metodologia, permite assim, determinar diferenças entre produtos, dando-nos informação relativamente às diferenças detetadas e/ou aceites pelo consumidor, e permite-nos caracterizar e medir atributos sensoriais relativamente a estes mesmos produtos [43].

### 2.8.2. Importância e aplicações da análise sensorial no setor alimentar

O consumidor preocupa-se cada vez mais com os produtos que consome tornando-se mais crítico e exigente em relação aos gastos relacionados. Quando adquirem produtos alimentícios, consideram fatores como os valores nutricionais a conveniência e a imagem do produto. No entanto, a qualidade sensorial, o desempenho e a consistência sensorial do produto, revelam-se fatores determinantes, dada a expectativa de que o produto reúna características sensoriais agradáveis e constantes [44].

Assim, dado o impacto significativo das questões faladas no parágrafo anterior, a análise sensorial torna-se uma ferramenta fundamental na indústria alimentar. Não só no desenvolvimento de novos produtos alimentícios como no controlo de qualidade e processos, esta desempenha um papel crucial. Devido à alta competitividade no setor alimentar, o objetivo de aprimorar a qualidade dos produtos é essencial, levando assim a uma crescente procura de serviços e profissionais com treino especializado em análise sensorial por parte das empresas alimentares [42].

A análise sensorial pode auxiliar, as empresas do setor alimentar de forma direta ou indireta, num vasto leque de atividades, entre as quais [45]:

- Controlo de qualidade, com vigilância contínua dos padrões de qualidade do produto focando nas suas características sensoriais e simultaneamente no cumprimento dos critérios sensoriais estabelecidos pela empresa;
- Melhoramento e reformulação de produtos, pela alteração de matérias-primas e/ou modificação do processo produtivo;

- Desenvolvimento e lançamento de novos produtos, garantindo que estes respeitam os critérios sensoriais estabelecidos pela empresa e auxiliando a compreensão das características sensoriais mais e menos desejadas pelo consumidor, para determinado produto;
- Monitorização da concorrência;
- “Product matching”, comparando um produto com um dado produto alvo ou líder de mercado;
- Determinação do tempo de vida de um produto por critérios sensoriais;
- Aceitabilidade dos produtos por parte dos consumidores;

Com o aumento da exigência do mercado e da sua oferta atual, torna-se claro que a análise sensorial tem um papel indispensável em empresas do setor alimentar.

### 2.8.3. Painel Sensorial

A caracterização sensorial é uma ferramenta poderosa para a indústria alimentar sendo a Análise Descritiva Quantitativa (QDA) uma das metodologias mais utilizadas para este fim. Nesta metodologia, os avaliadores sensoriais - quaisquer pessoas que participem num teste sensorial - são selecionados com base na sua capacidade sensorial, são treinados no reconhecimento e na escala de atributos, utilizam uma linguagem sensorial comum e consensual, e os produtos são pontuados em ensaios repetidos para obter uma descrição quantitativa [46].

A seleção apropriada de um painel de análise sensorial possui uma importância crítica. Conforme definido pela ISO 8586:2012, existem três categorias de provadores:

- Provadores Candidatos: Indivíduos que ainda não tiveram experiência anterior em avaliações sensoriais.
- Provadores Iniciados: São aqueles que já participaram em provas sensoriais anteriores e possuem algum grau de experiência nesse contexto.
- Provadores Qualificados: Já passaram por treinamento específico e estão capacitados para realizar avaliações sensoriais de forma competente.
- Provadores Peritos: Demonstram uma sensibilidade sensorial aguçada e têm uma vasta experiência na condução de testes sensoriais. São capazes de fornecer avaliações sensoriais consistentes e repetíveis em uma variedade de produtos.

No que se refere ao desenvolvimento de produtos, a opinião dos consumidores desempenha um papel crucial na avaliação da aceitabilidade do produto, assim como na sua posterior aceitação no mercado. É essencial que o grupo de indivíduos escolhidos para participar nas avaliações sensoriais seja

representativo relativamente à população-alvo que se pretende alcançar. Portanto, ao criar um produto destinado a um grupo-alvo específico, é vantajoso recrutar consumidores desse grupo, a fim de obter resultados mais fiéis à sua realidade [41].

A seleção dos testes adequados a cada contexto é fundamental para o êxito de qualquer estudo em análise sensorial [47]. Com base nos objetivos do estudo e nas questões a que se ambiciona responder, os testes a serem realizados podem ser categorizados em dois grupos distintos: testes objetivos e testes subjetivos.

#### 2.8.4. Testes Sensoriais

No âmbito dos testes objetivos, como o próprio nome sugere, estão aqueles que oferecem informações concretas sobre as propriedades sensoriais dos produtos alimentícios e são avaliados por um painel de avaliadores treinados. Os mesmos podem ser subdivididos em duas categorias principais: testes discriminativos, usados para identificar diferenças ou semelhanças entre produtos, e testes descritivos, que visam detalhar as características sensoriais dos produtos de forma precisa.

Por outro lado, os testes subjetivos, também conhecidos como testes afetivos ou de consumidor, fornecem dados relativos à aceitabilidade e preferência do produto. Estes são realizados por avaliadores não treinados, ou seja, consumidores [48].

Através de um teste de aceitação, é possível medir o gosto ou a preferência por um produto. A preferência é a expressão de atração de um de um produto em relação a outro que pode ser medida diretamente através da comparação de dois ou mais produtos entre si. O método da escala hedónica de nove pontos ocupa um nicho na avaliação sensorial da aceitação/preferência de um produto [36].

### **2.9.** Textura em produtos *free from*

A textura de qualquer alimento é multifacetada e está ligada às expectativas sensoriais dos consumidores. Não é suficiente fornecer um alimento com um valor-alvo de dureza e elasticidade, se os consumidores não gostarem dele e se não corresponder às suas expectativas para esse tipo de alimento [49].

Um dos principais desafios enfrentados pelos fabricantes de alimentos *free-from* é a obtenção sustentável de ingredientes e conservantes de origem natural, que são desprovidos de alergénios, mantendo o sabor e a textura dos alimentos, utilizando tecnologias de transformação eficazes. Os



produtos sem glúten têm tradicionalmente texturas pouco apelativas, tais como secas, esfareladas e granuladas, sendo todas elas vistas como texturas pouco atrativas [23].

Atualmente verifica-se um aumento de ingredientes que contribuem para dar à massa a tão necessária elasticidade, a quantidade certa de mastigabilidade, um miolo consistente e permitir que o volume dê altura ao pão, juntamente com texturas que não são demasiado gomosas ou secas. Pretende-se um miolo para muffins semelhante ao dos produtos à base de trigo, um corpo resiliente para pastelaria para evitar que se desfaça e bolos que são leves e fofos.

À medida que a procura de novas fontes de proteínas, como substitutos para certas gomas e texturizantes continua, logo é de esperar que estas inovações criem oportunidades para o desenvolvimento de produtos que não tenham qualidades sensoriais comprometidas. Enquanto os fabricantes de produtos alimentares continuam a procurar soluções eficazes para criar produtos de melhor qualidade, que satisfaçam as necessidades dos consumidores, as inovações e substituições de ingredientes requerem uma referência, de modo a comparar o efeito de quaisquer alterações na formulação [23].

O valor de uma medição objetiva precisa e consistente da textura de diferentes géneros alimentícios para os fabricantes de alimentos, foi estabelecido há muito tempo. Agora, mais do que nunca, os fabricantes procuram técnicas atualizadas para quantificar os atributos dos seus produtos, de forma precisa e rápida. As possibilidades de análise da textura incluem a medição da crocância de pães estaladiços, bases de pizza e pastelaria, suavidade de bolos e muffins e a elasticidade/viscosidade da massa. Assim, num meio e mercado de competitividade, os produtores terão de corresponder às expectativas, ao nível da inovação e também a um ritmo mais rápido do que os seus concorrentes [19].

Deste modo, a Análise de Textura torna-se uma fase obrigatória na Investigação e Desenvolvimento de produtos com substituição de ingredientes, podendo a textura ser alterada pela adição de diferentes quantidades de ingredientes, e deverá ser calculada após cada interação de ingredientes ou modificações de processos [23].

#### 2.9.1. Texturómetro

O *Texture Analyser* HD plus da marca Stable Micro Systems é o instrumento mais frequentemente utilizado para testes com forças até 750 kg.f (7,5 kN), tendo potencial de receber uma família de células de carga inteligentes calibradas de fábrica com peso até 0,5 kg. Como resultado, mede

e quantifica ensaios fundamentais, empíricos e imitativos em compressão e tensão, desde testes em gel até ensaios em materiais de alta força.

Assim, este equipamento é ideal tanto para testes de força ligeira como para testes de alta resistência, uma vez que tem a capacidade de testar com precisão em unidades de peso mínimos, sem comprometer a precisão ao longo do ensaio e fornece a rigidez necessária para medir forças significativamente mais altas, em situações de alta resistência.

Todos os seus testes de tensão e deformação são realizados com uma variedade de ensaios de flexão, ciclismo, deformação constante e relaxamento de tensão, com uma gama de velocidades de até 20 mm/s. A ampla área de base de teste e a gama de alturas existente oferecem a capacidade de ensaiar amostras muito maiores numa estrutura de coluna dupla, sendo, assim, o mais indicado para os utilizadores que ensaiam uma vasta gama de produtos, ou até mesmo para aqueles que têm requisitos de ensaio de produtos de futuro incerto. Juntamente com o software Exponent Connect, de fácil utilização, este instrumento versátil, ilustrado na Figura 2, foi extraordinariamente bem concebido para garantir fiabilidade e precisão a longo prazo [50].



**Figura 2** – Texturómetro TA.HD plus da Stable Micro System.

## **Especificações Técnicas:**

Capacidade de força: 750 kg.f (7,5 kN)

Resolução da força: 0,1 g

Células de carga: 0,5, 5, 30, 50, 100, 250, 500, 7500 kg.f

Gama de velocidades: 0,01 – 20mm/s

Abertura máxima: 550 mm

Resolução de distância: 0.001 mm

Taxa de aquisição de dados: 2000 pps

É importante medir as propriedades texturais dos alimentos para garantir que correspondem às expectativas do consumidor. Tal como acontece com qualquer inovação de fabrico, é realizada uma investigação durante o desenvolvimento, mas é necessário que o produto final passe por um processo de controlo de qualidade, de modo a avaliar as suas propriedades mecânicas e sensoriais [19].

Recorrer a um Texturómetro pode revelar-se um passo crucial neste procedimento, proporcionando uma forma fiável de testar produtos através da aplicação de uma escolha de testes de compressão, tensão, extrusão, adesão, flexão ou corte para medir as suas propriedades físicas ou texturais, como por exemplo, firmeza, viscosidade, crocância e elasticidade [23].

### 2.9.2. Teste de Penetração/Perfuração

Num ensaio de penetração ou punção, uma sonda penetra na amostra a ensaiar, onde é exercida a força necessária para atingir uma determinada profundidade de penetração, num determinado intervalo de tempo. Sob condições previamente definidas, são medidos parâmetros como a dureza, firmeza e tenacidade. Os princípios deste ensaio causam, inevitavelmente, uma alteração irreversível na amostra analisada, e é pressuposto que a amostra no seu todo, tenham uma área superior à área de contacto com a sonda utilizada.

Quanto mais elevada for a leitura da força (ou quanto menor for a profundidade de penetração - se a medição for efetuada com força constante), mais resistente é o material.

Os ensaios de penetração utilizam normalmente cilindros (2 mm - 10 mm de diâmetro), cones, sondas esféricas ou agulhas. As sondas mais pequenas são particularmente recomendadas para a avaliação da força de rutura ou para o ensaio de produtos de estruturas múltiplas, por exemplo, medir a pele/crosta/revestimentos e continuar a ensaiar o material subjacente [50].

### 2.9.3. Análise do Perfil de Textura

A análise do perfil de textura (TPA) é um método objetivo de análise sensorial, iniciado em 1963 por Szczesniak, que definiu os parâmetros de textura utilizados pela primeira vez neste método de análise. Mais tarde, em 1978, Foi adaptado para efetuar a TPA, comprimindo duas vezes amostras de alimentos de tamanho padrão [50].

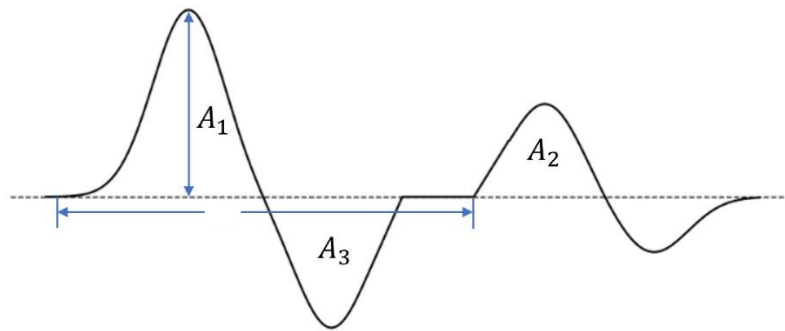
O teste consiste em comprimir duas vezes um pedaço de alimento do tamanho de uma dentada, num movimento recíproco que imita a ação da mandíbula, e extrair da curva força-tempo resultante uma série de parâmetros de textura que se correlacionam bem com a avaliação sensorial desses parâmetros [50].

A vantagem deste método analítico é que pode quantificar múltiplos parâmetros de textura num só teste. No entanto é necessário ter em conta se o mesmo fornece métricas relevantes para o objetivo experimental, de modo a não comprometer a fiabilidade dos resultados, devendo ser realizados também com as definições de teste corretas [49].

No contexto de uma análise de perfil de textura de produtos alimentares, são usados diversos parâmetros para caracterizar as propriedades sensoriais das amostras, tais como [51][52]:

- ✓ Dureza: refere-se à resistência que um alimento oferece à deformação quando é mastigado. É uma medida da firmeza ou rigidez de um alimento.
- ✓ Adesividade: é a medida da capacidade de um alimento aderir a superfícies, como os dentes. Alimentos pegajosos tendem a ter maior adesividade.
- ✓ Resiliência: está relacionada com a capacidade de um alimento recuperar a sua forma original após ser deformado ou mastigado. Alimentos elásticos têm uma maior resiliência.
- ✓ Coesão: refere-se à capacidade dos componentes de um alimento de permanecerem juntos como uma única massa.
- ✓ Viscosidade: é a medida da espessura ou resistência ao fluxo de um alimento líquido. Alimentos líquidos com alta viscosidade são mais espessos e fluem mais lentamente.
- ✓ Gomosidade: A gomosidade relaciona-se diretamente com a mastigabilidade de um alimento e descreve a quantidade de trabalho necessário para quebrar ou desintegrar o alimento durante a mastigação.
- ✓ Mastigabilidade: refere-se à facilidade com que um alimento pode ser mastigado e engolido. Alimentos com alta mastigabilidade são fáceis de mastigar.

O gráfico apresentado na Figura 3, fornece uma representação visual de várias propriedades texturais de um material e do seu comportamento ao longo de um teste de Análise do Perfil Textural, obtido e realizado por um texturômetro.



**Figura 3** – Registro gráfico típico do comportamento (força pelo tempo) num teste de Análise de Perfil Textural instrumental.

O gráfico da Figura 3, apresenta três picos principais: A1, A2 e A3, que representam diferentes propriedades texturais de um material:

- A1 (Dureza): Primeiro pico que indica uma considerável resistência do material à deformação.
- A3 (Aderência): Pico em valores negativos, mostra a capacidade do material de aderir a superfícies, sugerindo o quão pegajoso é.
- A2: Situa-se entre os picos de dureza e aderência e, em relação a A1.

A relação entre A2 e A1 define a Coesão, representada por  $\frac{A2}{A1}$ , e indica a extensão na qual o material tende a manter-se unido após uma deformação inicial. Um valor próximo de 1 sugeriria uma coesão muito alta, enquanto um valor significativamente menor que 1 indicaria uma coesão mais baixa.

Resumindo, o gráfico fornece uma representação abrangente das propriedades texturais críticas do material em estudo. A compreensão destas propriedades é essencial para otimizar produtos, especialmente na área alimentar, onde a textura desempenha um papel fundamental na aceitação do produto e preferência do consumidor.

### **3. Metodologia**

#### **3.1. Análise da Concorrência**

Inicialmente, foi realizada a pesquisa bibliográfica necessária relacionada com o tema proposto, assim como do mercado em questão, via online, onde foi possível analisar o variado leque de marcas disponíveis no mercado nacional (presente nos Anexos 4.1. e 4.2.), tanto em estabelecimentos de pequena dimensão como em grandes superfícies, esta análise teve como objetivo identificar informações essenciais para cada produto. As mesmas incluíam a lista de ingredientes, a declaração nutricional por 100 g de produto, o peso líquido, o método de preparação e o preço por quilo de cada marca concorrente.

Depois de uma análise comparativa dos diferentes produtos disponíveis no mercado, constatou-se que os ingredientes utilizados pelas várias marcas eram distintos uns dos outros. Especificamente, notou-se diferenças na inclusão de componentes como fibras, proteínas, emulsionantes, espessantes, amido de batata e farinhas de leguminosas. Contudo, verificou-se que efetivamente existiam ingredientes-base comuns a todas as marcas analisadas, que incluíam amido de milho, farinha de arroz, sal, açúcar e hidroxipropilmetilcelulose.

A pesquisa permitiu identificar os ingredientes frequentemente utilizados nos produtos concorrentes, assim como possibilitou a estimativa do intervalo de percentagem desses ingredientes pois, de acordo com a legislação, a lista de ingredientes deve ser apresentada em ordem decrescente de peso.

#### **3.2. Seleção de Matérias-Primas**

Considerando os requisitos para cumprir nas novas formulações, como a redução de 10% da quantidade de açúcar, de 5 % da quantidade de sal e a eliminação ou redução de aditivos indicados abaixo, segundo a lista previamente fornecida pelo cliente – classificando “a evitar” (i.e., minimizar ou substituir) na secção laranja da lista e “indesejável” (i.e., proibido) na secção vermelha – foi efetuada a seleção das matérias-primas.

Aditivos indesejados e/ou a evitar presentes nas formulações atuais dos produtos:

#### **No Pão:**

A gordura em pó (óleo de coco refinado, maltodextrina, proteína vegetal de ervilha), que contém os aditivos E551 (dióxido de silício antiaglomerante) e E1450 (amido modificado: octenilsuccinato de

amido sódico). E também o emulsionante, correspondente ao aditivo E464, denominado de hidroxipropilmetilcelulose, classificado como “indesejável” (secção vermelha).

### **Nos Muffins:**

Além dos ingredientes acima indicados, pertencentes não só à formulação do pão como também à dos muffins, temos amido modificado (fosfato de diamido acetilado), que contém o aditivo E1414 e o ingrediente levedante, com o aditivo E450 (difosfato disódico), ambos classificados como “a evitar” (secção laranja).

Através de uma análise às fichas técnicas dos produtos já comercializados, lista de fornecedores, preços de matéria-prima e outros, foi possível identificar quais os ingredientes mais relevantes para o desenvolvimento do preparado e as suas respetivas funções no produto, recorrendo preferencialmente às matérias-primas disponíveis na linha de produção de produtos *free-from* da Germen. Nesse sentido, foi concretizada uma análise rigorosa das fichas técnicas das matérias-primas já em uso na empresa, com particular atenção aos dados nutricionais e lista de ingredientes, uma vez que o objetivo final seria reformular as formulações, a fim de diminuir a quantidade de açúcar, sal e aditivos.

No entanto, houve necessidade de recorrer a outros ingredientes, para além dos já utilizados pela empresa, de modo a conseguir ir de encontro às expectativas e características desejadas para o produto final. Nessas situações, foi estabelecido contato com fornecedores, aos quais foram solicitadas informações como a ficha técnica, o preço por quilograma e uma amostra do produto em questão para testagem em laboratório. No que toca às fichas técnicas, as mesmas foram analisadas de forma rigorosa, para garantir a ausência de alergénios naturalmente presentes ou por contaminação cruzada, de modo a não comprometer o produto desenvolvido e a linha de produção *free-from*.

Antes das primeiras tentativas e experimentações de formulações, os produtos atuais foram analisados e avaliados, no sentido de promover a perceção do que seria o produto ideal final e, deste modo, conseguir um produto a partir da reformulação, o mais idêntico possível. Também foi tido em conta os requisitos de sabor, aspeto e restantes características organoléticas.

Ao longo das inúmeras testagens em laboratório, os ingredientes mais utilizados foram: Amido milho, Amido batata, Farinha de Arroz, Farinha de Grão-de-Bico, Clara de ovo em pó, Proteína Isolada de Batata, Goma Xantana, Goma Guar, Açúcar, Fibras, Sal e Enzimas.

O fator económico, associado à tentativa de obter um custo de formulação (€/kg) dentro do limite estipulado, e o fator nutricional revelaram-se importantes em todo o processo de seleção de matérias-primas.

### **3.3.** Desenvolvimento dos preparados para Pães *free-from*

#### 3.3.1. Procedimento Laboratorial

O processo de desenvolvimento das formulações foi iniciado pelo pão, com as denominações de mix de “Universal Neutro” e mix “5 Sementes”.

Sendo a formulação do mix “Universal Neutro” a base da formulação do mix “5 Sementes”, que contém apenas a adição de sementes e de farinha de alfarroba (para conferir ao pão a cor mais escura), todas as alterações e desenvolvimentos foram centrados no primeiro mix referido.

Considerando os requisitos por cumprir nas formulações em questão, anteriormente indicados, foram iniciadas as primeiras tentativas e experimentações de formulações, que evoluíram ao longo do tempo de acordo com os sucessos e/ou insucessos de cada uma das mesmas desenvolvidas e testadas, assim como foram alteradas conforme as necessidades sentidas a nível sensorial e nutricional como a nível económico (sem ultrapassar o limite estabelecido).

As pesagens dos ingredientes para a formulação foram realizadas em laboratório na balança analítica para a pesagem de ingredientes de menores quantidades e na balança digital para os restantes.

Posteriormente, a mistura foi homogeneizada no homogeneizador da marca Chopin MR2L, para quantidades até 1 quilo e no homogeneizador da marca Fuchs A20, para quantidades superiores a 1 quilo, durante aproximadamente 15 minutos com o objetivo de uniformizar a mistura.

Apesar de o modo de confeção para o produto desenvolvido ser o procedimento manual – em padaria industrial, o processo de desenvolvimento foi iniciado na máquina de pão do laboratório da Germen, para análise de aspetos e características como a perceção do comportamento do miolo do pão e do seu sabor. O primeiro pão confeccionado foi a partir da formulação atual da empresa, para que realmente fosse possível perceber as características desejadas – comportamento do miolo e sabor, essencialmente, e também para termo de comparação com as restantes formulações a serem desenvolvidas.

Considerando que o produto final conseguido na máquina de pão não é de todo equivalente ao produto final esperado em padaria, após recolher e selecionar os melhores resultados ao longo dos



desenvolvimentos em laboratório, foi necessário repetir, para todos eles, o processo da receita em padaria industrial, com todos os procedimentos e recursos idealmente utilizados no processo de fazer pão.

- **Máquina de Pão**

Foi utilizada a máquina de pão KENWOOD Rapid-bake BM250 (máquina de pão do laboratório interno da Germen), para as confeções dos diversos desenvolvimentos iniciais. A máquina apresentava vários programas, com a opção de seleccionar a quantidade de massa (500 g, 750 g ou 1000 g) e também a tonalidade do pão (claro, médio ou escuro).

Numa fase inicial, foi utilizado o programa Menu 1 com a duração de 3:18h, para uma quantidade de massa de 750 g e tonalidade média.

De seguida, foi executada a receita de acordo com a ficha técnica do produto: para 500 g de mistura, 400 g de água, 12,5 g de óleo vegetal, 12,5 g de azeite e 25 g de levedura. Assim, depois da pesagem e mistura dos ingredientes secos, procedeu-se à pesagem e mistura dos ingredientes líquidos, onde se dissolveu primeiro a levedura em água tépida, dando, por fim, início ao programa mencionado, constituído pelas fases de mistura, repouso, fermentação e cozedura.

Após a conclusão do ciclo de cozedura, o pão era cuidadosamente retirado e desenformado sobre uma grelha, de modo a permitir o seu arrefecimento adequado. Após um período de arrefecimento de uma hora, seguia-se a avaliação das características sensoriais e físicas de cada uma das formulações de pão. Durante esse processo, registou-se fotograficamente o aspeto do pão, a sua altura com auxílio de uma régua (expressa em centímetros) e conservou-se as amostras, em forma de fatias, a vácuo para comparação com formulações subsequentes.

- **Confeção Manual**

Após obtenção das características desejadas no pão, aquando do seu desenvolvimento na máquina de pão em laboratório, a sua confeção manual ocorreu na padaria experimental da Moagem Ceres, em Campanhã.

Assim, as principais etapas, ilustradas na Figura 4, executadas na produção de pão manual são:

- 1.** Pesagem dos ingredientes da receita, como a água, o óleo e a levedura fresca, numa balança analítica;
- 2.** Amassadura/mistura dos ingredientes da receita (água, óleo e levedura) com os ingredientes secos (normalmente farinha, mas neste caso específico, 2 kg de preparado da formulação desenvolvida),

através da amassadura, numa amassadeira industrial durante 9 minutos, compostos por 2 velocidades – inicialmente mais lenta e depois mais rápida;

**3.** Divisão e moldagem manual da massa obtida na etapa anterior, por 10 porções iguais, de aproximadamente 300 g, e disposição em tabuleiros, para colocar na estufa industrial, a uma temperatura entre 30–40 °C e uma humidade relativa entre 60–70 % durante 30 a 45 minutos;

**4.** Após a fermentação, onde ocorre a expansão da massa, estas são colocadas no forno industrial durante cerca de 24 minutos a uma temperatura média de 220 °C;

**5.** O pão, depois de cozido é retirado do forno e colocado a arrefecer à temperatura ambiente durante cerca de 1 hora;

**6.** Aquando do pão arrefecido, é realizada a avaliação das características organoléticas, físicas e sensoriais, efetuando também registos fotográficos dos resultados obtidos e armazenagem das amostras, em vácuo, para posterior comparação com as formulações seguintes.



**Figura 4** – Etapas da produção manual: (1) Amassadeiras industriais onde se processa a amassadura (2) Moldagem da massa (3) Estufa onde se realiza o processo de fermentação (4) Massa moldada já fermentada (5) Forno industrial onde é cozido o pão (6) Pão obtido após a cozedura.

É importante realçar que, devido não só à temperatura externa da padaria, mas também à abertura e fecho de portas da estufa e do forno, que dissiparam humidade e calor, as condições de temperatura e de humidade na padaria experimental foram sempre diferentes e com variações. Logo, não foi possível estabelecer um valor de humidade e temperatura exatos, sendo que exigiria um controlo rigoroso ao longo de todas as confeções, o que não se revelou possível.

Por fim, foi obtido um produto final muito mais próximo do ideal, que permitiu avaliar, por parte dos padeiros, a consistência da massa para trabalhar manualmente e para amassar, contribuindo assim para uma caracterização da formulação em questão, mais específica e completa.

### **3.4. Desenvolvimento dos preparados para Muffins free-from**

#### **3.4.1. Procedimento Laboratorial**

O segundo semestre foi dedicado, maioritariamente, ao desenvolvimento das formulações dos muffins “Chocolate”, “Limão e Papoila” e “Simples” com os mesmos objetivos e parâmetros aplicados para o pão: tornar os produtos mais *clean label*, eliminando os aditivos indesejados e/ou a evitar pelo cliente e reduzir 10 % da quantidade de açúcar e 5 % da quantidade de sal à formulação atual da empresa, para cada um dos sabores.

No entanto, o parâmetro da validade e conservação será tido mais em atenção, de modo a obter um produto que garanta a qualidade pretendida. Através da análise das funções tecnológicas de cada ingrediente integrante da receita atual, foi possível, de maneira mais lógica e segura, chegar a formulações que fossem de encontro ao que era pretendido.

Neste caso, após a pesagem dos ingredientes do preparado no laboratório da Germen, o processo confeção dos muffins, decorreu desde início na padaria experimental, devido à falta de recursos no laboratório para preparar este tipo de produto de pastelaria.

- **Confeção em Padaria**

A receita para 1 quilo de preparado, é composta por 400g de ovo, 300g de óleo vegetal e 150g de água. O seu modo de preparação começa com a mistura de todos os ingredientes seguida da batida durante 3 minutos a velocidade lenta com raquete na batedeira. Depois coloca-se em porções iguais, a massa em formas previamente forradas com papel. Leva-se ao forno por cerca de 30 minutos, previamente aquecido a 180 °C (Figura 5).

Todo o processo foi também progredindo de acordo com os sucessos e/ou insucessos de cada uma das formulações desenvolvidas e testadas, sendo que, estas foram alteradas consoante as necessidades sentidas tanto a nível sensorial e nutricional, como a nível económico ou de perfil da empresa.



**Figura 5** – Fases da confeção dos Muffins: (1) Massa dos muffins nas formas. (2) Muffins a cozer no forno da padaria. (3) Muffins prontos a arrefecer.

#### 3.4.2. Determinação da Composição Nutricional

Considerando que um dos propósitos do preparado para muffins *free-from* era alcançar níveis específicos de açúcares e sal, foi registada uma estimativa da análise nutricional para cada formulação ou receita, visando atender aos valores estabelecidos no Regulamento (CE) N° 1924/2006.

Consequentemente, procedeu-se a uma simulação para calcular a informação nutricional de cada uma das formulações desenvolvidas, onde foram determinados os seguintes valores nutricionais por 100g do produto: energia (kJ e kcal); teor de gordura (g), incluindo ácidos gordos saturados (g); hidratos de carbono (g), incluindo açúcares (g); teor de fibra (g); proteína (g); e teor de sal (g). Nessa simulação, foram utilizados os valores nutricionais das fichas técnicas das matérias-primas e os dados nutricionais da Tabela da Composição de Alimentos (TCA) do INSA (INSA, 2021) como base.

Após a obtenção de uma formulação com todas as características pretendidas para o produto, quer a nível sensorial como nutricional, foi realizada uma análise nutricional analítica no laboratório CINATE (laboratório acreditado ao qual a Germen recorre para a realização de análises aos seus produtos), de forma a perceber se de facto foi possível atingir as alegações nutricionais pretendidas para a formulação desenvolvida.

### 3.4.3. Análise Sensorial

Depois de definida a formulação final, e de forma a avaliar a aceitação do produto desenvolvido, foi elaborada uma prova de análise sensorial com o propósito de perceber quais os aspetos sensoriais e características percecionadas como mais e menos agradáveis pelos consumidores. Tendo em conta que a empresa não dispõe de instalações próprias para exercer uma prova de análise sensorial, com painéis de consumidores, a sua realização foi na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), numa sala de aula comum (Anexo 6).

Algumas das condições necessárias para a realização de provas sensoriais são temperatura e humidade controladas, ausência de ruídos e odores, decoração neutra que não influencie a cor das amostras, iluminação forte e livre de sombras fortes e cabines individuais que limitem as distrações e evitem a comunicação durante a prova e estão indicadas na norma ISO 8589, que concede orientação geral para projetos de salas de testes destinadas à análise sensorial de produtos (ISO 8589, 2007).

No entanto, como foi referido acima, não foi possível garantir todas as condições mencionadas, devido a tratar-se de uma sala de aula comum, contudo adaptou-se a mesma, da melhor forma possível, às provas sensoriais, de modo a obter resultados fidedignos.

O painel foi constituído por provadores não treinados e, de forma a obter um número de participantes significativo, foi previamente feita uma divulgação interna à comunidade universitária: por email (Anexo 5) e por afixação de posters nos painéis de informação da faculdade, para todos os estudantes, professores e funcionários da FCUP, conseguindo a participação de 43 indivíduos (30 é número mínimo para o tamanho amostral de uma análise sensorial, que permite obter resultados estáveis).

Através de testes afetivos – de aceitação e de preferência – era pretendido que os provadores exprimissem o que sentem em relação ao produto em questão, utilizando uma escala hedónica de 9 pontos (1 a 9), que varia do termo “Extremamente Desagradável” a “Extremamente Agradável” e assim, poder determinar, entre a formulação atual e a desenvolvida, qual o produto preferido (teste de comparação a pares).

Para além destes testes, foi ainda avaliada a intenção de compra do produto e por fim, uma questão aberta para os consumidores facultarem os aspetos positivos e negativos do produto.

### 3.5. Análise Estatística

Os resultados das avaliações sensoriais, da caracterização do painel de provadores e também os obtidos a partir dos testes realizados no texturómetro – Análise de Perfil de Textura e Teste de Penetração, foram analisados com recurso ao software GraphPad versão 8.0 para o Windows (San Diego, CA; <http://www.graphpad.com>) e Microsoft Excel (Washington, USA; <http://www.microsoft.com>), respetivamente. Adicionalmente os resultados das avaliações de preferência foram analisados com recurso ao IBM SPSS Statistics (<https://www.ibm.com>).

Para realizar análises estatísticas significativas, é importante garantir que os dados recolhidos sigam uma distribuição normal. A verificação da normalidade dos dados é essencial, uma vez que muitos métodos estatísticos, como testes de hipóteses, pressupõem que os dados seguem uma distribuição normal.

O teste de normalidade de Shapiro-Wilk é uma ferramenta amplamente utilizada para verificar se os dados de uma análise sensorial seguem uma distribuição normal. Este teste estatístico é preferido quando o tamanho da amostra é pequeno a moderado, como é o caso. Assim, este calcula uma estatística de teste e fornece um valor  $p$  (*p value*), que é comparado a um nível de significância escolhido (geralmente 0,05). A justificação para o uso do teste de Shapiro-Wilk reside na necessidade de garantir que as suposições de normalidade sejam atendidas antes de aplicar métodos estatísticos paramétricos, como análises de variância (ANOVA) ou testes  $t$  paramétricos. Como, neste caso de estudo em concreto, os dados não seguiam uma distribuição normal (Anexo1), foi implementado o teste não paramétrico Wilcoxon (Anexo 2), com nível de significância de 5%. Relativamente ao teste de preferência, optou-se pelo Teste Binomial (Anexo 3) dado que estamos perante uma dimensão amostral pequena e variável nominal dicotómica (Sim ou Não).

Por fim, para os testes relativos à análise de textura - Análise de Perfil de Textura e Teste de Penetração, foi aplicado da mesma forma que no caso da análise sensorial, o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Como, neste caso de estudo, os dados seguiam uma distribuição normal, recorreu-se ao teste “Two-Way ANOVA” e Teste de Comparações Múltiplas “Tukey”.

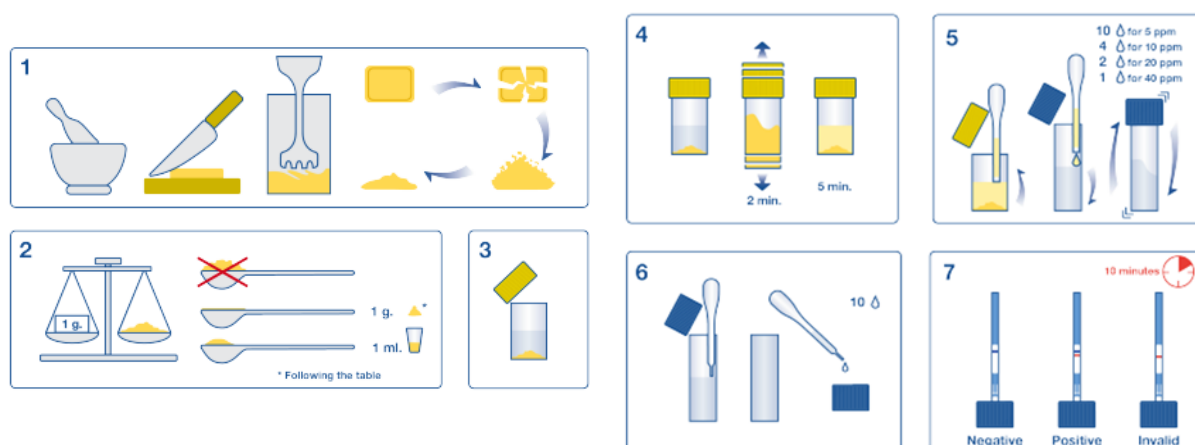
### 3.6. Teste Biomedal – Determinação Semiquantitativa de Glúten

O teste Biomedal é um método de determinação semi-quantitativa de glúten realizado para as farinhas sem glúten ou até em superfícies que possam estar contaminadas com vestígios de cereais com esta proteína. Este é realizado diariamente, numa sala isolada do laboratório acreditado da Germen,

exclusivamente dedicada a produtos sem glúten. Apenas é permitida a entrada de produtos sem glúten como: trinca de arroz, farinha de arroz e produtos isentos de glúten como é o caso dos mixes free-from da linha sem glúten.

A realização deste teste permite prevenir situações de contaminação por glúten na linha de produção, como é o caso da trinca de arroz, rececionada na fábrica, e garante assim a produção dos produtos comercializados isentos de glúten.

Procedimento: Antes de avançar com a prática do teste é necessário desinfetar e limpar o espaço envolvente, de modo a evitar contaminações cruzadas por glúten. Recorrendo ao material descartável presente no kit “GlutenTox Pro”, executa-se o teste, seguindo as etapas presentes no manual de métodos internos do laboratório, como mostra a Figura 6:



**Figura 6** – Procedimento de preparação do teste Biomedal de análise ao glúten;

Após a sua trituração (caso seja necessária), a amostra é pesada com auxílio de uma balança analítica (1 g) e colocada no copo de extração de tampa amarela. De seguida, com o copo devidamente fechado, agita-se o mesmo durante 2 minutos e deixa-se 5 minutos a repousar para que os resíduos sólidos se depositem no fundo do copo.

Com auxílio de uma pipeta descartável, retira-se o sobrenadante e adiciona-se 10, 4, 2 ou 1 gota do mesmo ao copo de diluição de tampa azul, dependendo do limite de deteção pretendido – 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm ou 40 ppm, respetivamente. Posteriormente, agita-se o copo de diluição de tampa azul, e depois de o abrir inverte-se a tampa, colocando nesta, 10 gotas do copo de tampa a azul, com uma nova pipeta. Finalmente, coloca-se a tira analítica na tampa azul já invertida e aguarda-se 10 minutos para ler o resultado, sendo que um **resultado negativo** corresponde a uma única banda de cor azul e um

**resultado positivo** a uma banda de cor azul e outra vermelha. Na ausência de qualquer banda, considera-se um resultado inválido [53].

### 3.7. Texturómetro

#### 3.7.1. Desenvolvimento Laboratorial

Para realizar a análise das amostras no aparelho Texture Analyser HD Plus, instalado laboratório da Universidade do Minho – Escola de Engenharia, foi necessário a confeção dos Pães e Muffins em padaria. Após a sua confeção e devido arrefecimento, as amostras utilizadas nos ensaios foram preparadas para os dois tipos de testes realizados:

No caso do teste de penetração, realizado somente sobre a côdea dos pães, não foi necessária preparação, tendo sido utilizado o pão ainda inteiro/por inserir como amostra e a sonda P2N para perfuração.

Já no TPA, as amostras foram cortadas todas da mesma forma, de modo a obter um tamanho *standard* e uniforme (Figura 7), neste caso cilíndrico e com uma altura aproximada de 1 cm, para o caso do teste TPA – Texture Profile Analysis, no qual foi utilizada a sonda P75 para compressão (Figura 8).



**Figura 7** – Preparação de amostras uniformes para o teste de Análise de Perfil de Textura;

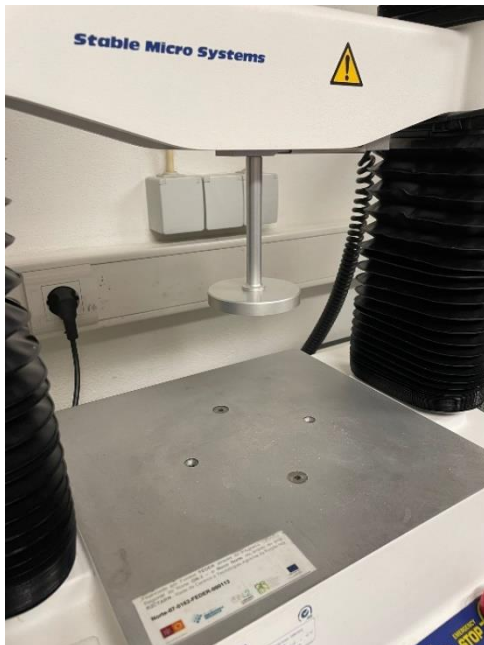
Os testes de Análise do Perfil de Textura devem ser realizados com as definições de teste corretas, caso contrário alguns dos valores mais importantes não serão calculados corretamente.



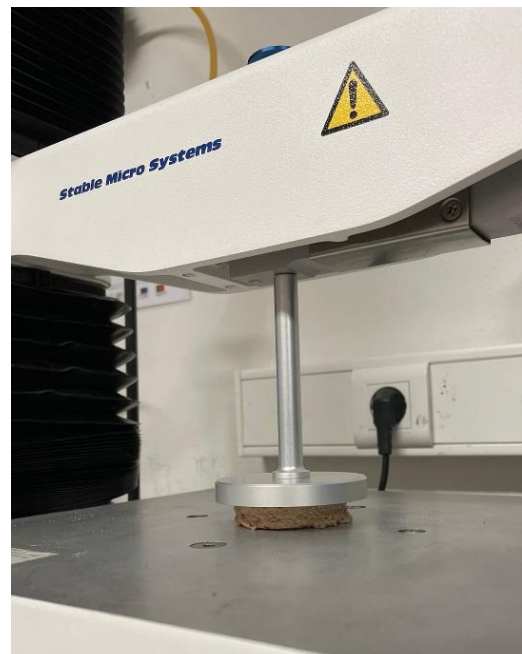
Nos testes de Análise do Perfil de Textura, a sonda desce à velocidade de pré-teste enquanto procura o topo da amostra. O instrumento começa a registar dados assim que o disparo automático é alcançado com a força de disparo especificada.

A sonda comprime (Figura 9) então a amostra à velocidade de ensaio e percorre a distância alvo ou a percentagem de deformação. Uma vez atingida a distância ou a deformação alvo, a sonda sobe para a posição de disparo original à velocidade de ensaio.

O instrumento aguarda o tempo pretendido antes de ocorrer a segunda compressão à velocidade de ensaio. A sonda sobe finalmente até à posição inicial à velocidade pós-ensaio [49].



**Figura 8** – Sonda P75 utilizada para o teste de compressão.



**Figura 9** – Compressão da amostra pela sonda.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Desenvolvimento dos preparados para Pães *free-from*

#### 4.1.1. Produto Final

A farinha de grão-de-bico foi o único ingrediente novo adicionado à receita original. O peso base experimental foram sempre 500 g de mistura, sendo por isso necessário, a cada alteração na formulação, perfazer este peso, preferencialmente com ingredientes “base” como os amidos (milho e batata) e a farinha de arroz, para ser possível a percepção assim como identificar as alterações realizadas de formulação em formulação (associação correta das alterações da receita com as características denotadas na massa e no pão, depois de cozinhado).

Desde início, foi testada e bem-sucedida a exclusão da gordura em pó, sendo um dos ingredientes indesejáveis, devido à presença na sua composição de dois aditivos, também indesejáveis (conforme a lista do cliente). Seguidamente, foi testada a diminuição da percentagem de açúcar, reforçando a percentagem de dextrose. O sal também foi reduzido e depois mantido a - 5 % da formulação atual. A partir daí, também foi testada a ausência das duas gomas (guar e xantana) para perceber o comportamento da massa. Esta, acabou por ficar completamente líquida e sem consistência pelo que se consideraram essenciais no produto final.

Como já mencionado em cima, apenas a farinha de grão-de-bico foi integrada nas formulações como novo ingrediente, com a intenção de auxiliar o sabor e a cor do pão. Esta adição resultou muito bem para o produto, tendo sido mantida sempre, dentro dos mesmos valores. Quanto aos restantes ingredientes, a percentagem de sal foi reduzida, e foram retirados, além da gordura em pó, o açúcar (em forma de açúcar e não de dextrose) e a HPMC, conseguindo assim uma formulação com todos os requisitos (eliminação de aditivos específicos e redução de açúcar e sal) conseguidos.

Ao todo, foram desenvolvidas e testadas 26 formulações, das quais resultou uma formulação final, inicialmente aprovada pelos padeiros da padaria experimental e por mim, mas rejeitada posteriormente pela responsável de I&D, devido à diferença substancial de volume dos pães após a sua cozedura, comparativamente com os pães feitos a partir da formulação atual da empresa.

O produto/desenvolvimento em questão foi assim posto em *stand by*, ficando para trabalho futuro da empresa, não tendo sido incluído no ensaio analítico da informação nutricional – laboratório CINATE, nem na prova de análise sensorial.

## 4.2. Desenvolvimento dos preparados para Muffins *free-from*

### 4.2.1. Formulação Final

Relativamente aos Muffins, ao longo dos desenvolvimentos do sabor Limão & Papoila (Muffin Simples tem a mesma base de ingredientes), o peso base experimental foram também 500 gramas de mistura, sendo por isso necessário, a cada alteração na formulação, perfazer este peso, preferencialmente com ingredientes “base”, tal como realizado no pão.

Foi possível retirar com sucesso os ingredientes considerados proibidos e indesejáveis pelo cliente, tais como a gordura em pó, o amido modificado e a HPMC, à exceção do levedante – difosfato disódico, que foi o único aditivo que permaneceu na formulação (este era considerado apenas como indesejável). Além disso, considerando o objetivo de tornar os produtos mais “clean label”, a goma guar, que deixou de ser necessária no produto, também foi excluída. Por fim, foi conseguida uma redução na quantidade de açúcar superior à indicada pelos requisitos (10 %), correspondente a cerca de 20 % (açúcar e dextrose).

Para o sabor Chocolate, todo o processo de desenvolvimento foi semelhante no que toca a exclusão dos ingredientes com aditivos indesejáveis e/ou proibidos, e foi também conseguida uma diminuição da quantidade de açúcar, correspondente a 10 % (açúcar e dextrose).

Ao todo foram desenvolvidas 29 formulações para Limão & Papoila e 16 para Chocolate, das quais resultaram as formulações finais aprovadas pelos padeiros da padaria experimental, por mim e pela responsável de I&D, graças à obtenção de um produto com as características desejadas (em comparação com as formulações atuais) com a textura, sabor e aspeto (Figuras 10 e 11):



**Figura 10** – Muffins de Chocolate da formulação desenvolvida.



**Figura 11** – Muffins de Limão & Papoila e Simples da formulação desenvolvida.

A receita para os novos desenvolvimentos manteve-se a mesma dos muffins atuais, correspondente a:

- 300 g de óleo vegetal e 450 g de água para 1000 g de preparado de Limão e Papoila;
- 400 g de ovo, 300 g de óleo vegetal e 150 g de água para 1000 g de preparado de Chocolate;
- 270 g de óleo e 400 g de água para 1000 g de preparado de Simples;

O modo de preparação também se manteve inalterado, tal como indicado na ficha técnica:

“Comece por misturar todos os ingredientes e bater durante 3 minutos a velocidade lenta com a raquete. Colocar em formas previamente forradas com papel e dividir em porções iguais. Levar ao forno cerca de 25 minutos com o forno previamente aquecido a 190°C.”

#### 4.2.2. Análise Nutricional

Tal como mencionado anteriormente no capítulo 3 – Metodologia – durante o processo de desenvolvimento dos produtos, as variadas formulações também foram sujeitas a uma análise nutricional, na qual era possível obter uma estimativa dos valores médios por 100 g de preparado.

Por fim, após chegar a uma formulação final, com as características desejadas, foi necessária a realização de uma análise mais rigorosa e onde se recorreu à análise nutricional analítica no laboratório CINATE, de forma a perceber se realmente o produto apresentava realmente os valores legais exigidos e desejados. Esta análise aplicou-se para os 3 sabores de Muffins.

Nas Tabelas 1, 2 e 3 estão presentes os valores nutricionais das formulações atuais e também os obtidos através das análises realizadas no laboratório CINATE, para cada 100 g da formulação final.

#### • **Muffins Limão e Papoila**

**Tabela 1** – Informação nutricional por 100g de produto para o protótipo final do preparado para Muffins Limão e Papoila

	Informação nutricional por 100 g	
	Valores atuais	Valores obtidos no CINATE
Energia	1712 kJ / 405 kcal	1631 kJ / 385 kcal
Lipídios	6,2 g	3,9 g
Dos quais saturados	2,2 g	1,0 g
Hidratos de Carbono	81 g	82,9 g
Dos quais açúcares	<b>48 g</b>	<b>43,6 g</b>
Fibra	1,1 g	1,3 g
Proteína	5,7 g	5,3 g
Sal	<b>0,78 g</b>	<b>0,60 g</b>

Na Tabela 1 é possível verificar que os valores obtidos no laboratório CINATE são similares aos valores da formulação atual da empresa, destacando-se uma diminuição dos valores de energia (kJ e kcal), lípidos, açúcares, proteína e sal em relação à formulação atual e um leve aumento para os valores de hidratos de carbono e fibra.

Tal como desejado, de acordo com o pedido do cliente, verifica-se valores inferiores, tanto nos açúcares totais como no sal, com uma diminuição de cerca de 10 % e 23 %, respetivamente.

- **Muffins Chocolate**

**Tabela 2** – Informação nutricional por 100g de produto para o protótipo final do preparado para Muffins Chocolate

	Informação nutricional por 100 g	
	Valores atuais	Valores obtidos no CINATE
Energia	1642 kJ / 387 kcal	1562 kJ / 368 kcal
Lipídios	3,4 g	0,9 g
Dos quais saturados	1,6 g	0,5 g
Hidratos de Carbono	86 g	86,3 g
Dos quais açúcares	<b>50 g</b>	<b>43,3 g</b>
Fibra	2,4 g	1,6 g
Proteína	1,6 g	4,5 g
Sal	<b>0,80 g</b>	<b>0,80 g</b>

Na Tabela 2 é possível verificar que os valores obtidos no laboratório CINATE são similares aos valores da formulação atual da empresa, destacando-se uma diminuição dos valores de energia (kJ e kcal), lípidos, açúcares e fibra em relação à formulação atual e um leve aumento para os valores de hidratos de carbono e um aumento significativo de proteína, mantendo-se o valor correspondente ao sal constante.

Tal como desejado, de acordo com o pedido do cliente, verifica-se valores inferiores nos açúcares totais, com uma diminuição de cerca de 13 %.

- **Muffins Simples**

**Tabela 3** – Informação nutricional por 100g de produto para o protótipo final do preparado para Muffins Simples

	Informação nutricional por 100 g	
	Valores atuais	Valores obtidos no CINATE
Energia	1685 kJ / 398 kcal	1609 kJ / 379 kcal
Lipídios	5,4 g	2,5 g
Dos quais saturados	2,3 g	0,9 g
Hidratos de Carbono	82 g	84,2 g

Dos quais açúcares	<b>49 g</b>	<b>42,3 g</b>
Fibra	0,6 g	0,8 g
Proteína	5,1 g	5,4 g
Sal	<b>0,75 g</b>	<b>0,73 g</b>

Na Tabela 3 é possível verificar que os valores obtidos no laboratório CINATE são similares aos valores da formulação atual da empresa, destacando-se uma diminuição dos valores de energia (kJ e kcal), lípidos, açúcares e sal em relação à formulação atual e um leve aumento para os valores de hidratos de carbono, proteína e fibra. Tal como desejado, de acordo com o pedido do cliente, verifica-se valores inferiores tanto nos açúcares totais como no sal, com uma diminuição de cerca de 14 % e 3 %, respetivamente.

Relativamente aos valores estimados ao longo do processo de desenvolvimento dos três sabores de Muffins, verificam-se também algumas diferenças, possivelmente pela utilização de valores nutricionais teóricos das fichas técnicas dos ingredientes e da TCA do INSA, que poderá não corresponder ao teor verdadeiro presente no produto acabado ou por algum erro de pesagem que tenha ocorrido na linha de produção dedicada aos produtos *free-from*.

#### 4.2.3. Análise Sensorial

Apesar de se tratar de produtos para um diferente tipo de consumidores - celíacos ou indivíduos com outro tipo de restrições alimentares, e do facto de o número total de provadores não ter sido o ideal, dentro deste tipo de análise, foi possível a recolha de dados, para uma posterior análise estatística completa.

Através do inquérito realizado (Anexo 7), foi possível recolher informações dos participantes da prova sensorial, quanto ao seu perfil de cariz pessoal – hábitos e preferências de consumo – e também a aceitabilidade do produto desenvolvido, assim como a sua intenção de compra.

A prova em questão abrangeu 43 participantes não treinados, dos quais 49 % do género feminino e 51 % do género masculino, com idades compreendidas entre os 19 e os 37 anos. No que diz respeito à profissão dos inquiridos, tendo sido a prova realizada numa instituição do ensino superior, a maioria são estudantes (70 %), seguidos de investigadores e também docentes pertencentes à mesma instituição.

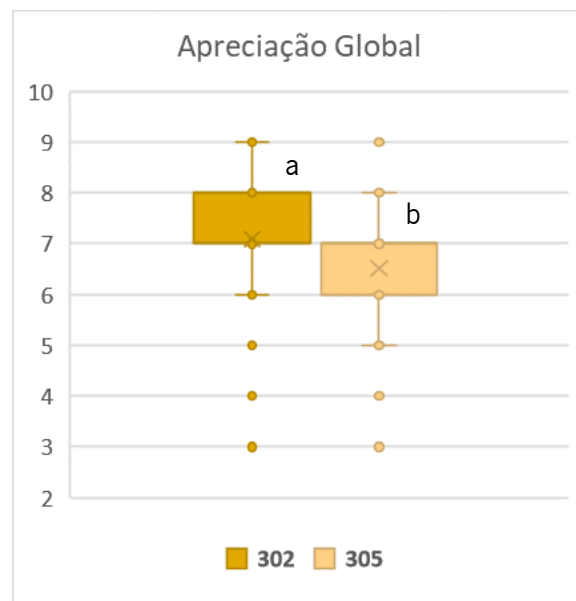
Dos inquiridos, 81 % não apresentavam intolerâncias/alergias alimentares e 19 % apresentavam intolerâncias alimentares, em específico, à lactose (14 %) e ao glúten (2 %).

Primeiramente foram calculados as médias e os desvios-padrão para cada uma das amostras e respectivos atributos avaliados ao longo do teste (Tabelas 4, 5 e 6) e obtiveram-se os dados ilustrados nos gráficos-radar (Figuras 13, 16 e 19) relativos a todos os atributos (Sabor, Textura na Boca, Cor, Aroma e Aspeto) à exceção da Avaliação Global, representada à parte, em gráficos Caixa de Bigodes (Figuras 12, 15 e 18).

Por fim, são apresentados os gráficos circulares relativos à preferência dos inquiridos, entre a o produto atual e o desenvolvido, para cada um dos 3 sabores (Figuras 14, 17 e 20).

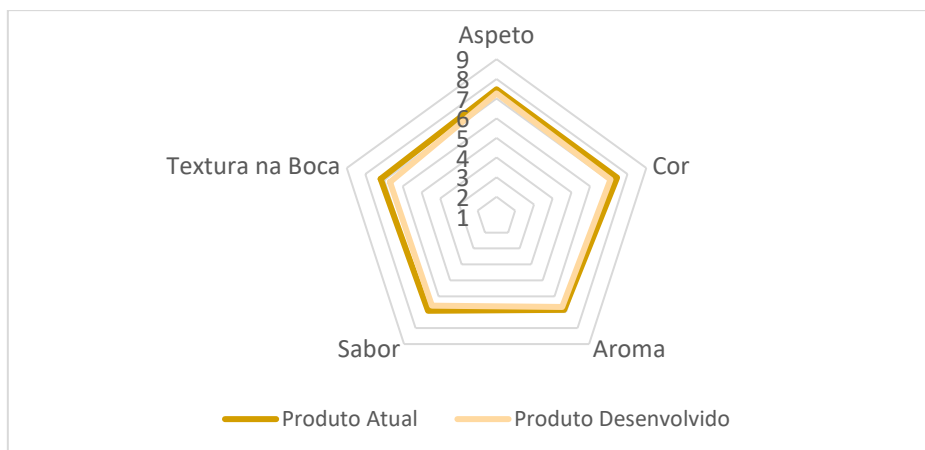
De modo a confirmar se as amostras apresentam ou não diferenças significativas para todos os atributos, os resultados obtidos foram submetidos a uma análise estatística recorrendo ao software *Graph Pad Prism 8* para o teste de aceitação e IBM SPSS Statistics para o teste de preferência, como já mencionado anteriormente (Anexos 1, 2 e 3).

### Muffins Simples:



**Figura 12** – Avaliações da aceitação global das duas formulações (Muffins Simples) de acordo com o teste de Wilcoxon, com um nível de significância de 95 %.

Relativamente à apreciação global, o produto atual (Amostra 302) é significativamente diferente ( $p\text{-value} \leq 0,05$ ) do produto desenvolvido (Amostra 305), com uma média e desvio padrão de  $7,09 \pm 1,361$  e  $6,51 \pm 1,264$ , respetivamente.



**Figura 13** – Perfil sensorial das médias das classificações atribuídas a cada atributo para o produto desenvolvido e para o produto concorrente.

Na Figura 13, é possível observar num gráfico-radar feito a partir do valor das médias, apresentadas na Tabela 4, os cinco atributos diferentes estudados e classificados – Aspeto, Cor, Aroma, Textura na boca e Sabor – do produto atual (Amostra 302) e do produto desenvolvido (Amostra 305), dos Muffins de Sabor Simples. Através da proximidade das linhas de duas cores (ver legenda do gráfico), é possível, visualmente, verificar a proximidade dos valores entre as duas amostras.

**Tabela 4** – Médias e Desvios Padrão obtidos para os vários atributos sensoriais avaliados dos Muffins Simples

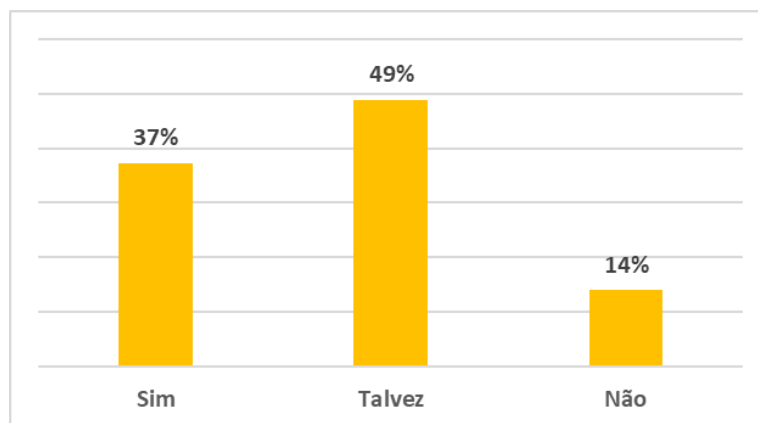
<u>Atributos</u>	<u>Produto Atual</u>	<u>Produto Desenvolvido</u>
Apreciação Global	7,09 ± 1,361	6,51 ± 1,264
Aspeto	7,47 ± 1,264	7,26 ± 1,480
Cor	7,44 ± 1,147	7,09 ± 1,216
Aroma	6,84 ± 1,627	6,67 ± 1,376
Sabor	6,91 ± 1,378	6,58 ± 1,316
Textura na Boca	7,19 ± 1,314	6,69 ± 1,626

Todos os valores médios das classificações obtidas para cada atributo, estão dentro do intervalo de 6 a 8 valores que correspondem, na escala hedónica utilizada, a “Gosto Ligeiramente” e “Gosto Muito”, respetivamente.

Para cada atributo, o produto atual obteve valores ligeiramente superiores e, através da análise estatística, confirmou-se serem significativamente diferentes ( $p\text{-value} \leq 0,05$ ) em relação ao produto desenvolvido.

Foi ainda questionado aos participantes se estariam dispostos a comprar o produto desenvolvido, se o mesmo estivesse a um preço conveniente (Figura 14).



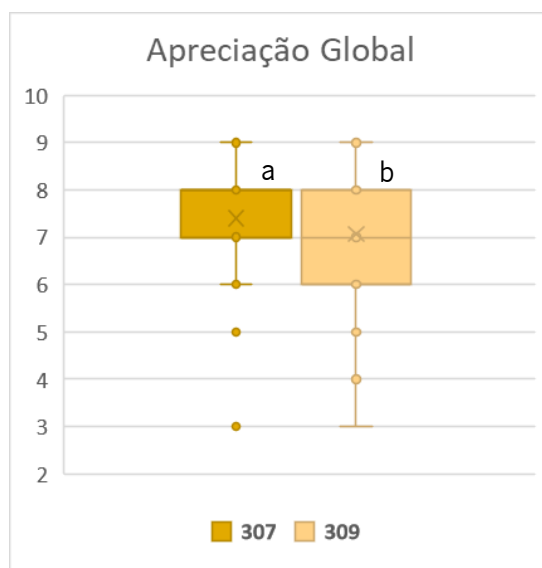


**Figura 14** – Resultados obtidos para Intenção de compra do produto desenvolvido (Amostra 305).

Através da Figura 14 é possível afirmar que a maioria dos participantes (49 %) responderam que “Talvez” comprariam o produto desenvolvido, seguindo-se a resposta “Sim” de 16 dos inquiridos (37 %) e por fim “Não” para a minoria, correspondente a 6 dos participantes (14 %).

Estes resultados demonstram que o produto desenvolvido pode vir a ter um bom potencial no mercado, caso o mesmo venha a ser comercializado, no entanto, devem ser feitas melhorias de forma a cativar mais consumidores a comprar o produto desenvolvido (Amostra 305).

### Muffins Chocolate:



**Figura 15** – Avaliações da aceitação global das duas formulações (Muffins Chocolate) de acordo com o teste de Wilcoxon, com um nível de significância de 95 %.

Relativamente à apreciação global, o produto atual (Amostra 307) é significativamente diferente ( $p\text{-value} \leq 0,05$ ) do produto desenvolvido (Amostra 309), com uma média e desvio padrão de  $7,40 \pm 1,124$  e  $7,07 \pm 1,354$ , respetivamente.



**Figura 16** – Perfil sensorial das médias das classificações atribuídas a cada atributo para o produto desenvolvido e para o produto concorrente.

Na Figura 16, é possível observar num gráfico-radar feito a partir do valor das médias, apresentadas na Tabela 5, os cinco atributos diferentes estudados e classificados – Aspecto, Cor, Aroma, Textura na boca e Sabor – do produto atual (Amostra 307) e do produto desenvolvido (Amostra 309), dos Muffins de Sabor Chocolate. Através da proximidade das linhas de duas cores (ver legenda do gráfico), é possível, visualmente, verificar a proximidade dos valores entre as duas amostras.

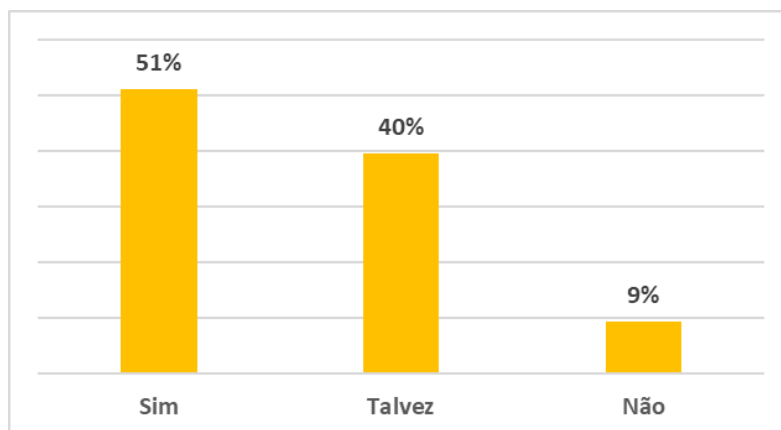
**Tabela 5** – Médias e Desvios Padrão obtidos para os vários atributos sensoriais avaliados dos Muffins de Chocolate

<u>Atributos</u>	<u>Produto Atual</u>	<u>Produto Desenvolvido</u>
Apreciação Global	7,40 ± 1,124	7,07 ± 1,354
Aspecto	7,65 ± 1,310	7,79 ± 1,268
Cor	7,70 ± 1,267	7,84 ± 1,219
Aroma	6,95 ± 1,539	7,09 ± 1,254
Sabor	7,19 ± 1,167	6,91 ± 1,361
Textura na Boca	7,17 ± 1,213	6,71 ± 1,501

Todos os valores médios das classificações obtidas para cada atributo, estão dentro do intervalo de 6 a 8 valores que correspondem, na escala hedónica utilizada, a “Gosto Ligeiramente” e “Gosto Muito”, respetivamente.

Para cada atributo, o produto atual obteve valores similares ao produto desenvolvido, e no entanto, através da análise estatística, confirmou-se serem significativamente diferentes ( $p\text{-value} \leq 0,05$ ).

Foi ainda questionado aos participantes se estariam dispostos a comprar o produto desenvolvido, se o mesmo estivesse a um preço conveniente (Figura 17).

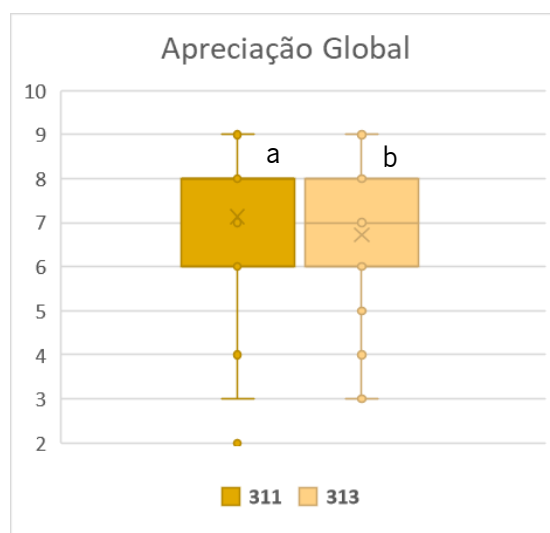


**Figura 17** – Resultados obtidos para Intenção de compra do produto desenvolvido (Amostra 309).

Através do gráfico de barras, representado na Figura 17, é possível afirmar que a maioria dos participantes (51 %) responderam que “Sim” comprariam o produto desenvolvido, seguindo-se a resposta “Talvez” de 17 dos inquiridos (40 %) e por fim “Não” para a minoria, correspondente a 4 dos participantes (9 %).

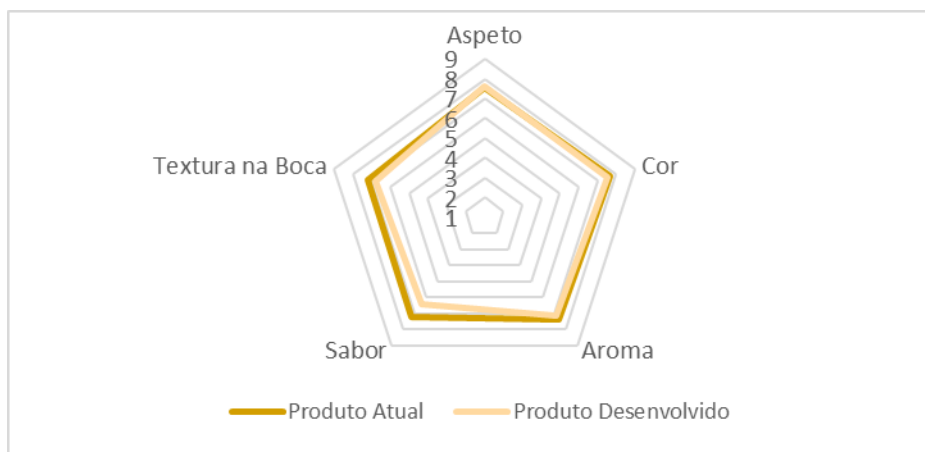
Estes resultados demonstram que o produto desenvolvido pode vir a ter um bom potencial no mercado, caso o mesmo venha a ser comercializado, no entanto, devem ser feitas melhorias de forma a cativar mais consumidores a comprar o produto desenvolvido (Amostra 309).

- **Muffins Limão e Papoila**



**Figura 18** – Avaliações da aceitação global das duas formulações (Limão e Papoila) de acordo com o teste de Wilcoxon, com um nível de significância de 95 %.

Relativamente à apreciação global, o produto atual (Amostra 307) é significativamente diferente ( $p\text{-value} \leq 0,05$ ) do produto desenvolvido (Amostra 309), com uma média e desvio padrão de  $7,14 \pm 1,692$  e  $6,72 \pm 1,674$ , respetivamente.



**Figura 19** – Perfil sensorial das médias das classificações atribuídas a cada atributo para o produto desenvolvido e para o produto concorrente.

Na Figura 19, é possível observar num gráfico-radar feito a partir do valor das médias, apresentadas na Tabela 6, os cinco atributos diferentes estudados e classificados – Aspecto, Cor, Aroma, Textura na boca e Sabor – do produto atual (Amostra 307) e do produto desenvolvido (Amostra 309), dos Muffins de Sabor Chocolate. Através da proximidade das linhas de duas cores (ver legenda do gráfico), é possível, visualmente, verificar as a proximidade dos valores entre as duas amostras.

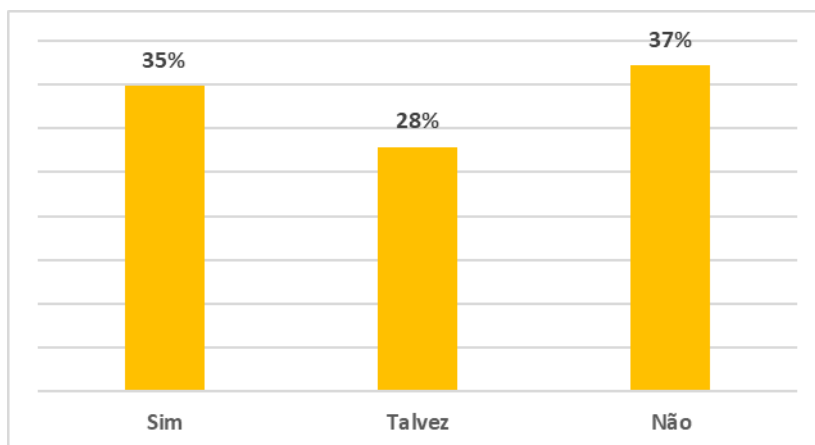
**Tabela 6** – Médias e Desvios Padrão obtidos para os vários atributos sensoriais avaliados dos Muffins de Limão e Papoila

<u>Atributos</u>	<u>Produto Atual</u>	<u>Produto Desenvolvido</u>
Apreciação Global	7,14 ± 1,692	6,72 ± 1,674
Aspecto	7,58 ± 1,243	7,60 ± 1,184
Cor	7,67 ± 1,072	7,53 ± 1,227
Aroma	7,37 ± 1,525	7,16 ± 1,160
Sabor	7,23 ± 1,395	6,44 ± 1,661
Textura na Boca	7,19 ± 1,776	6,81 ± 1,500

Todos os valores médios das classificações obtidas para cada atributo, estão dentro do intervalo de 6 a 8 valores que correspondem, na escala hedónica utilizada, a “Gosto Ligeiramente” e “Gosto Muito”, respetivamente.

Para cada atributo, à exceção do aspeto, o produto atual obteve valores ligeiramente superiores e através da análise estatística, confirmou-se serem significativamente diferentes ( $p\text{-value} \leq 0,05$ ), em relação ao produto desenvolvido.

Foi ainda questionado aos participantes se estariam dispostos a comprar o produto desenvolvido, se o mesmo estivesse a um preço conveniente (Figura 20).

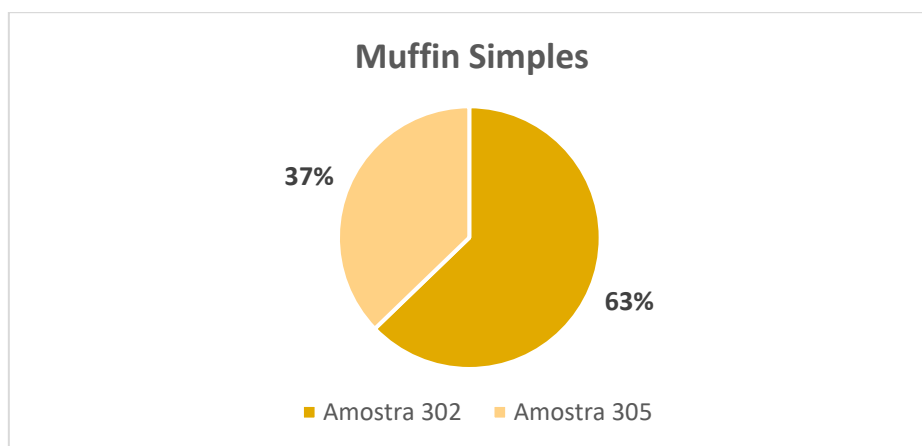


**Figura 20** – Resultados obtidos para Intenção de compra do produto desenvolvido (Amostra 313).

Através do gráfico de barras, representado na Figura 20, é possível afirmar que a maioria dos participantes (37 %) responderam que “Não” comprariam o produto desenvolvido, seguindo-se a resposta “Sim” de 15 dos inquiridos (35 %) e por fim “Talvez” para a minoria, correspondente a 12 dos participantes (28 %).

Estes resultados demonstram que o produto desenvolvido pode não vir a ter um bom potencial no mercado, caso o mesmo venha a ser comercializado, sendo que devem ser feitas melhorias de forma a cativar mais consumidores a comprar o produto desenvolvido (Amostra 313).

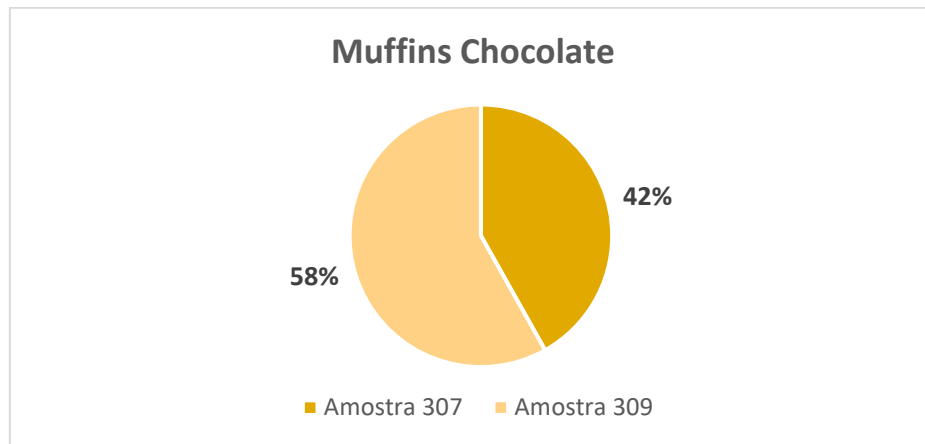
No preenchimento do inquérito, foi também questionada a preferência dos provadores, dentro de cada um dos sabores (Simples, Chocolate e Limão & Papoila), entre a amostra do produto atual e do produto desenvolvido.



**Figura 21** – Resultados obtidos no teste de preferência entre o produto atual (amostra 302) e o produto desenvolvido (amostra 305).

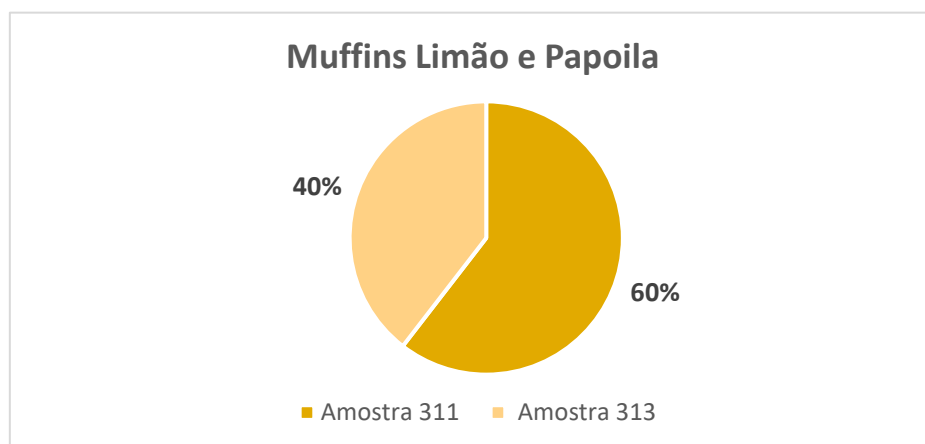
Como é possível observar no gráfico circular, presente na Figura 21, relativamente aos Muffins Simples, 37% dos 43 inquiridos, correspondente a 16 indivíduos (minoridade), preferiram a amostra do

produto desenvolvido (Amostra 305) e 63%, correspondente a 27 indivíduos, preferiram a amostra do produto atual (Amostra 302).



**Figura 22** – Resultados obtidos no teste de preferência entre o produto atual (amostra 307) e o produto desenvolvido (amostra 309).

Já no gráfico circular, presente na Figura 23, e sendo este o único sabor em que o preferencial da maioria é o produto desenvolvido, observa-se que relativamente aos Muffins de Chocolate, 58% dos 43 inquiridos, correspondente a 25 indivíduos, preferiram a amostra do produto desenvolvido (Amostra 309) e 42%, correspondente a 18 indivíduos, preferiram a amostra do produto atual (Amostra 307).



**Figura 23** – Resultados obtidos no teste de preferência entre o produto atual (amostra 311) e o produto desenvolvido (amostra 313).

Finalmente, como é possível observar no gráfico circular, presente na Figura 23, quanto aos Muffins de Limão e Papoila, 40% dos 43 inquiridos, correspondente a 17 indivíduos, preferiram a amostra do produto desenvolvido (Amostra 313) e 60%, correspondente a 26 indivíduos, preferiram a amostra do produto atual (Amostra 311).

Os dados obtidos neste teste de preferência, foram sujeitos a um Teste Binomial, como referido no capítulo 3.4.4. no qual foi possível confirmar que a percentagem da preferência do produto desenvolvido não apresenta diferenças significativas relativamente ao produto concorrente, apesar de se

evidenciar uma maior percentagem de preferência para o produto atual, à exceção do sabor Chocolate, onde houve uma maior percentagem de preferência para o produto desenvolvido.

### 4.3. Texturómetro

#### 4.3.1. Teste de Penetração

A dureza e o trabalho de penetração são dois parâmetros frequentemente relacionados, quando é realizado um teste de penetração num Texturómetro. Tal como explicado no subcapítulo 2.9., a dureza é uma medida da resistência que o material, neste caso, alimento oferece à penetração, enquanto o trabalho de penetração se relaciona com a quantidade de energia necessária para efetuar a penetração.

O trabalho de penetração é diretamente afetado pela dureza do material, pois quanto mais dura for a amostra a analisar, mais energia é necessária para penetrá-la ou perfurá-la.

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados dos cálculos das médias e os desvios-padrão para cada uma das amostras (produto atual e produto desenvolvido) de cada um dos sabores (Neutro, Sementes e Artesanal), obtidos através do software inteligente Exponent Connect.

**Tabela 7** – Médias e Desvios Padrão dos produtos de Pão atuais e desenvolvidos em relação aos parâmetros calculados no teste de penetração.

<u>Parâmetros:</u>	<b>Neutro Desenvolvido</b>	<b>Neutro Atual</b>	<b>Sementes Desenvolvido</b>	<b>Sementes Atual</b>	<b>Artesanal Desenvolvido</b>	<b>Artesanal Atual</b>
<b>Dureza (g)</b>	447,59 ± 79,20	256,35 ± 21,03	467,33 ± 126,31	337,09 ± 88,34	328,62 ± 47,42	331,90 ± 82,95
<b>Trabalho de Penetração (g.sec)</b>	2293,10 ± 970,62	1127,51 ± 360,28	2352,81 ± 736,99	1686,85 ± 543,35	1779,57 ± 438,97	1993,72 ± 641,13

Assim, relacionando os dados da Tabela 7, dentro do mesmo tipo de pão, conseguimos concluir que:

A amostra correspondente à formulação atual do pão Neutro, apresenta uma dureza consideravelmente menor (256,35 g) quando comparado à formulação desenvolvida (447,59 g). Esta diminuição na dureza é consistentemente refletida no trabalho de penetração, que é quase metade para o “Neutro Atual” (1127,51 g.sec) em comparação ao “Neutro Desenvolvido” (2293,10 g.sec). Isto sugere que a amostra correspondente à formulação atual é mais macia e requer menos energia para penetração da sonda.

Quanto à amostra da formulação do pão de Sementes, a amostra da formulação atual tem uma dureza ligeiramente inferior (337,09 g) em comparação com a da desenvolvida (467,33 g). Esta tendência é também evidenciada no trabalho de penetração, sendo o valor para "Sementes Atual" (1686,85 g.sec) menor que o de "Sementes Desenvolvido" (2352,81 g.sec). Isto indica que a formulação atual torna o pão de "Sementes" um pouco mais macio e fácil de penetrar.

Por último, ao comparar o "Artesanal Desenvolvido" com o "Artesanal Atual", os valores de dureza são bastante próximos, sendo 328,62 g para a amostra da formulação desenvolvida e 331,90 g para a amostra da atual. No entanto, ao observar o trabalho de penetração, o "Artesanal Atual" (1993,72 g.sec) exige um pouco mais de energia do que o "Artesanal Desenvolvido" (1779,57 g.sec). Este resultado revela-se interessante e questionável, pois mesmo com durezas semelhantes, o "Artesanal Atual" requer mais energia para o trabalho de penetração.

Através da análise estatística realizada para este teste, foi possível confirmar que: entre as formulações "Neutro" e "Neutro F", constatou-se que, enquanto na Dureza não se observam diferenças significativas ( $p \text{ value} > 0,05$ ), no Trabalho de Penetração as diferenças são, de facto, significativas ( $p \text{ value} \leq 0,05$ ). Por outro lado, ao compararmos "Sementes" com "Sementes F", não se identificam diferenças significativas em nenhum dos dois parâmetros avaliados. O mesmo acontece na comparação entre "Artesanal" e "Artesanal F".

Em resumo, estas comparações indicam que a composição das formulações atuais da empresa, para os três tipos de pão (linha sem glúten), tende a apresentar uma menor resistência em termos de cõdea do pão, devido aos seus valores de Dureza e Trabalho de Penetração inferiores, em relação aos pães da formulação desenvolvida ao longo do projeto.

#### 4.3.2. Análise do Perfil de Textura

- **Muffins**

**Tabela 8** – Médias e Desvios Padrão dos produtos de Muffins atuais e desenvolvidos em relação aos parâmetros calculados no teste de Análise de Perfil Textural

Parâmetros:	<b>Simples</b>	<b>Simples F</b>	<b>Chocolate</b>	<b>Chocolate F</b>	<b>Limão e P.</b>	<b>Limão e P. F</b>
<b>Dureza (kg)</b>	10,39 ± 1,33	10,92 ± 1,31	10,33 ± 0,73	10,72 ± 1,04	10,19 ± 2,47	7,50 ± 2,22
<b>Adesividade (kg.s)</b>	-5,64 ± 3,92	-13,07 ± 2,75	-18,01 ± 6,86	-4,66 ± 2,97	-16,27 ± 15,01	-9,97 ± 5,81
<b>Resiliência %</b>	16,24 ± 1,69	19,46 ± 1,25	14,63 ± 0,97	21,88 ± 1,20	13,32 ± 2,21	19,05 ± 2,08
<b>Coesão</b>	0,49 ± 0,01	0,53 ± 0,02	0,50 ± 0,01	0,58 ± 0,02	0,47 ± 0,03	0,54 ± 0,03



<b>Viscosidade</b>	72,29 ± 6,38	72,04 ± 3,05	75,63 ± 2,50	82,50 ± 1,45	68,30 ± 5,96	70,46 ± 6,66
<b>Gomosidade</b>	5,06 ± 0,74	5,78 ± 0,85	5,18 ± 0,41	6,25 ± 0,67	4,84 ± 1,33	4,03 ± 1,29
<b>Mastigabilidade</b>	3,68 ± 0,76	4,18 ± 0,78	3,92 ± 0,36	5,15 ± 0,56	3,29 ± 0,94	2,85 ± 0,95

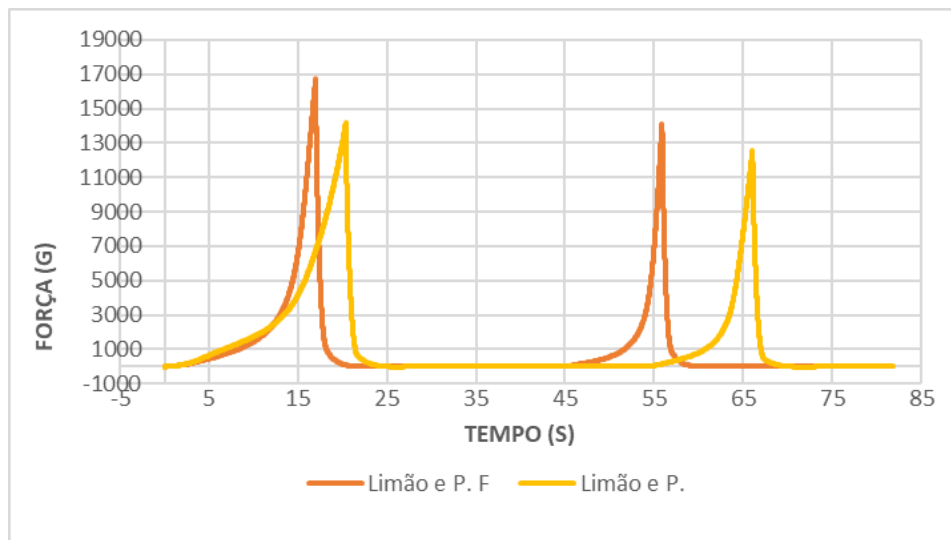
Através da análise dos dados fornecidos na Tabela 9, foi possível observar variações significativas entre as formulações atual e a desenvolvida, denotada pela sigla "F" no final, em três sabores distintos: Simples, Chocolate e Limão & Papoila.

No sabor Simples, a formulação atual apresenta uma dureza ligeiramente superior à formulação desenvolvida. Isto sugere que a primeira é um pouco mais firme ou rígida. Por outro lado, a adesividade da formulação desenvolvida é mais pronunciada, indicando uma maior tendência para aderir a superfícies, neste caso, os dentes. Em termos de resiliência, a formulação desenvolvida mostra uma capacidade superior para recuperar sua forma original após ser deformada. Relativamente à coesão e viscosidade, ambas as formulações apresentam valores semelhantes. No entanto, a formulação desenvolvida destaca-se por ser ligeiramente mais gomosa, o que, em conjunto com uma maior mastigabilidade, sugere uma possível melhor aceitação sensorial.

A análise às propriedades do sabor Chocolate revela que a formulação desenvolvida é ligeiramente mais dura do que a formulação atual. Adicionalmente, esta formulação desenvolvida mostra uma maior adesividade, resiliência, coesão e viscosidade, sugerindo uma experiência sensorial distinta. Contudo, apesar da sua maior gomosidade, ambas as formulações apresentam uma mastigabilidade quase idêntica.

Finalmente, ao considerar o sabor Limão e Papoila, observa-se que a formulação desenvolvida é significativamente menos dura que a atual. A sua adesividade é também menor, o que pode traduzir-se numa menor tendência para aderir a superfícies. Em termos de resiliência, coesão e viscosidade, a formulação desenvolvida apresenta valores ligeiramente superiores, ao passo que é menos gomosa e tem menor mastigabilidade.

Em suma, as alterações introduzidas na formulação desenvolvida, em comparação com a atual, manifestam-se de formas variadas nos diferentes sabores analisados.



**Figura 24** – Gráfico da Análise do Perfil Textural dos Muffins de Limão e Papoila (atuais e desenvolvidos).

Na figura 24, podemos observar a representação das forças (força equivalente a um peso em gramas em função do tempo em segundos) para as duas amostras de Muffins de Limão e Papoila, da formulação desenvolvida (representado pela linha laranja) e da formulação atual (representado pela linha amarela).

Ambas as linhas seguem um padrão similar, sugerindo características parecidas entre os dois tipos de Muffin. No entanto, a linha "Limão e P.F." atinge valores mais altos nos picos quando comparada à linha "Limão e P.". Além disso, entre os picos, a linha "Limão e P.F." mantém uma força ligeiramente mais elevada. Em resumo, o muffin "Limão e P.F." apresenta valores de força geralmente superiores ao muffin "Limão e P." ao longo da análise.

Com base nos resultados da análise estatística executada para este teste, é possível afirmar que: Para os muffins de Chocolate, verificou-se a existência de diferenças significativas entre as duas amostras (desenvolvido e atual) para os parâmetros de adesividade, resiliência e viscosidade ( $p \text{ value} \leq 0,05$ ). No entanto, não se registaram diferenças significativas em relação à dureza, coesão, gomosidade e mastigabilidade ( $p \text{ value} > 0,05$ ).

Relativamente aos muffins Simples da formulação atual e da desenvolvida, não houve evidências de diferenças significativas em nenhum dos parâmetros analisados – dureza, resiliência, coesão, viscosidade, gomosidade e mastigabilidade, à exceção da adesividade onde se verificaram diferenças significativas entre as duas amostras.

Por fim, o sabor de Limão e Papoila não evidenciou diferenças significativas em nenhum dos parâmetros analisados, incluindo dureza, adesividade, resiliência, coesão, viscosidade, gomosidade e mastigabilidade, entre as duas amostras – formulação atual e formulação desenvolvida.

Todas estas variações texturais são de extrema relevância, pois podem influenciar a percepção e aceitabilidade do produto pelo consumidor. A escolha entre a formulação atual e a desenvolvida dependerá, em última análise, das preferências individuais do consumidor, e do equilíbrio entre as diferentes propriedades que cada formulação oferece. Nesta análise ressalta a importância de uma avaliação aprofundada para otimizar as formulações, e dessa forma atender às expectativas do consumidor no complexo e desafiador processo, que é o desenvolvimento de novos produtos alimentares.

- **Pães**

**Tabela 9** – Médias e Desvios Padrão dos produtos de Pães atuais e desenvolvidos em relação aos parâmetros calculados no teste de Análise de Perfil Textural

Parâmetros:	<b>Neutro</b>	<b>Neutro F</b>	<b>Sementes</b>	<b>Sementes F</b>	<b>Artesanal</b>	<b>Artesanal F</b>
<b>Dureza (g)</b>	11,13 ± 0,72	10,16 ± 1,47	10,15 ± 1,56	10,59 ± 0,70	8,85 ± 1,98	9,79 ± 1,52
<b>Adesividade (g.s)</b>	-0,47 ± 0,65	-0,49 ± 1,18	-1,96 ± 2,17	-19,77 ± 32,11	-0,84 ± 0,49	-2,79 ± 4,21
<b>Resiliência %</b>	23,43 ± 0,95	22,48 ± 0,40	22,66 ± 0,84	19,76 ± 0,58	23,06 ± 1,01	27,85 ± 3,08
<b>Coesão</b>	0,64 ± 0,02	0,59 ± 0,01	0,61 ± 0,02	0,52 ± 0,02	0,63 ± 0,02	0,66 ± 0,03
<b>Viscosidade %</b>	71,68 ± 5,56	42,61 ± 2,84	62,30 ± 4,31	40,15 ± 5,52	70,01 ± 9,25	36,05 ± 3,54
<b>Gomosidade</b>	7,08 ± 0,38	6,03 ± 0,84	6,18 ± 1,11	5,51 ± 0,41	5,59 ± 1,21	6,41 ± 0,88
<b>Mastigabilidade</b>	5,09 ± 0,61	2,58 ± 0,51	3,84 ± 0,71	2,20 ± 0,18	3,98 ± 1,25	2,30 ± 0,31

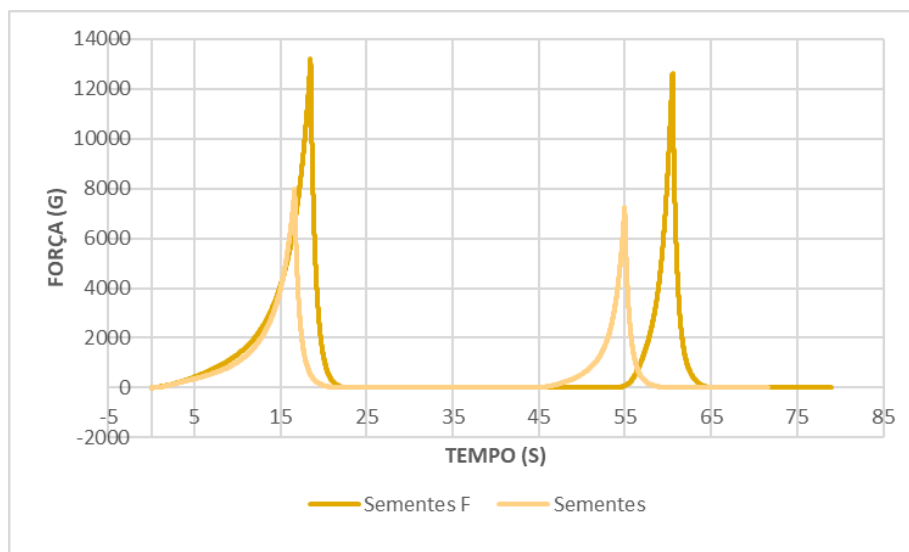
Através da análise dos dados fornecidos na Tabela 8, foi possível observar variações significativas entre as formulações atual e a desenvolvida, denotada pela sigla "F" no final, em três sabores distintos: Neutro, Sementes e Artesanal.

Em relação ao sabor Neutro, observou-se que a formulação desenvolvida (Neutro F) exibe uma ligeira diminuição na dureza quando comparada à formulação atual. Esta alteração pode indicar uma tendência à suavidade na textura do produto. A adesividade do Neutro F mostrou um pequeno aumento, que sugere uma maior capacidade de aderência a superfícies, como os dentes. No que concerne à resiliência e coesão, ambas apresentaram uma diminuição ligeira na formulação desenvolvida, sugerindo

uma menor capacidade de o alimento recuperar a sua forma original após ser deformado e dos componentes de permanecerem unidos como uma única massa. A viscosidade, gomosidade e mastigabilidade da amostra da formulação desenvolvida, também diminuíram, refletindo uma formulação menos espessa, menos trabalhosa de mastigar e, possivelmente, mais fácil de ingerir.

Quanto ao sabor Sementes, a formulação desenvolvida (Sementes F), demonstrou uma ligeira diminuição na dureza e adesividade, sugerindo uma textura menos firme e menos pegajosa. Em termos de resiliência, a formulação desenvolvida manteve-se semelhante à atual. Contudo, a coesão, viscosidade, gomosidade e mastigabilidade no produto desenvolvido, exibiram decréscimos variados, apontando para um produto com componentes menos unidos e, possivelmente, de mais fácil consumo.

Por fim, no sabor Artesanal, a amostra da formulação desenvolvida (Artesanal F) revelou-se mais dura que a sua contraparte atual. A adesividade, apesar de ser inferior, manteve uma diferença não tão pronunciada. No entanto, o Artesanal F mostrou um aumento na resiliência, indicando maior elasticidade, e uma ligeira melhoria na coesão. A viscosidade e gomosidade foram substancialmente reduzidas na formulação desenvolvida, enquanto a mastigabilidade exibiu uma ligeira diminuição.



**Figura 25** – Gráfico da Análise do Perfil Textural dos Pães de Sementes (atuais e desenvolvidos).

Na figura 25, podemos observar a representação das forças (gramas) em função do tempo (segundos) para as duas amostras de Pães de Sementes, da formulação desenvolvida (representado pela linha laranja) e da formulação atual (representado pela linha amarela).

Ambas as linhas seguem um padrão similar durante o período de teste, sugerindo características parecidas entre os dois tipos de Pão. No entanto, a linha "Sementes F." atinge valores mais altos nos

picos quando comparada à linha "Sementes.". Em resumo, o pão de Sementes da formulação desenvolvida, apresenta valores de força geralmente superiores ao pão da formulação atual, ao longo da análise.

Ao avaliar as propriedades texturais das formulações Neutro, Sementes e Artesanal, observou-se que, entre a formulação atual e a formulação desenvolvida, não existem diferenças significativas em termos de Dureza, Adesividade, Resiliência, Coesão, Gomosidade e Mastigabilidade ( $p$  value > 0,05).

No entanto, quando analisado parâmetro da Viscosidade, este apresentou diferenças significativas entre as duas tipologias de formulação. Portanto, apesar da maioria das propriedades apresentar comportamento similar entre as formulações, a Viscosidade destaca-se como a única característica com variação relevante os Pães da formulação atual e os da desenvolvida.

Concluindo, as alterações nas propriedades texturais entre as formulações atuais e desenvolvidas em cada sabor podem influenciar de forma significativa a percepção e aceitação destes produtos pelo consumidor. Tais diferenças destacam a importância de avaliações sensoriais subsequentes para determinar a viabilidade e aceitabilidade destas novas formulações no mercado.

## 5. Conclusão

Ao longo do trabalho realizado no âmbito do estágio curricular na Germen, foi possível realizar o desenvolvimento de novos produtos no contexto free from e clean label, no seguimento do pedido de um cliente da referida empresa, de modo a satisfazer as necessidades dos seus consumidores. Deste modo, o principal objetivo foi desenvolver 2 tipos de preparado free from, que cumprissem, não só com os requisitos estabelecidos, como também fossem aceites a nível organolético e nutricional.

No decorrer deste estágio foram desenvolvidas e testadas diversas formulações até chegar a um protótipo final, de acordo com os requisitos exigidos, para Pães e Muffins Free from, cada um com três sabores distintos. Após a aprovação interna, foi realizada uma análise sensorial através da qual se compararam os produtos feitos a partir da formulação desenvolvida, com os produtos feitos a partir da formulação atual, de modo a compreender a aceitação dos produtos desenvolvidos face aos atuais. Adicionalmente, foram realizadas análises nutricionais analíticas para confirmar que os produtos desenvolvidos cumprem com os teores legais exigidos, assim como testes complementares (análise do perfil textural e teste de penetração).

Tanto no processo dos muffins como no dos pães, foi possível atingir os requisitos do cliente: a redução de 10% de açúcar, 5% de sal e a eliminação de aditivos específicos na composição das formulações, de modo a obter um produto clean label. Tudo isto implicou a realização de vários testes em laboratório e padaria, e ajustes nas quantidades dos ingredientes – neste caso, ao retirar açúcar, sal e aditivos, foi necessário perfazer o volume com ingredientes base como a farinha de arroz e o amido.

Dentro dos 2 tipos de produto, apenas os muffins foram aprovados internamente e analisados a nível sensorial. Nesta análise, foi possível a obtenção de uma classificação satisfatória para o produto desenvolvido, sendo que os resultados obtidos variam entre 6 e 8 valores numa escala hedónica de 9 pontos, semelhante aos muffins atuais. No entanto, o produto atual obteve valores ligeiramente superiores e a análise estatística evidenciou diferenças significativas entre as formulações atuais e as desenvolvidas. Esta análise foi realizada para todos os atributos e sabores – Simples, Chocolate e Limão & Papoila.

Como consequência das modificações realizadas, a variação (aumento) das quantidades de farinha de arroz e amido (ingredientes utilizados para perfazer os volumes) poderá justificar a menor aceitação dos Muffins das formulações desenvolvidas. Isto porque, além da ausência das características

asseguradas pelos aditivos, uma quantidade superior de farinha de arroz irá fazer-se sentir em termos de textura (mais granulosa na boca e maior percepção dos grãos de farinha ao mastigar os muffins).

Quanto aos resultados obtidos no teste de preferência, apesar de apresentarem uma maior percentagem para o produto atual, também foram estatisticamente semelhantes. Relativamente ao teste de penetração realizado para os pães, foi possível perceber que a relação entre os dois parâmetros analisados é diretamente proporcional. Apesar de estatisticamente não haver diferenças entre amostras, a composição das formulações atuais para os 3 tipos de pão (linha sem glúten) tende a apresentar menor resistência em termos de cõdea do pão, devido aos seus valores de Dureza e Trabalho de Penetração inferiores, comparando com os pães desenvolvidos ao longo do projeto.

No que se refere à análise de perfil de textura dos Muffins, no sabor Simples, a formulação atual é ligeiramente mais dura, enquanto a desenvolvida tem maior adesividade e resiliência, com valores similares nos parâmetros de coesão e viscosidade, bem como uma sensação mais gomosa. No sabor Chocolate, a formulação desenvolvida é mais dura, embora a mastigabilidade seja similar entre ambas as formulações. Para o sabor Limão e Papoila, a formulação desenvolvida é menos dura e adesiva, mas com maior resiliência, coesão e viscosidade, sendo menos gomosa e com menor mastigabilidade.

Em suma, as alterações introduzidas na formulação desenvolvida manifestam-se de formas variadas nos diferentes sabores.

Nos pães com sabor Neutro, a formulação desenvolvida demonstrou uma redução na dureza e nas propriedades de todos os parâmetros, indicando uma textura mais suave e menos espessa, à exceção da adesividade que aumentou ligeiramente. Para o sabor Sementes, a formulação desenvolvida tinha uma textura menos firme e pegajosa, com reduções em dureza, adesividade, coesão, viscosidade, gomosidade e mastigabilidade, mantendo a resiliência similar à atual. No sabor Artesanal, a formulação desenvolvida era mais rígida, com uma adesividade reduzida e maior resiliência. As propriedades de viscosidade e gomosidade decresceram substancialmente, enquanto a mastigabilidade teve uma diminuição sutil.

Em conclusão, as formulações desenvolvidas para os diferentes sabores apresentam variações distintas nas propriedades texturais, refletindo adaptações específicas que influenciam a experiência sensorial e a facilidade de consumo dos produtos.

## Referências bibliográficas

- [1] Parlamento Europeu; Conselho da União Europeia, “REGULAMENTO DE EXECUÇÃO (UE) N.º 828/2014 DA COMISSÃO de 30 de julho de 2014 relativo aos requisitos de prestação de informações aos consumidores sobre a ausência ou a presença reduzida de glúten nos géneros alimentícios,” *J. Of. da União Eur.*, vol. 2014, p. L228/5-L228/8, 2014.
- [2] Germen - Maogem de Cereais S.A., “Manual de Acolhimento - Germen S.A.,” 2023.
- [3] Germen - Maogem de Cereais S.A., “Manual da Empresa. Germen - Moagem de Cereais S.A.,” 2022.
- [4] P. R. Shewry, “Wheat,” *J. Exp. Bot.*, vol. 60, no. 6, pp. 1537–1553, 2009.
- [5] G. Caio *et al.*, “Celiac disease: A comprehensive current review,” *BMC Med.*, vol. 17, no. 1, pp. 1–20, 2019.
- [6] J. R. Biesiekierski, “What is gluten?,” *J. Gastroenterol. Hepatol.*, vol. 32, pp. 78–81, 2017.
- [7] M. P. H. Alessio Fasano, M.D., and Carlo Catassi, M.D., “( Celiac Disease ) Celiac Disease,” *New Engl. Med. J.*, vol. 94, no. 12, pp. 1–3, 2012.
- [8] APC, “APC - Associação para Celiacos.” [Online]. Available: <https://www.celiacos.org.pt/>.
- [9] Parlamento Europeu; Conselho da União Europeia, “Regulamento (UE) N.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Outubro de 2011 relativo à prestação de informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios, que altera os Regulamentos (CE) n.º 1924/2006 e (CE) n.º 1925/2006 do Parlamento,” *J. Of. da União Eur.*, vol. L 304, pp. 18–63, 2011.
- [10] R. A. Forsgård, “Lactose digestion in humans: Intestinal lactase appears to be constitutive whereas the colonic microbiome is adaptable,” *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 110, no. 2, pp. 273–279, 2019.
- [11] B. K. Ballmer-Weber and S. Vieths, “Soy allergy in perspective,” *Curr. Opin. Allergy Clin. Immunol.*, vol. 8, no. 3, pp. 270–275, 2008.
- [12] M. Mozzon, R. Foligni, and U. Tylewicz, “Chemical Characteristics and Nutritional Properties of Hybrid Palm Oils,” *Palm Oil*, no. May, 2018.
- [13] S. P. Cauvain, “Bread – the Product,” pp. 1–19, 1969.
- [14] DRE, “Portaria n.º 52/2015 de 26 de fevereiro,” *Diário da República Eletrónico*, vol. 1ª série, no. 40, pp. 1202–1204, 2015.
- [15] F. Naqash, A. Gani, A. Gani, and F. A. Masoodi, “Gluten-free baking: Combating the challenges - A review,” *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 66, pp. 98–107, 2017.
- [16] E. C. De Morais, A. G. Cruz, and H. M. A. Bolini, “Gluten-free bread: Multiple time-intensity analysis, physical characterisation and acceptance test,” *Int. J. Food Sci. Technol.*, vol. 48, no. 10, pp. 2176–2184, 2013.
- [17] A. Cappelli, N. Oliva, and E. Cini, “A systematic review of gluten-free dough and bread: Dough rheology, bread characteristics, and improvement strategies,” *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 18, 2020.
- [18] A. Morrissey and M. M. Moore, *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*, no. Chapter 9. 2008.



- [19] G. F. Science and T. Edited, *Gluten-Free Food Science and Technology Edited by Eimear Gallagher*. 2009.
- [20] J. S. Monteiro *et al.*, "A systematic review on gluten-free bread formulations using specific volume as a quality indicator," *Foods*, vol. 10, no. 3, pp. 1–25, 2021.
- [21] F. Melini, V. Melini, F. Luziatelli, and M. Ruzzi, "Current and Forward-Looking Approaches to Technological and Nutritional Improvements of Gluten-Free Bread with Legume Flours: A Critical Review," *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, vol. 16, no. 5, pp. 1101–1122, 2017.
- [22] Y. Gao, M. E. Janes, B. Chaiya, M. A. Brennan, C. S. Brennan, and W. Prinyawiwatkul, "Gluten-free bakery and pasta products: prevalence and quality improvement," *Int. J. Food Sci. Technol.*, vol. 53, no. 1, pp. 19–32, 2018.
- [23] Stable Micro Systems, "Stable Micro Systems," *Free-from Foods Texture Measurement*. [Online]. Available: <https://www.stablemicrosystems.com/free-from-foods.html>.
- [24] H. S. Gujral and C. M. Rosell, "Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase," *J. Cereal Sci.*, vol. 39, no. 2, pp. 225–230, 2004.
- [25] B. Carbas, N. Machado, S. Pathania, C. Brites, E. A. S. Rosa, and A. I. R. N. A. Barros, "Potential of Legumes: Nutritional Value, Bioactive Properties, Innovative Food Products, and Application of Eco-friendly Tools for Their Assessment," *Food Rev. Int.*, vol. 39, no. 1, pp. 160–188, 2023.
- [26] M. G. Gänzle, "Enzymatic and bacterial conversions during sourdough fermentation," *Food Microbiol.*, vol. 37, pp. 2–10, 2014.
- [27] F. Morreale, R. Garzón, and C. M. Rosell, "Understanding the role of hydrocolloids viscosity and hydration in developing gluten-free bread. A study with hydroxypropylmethylcellulose," *Food Hydrocoll.*, vol. 77, pp. 629–635, 2018.
- [28] R. Crockett, P. Le, and Y. Vodovotz, "Effects of soy protein isolate and egg white solids on the physicochemical properties of gluten-free bread," *Food Chem.*, vol. 129, no. 1, pp. 84–91, 2011.
- [29] D. Asioli *et al.*, "Making sense of the 'clean label' trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications," *Food Res. Int.*, vol. 99, no. July, pp. 58–71, 2017.
- [30] M. M. Martínez, Á. Díaz, and M. Gómez, "Effect of different microstructural features of soluble and insoluble fibres on gluten-free dough rheology and bread-making," *J. Food Eng.*, vol. 142, pp. 49–56, 2014.
- [31] C. Prost, P. Poinot, C. Rannou, and G. Arvisenet, *Bread aroma*, Second Edition. Woodhead Publishing Limited, 2012.
- [32] P. H. N. Ngemakwe, M. Le Roes-Hill, and V. A. Jideani, "Advances in gluten-free bread technology," *Food Sci. Technol. Int.*, vol. 21, no. 4, pp. 256–276, 2015.
- [33] Y. Pomeranz, "Principles of Breadmaking.," *American Association of Cereal Chemists.*, 1992.
- [34] P. Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, *Food Chemistry*. 2009.
- [35] APN, *Rotulagem alimentar: um guia para uma escolha consciente*, vol. 42. 2017.
- [36] V. Jain and K. Gupta, "Food and Nutritional Analysis - Overview," *Encycl. Anal. Sci. Second Ed.*, pp. 202–211, 2004.

- [37] Cee, “► B Regulamento (Ce) N. 850/98,” vol. 50, pp. 1–54, 2005.
- [38] Your Europe, “Declaração nutricional – Regras da UE em matéria de rotulagem.” [Online]. Available: [https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/food-labelling/nutrition-declaration/index\\_pt.htm](https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/food-labelling/nutrition-declaration/index_pt.htm).
- [39] Serviço Nacional de Saúde (SNS), “Guia para a atribuição do Selo Pão ‘Menos sal, mesmo sabor,’” 2018.
- [40] C. Ruiz-Capillas and A. M. Herrero, “Sensory analysis and consumer research in new product development,” *Foods*, vol. 10, no. 3, pp. 2–5, 2021.
- [41] M. C. Meilgaard, *Sensory Evaluation Techniques Sensory Evaluation Techniques*. .
- [42] M. C. Gacula, “Descriptive sensory analysis in practice,” Trumbull, CT, 1997.
- [43] J. F. Noronha, “Análise Sensorial – Metodologia.,” Escola Superior Agrária de Coimbra, 2003.
- [44] H. D. Dzung, N. H., Dzuan, L e Tu, “The Role of Sensory Evaluation in Food Quality Control, Food Research and Development: A Case of Coffee Study.,” 2003.
- [45] T. A. H. Roland P. Carpenter, David H. Lyon, *Guidelines for Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control*, 2nd ed. Springer Science & Business Media, 2000.
- [46] J. M. Murray, C. M. Delahunty, and I. A. Baxter, “Descriptive sensory analysis: past, present and future,” *Food Res. Int.*, vol. 34, no. 6, pp. 461–471, Jan. 2001.
- [47] H. M. P. P. D. Alvelos, “Análise, Desenvolvimento e Teste de Métodos e Técnicas para Controlo Estatístico em Análise Sensorial,” *Thesis Universidade do Porto*. p. 63, 2002.
- [48] J. L. Stone, H., & Sidel, “Introduction to Sensory Evaluation,” in *Sensory Evaluation Practices*, (Third Edi., Academic Press., 2004, pp. 1–19.
- [49] Texture Technologies Corp. and Stable Micro Systems, “Overview of TPA.” [Online]. Available: <https://texturetechnologies.com/resources/texture-profile-analysis#tpa-measurements>.
- [50] Stable Micro Systems, “Stable Micro Systems.” [Online]. Available: <https://www.stablemicrosystems.com/TAHDplus.html>.
- [51] M. Peleg, “The instrumental texture profile analysis revisited,” *J. Texture Stud.*, vol. 50, no. 5, pp. 362–368, 2019.
- [52] M. Bourne, *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. Academic Press., 2002.
- [53] “Gluten detection kit for foods, drinks and working surfaces,” vol. 3000.

## Anexos

Anexo 1 – Análise Estatística da Prova Sensorial Muffins: Teste da Normalidade aos resultados obtidos;

<b>Apreciação Global</b>	Simples		Chocolate		Limão e Papoila	
<b>Teste <i>Shapiro-Wilk</i></b>	302	305	307	309	311	313
<b>Estatística</b>	0,8618	0,914	0,8233	0,9026	0,8607	0,9026
<b><i>P Value</i></b>	0,0001	0,0034	<0,0001	0,0015	<0,0001	0,0015
<b>Teste de normalidade (p≤0,05)</b>	Não	Não	Não	Não	Não	Não
<b>Cor</b>	Simples		Chocolate		Limão e Papoila	
<b>Teste <i>Shapiro-Wilk</i></b>	302	305	307	309	311	313
<b>Estatística</b>	0,9043	0,9253	0,8458	0,8246	0,8869	0,8579
<b><i>P Value</i></b>	0,0017	0,0080	<0,0001	<0,0001	0,0005	<0,0001
<b>Teste de normalidade (p≤0,05)</b>	Não	Não	Não	Não	Não	Não
<b>Aspeto</b>	Simples		Chocolate		Limão e Papoila	
<b>Teste <i>Shapiro-Wilk</i></b>	302	305	307	309	311	313
<b>Estatística</b>	0,9009	0,8745	0,8481	0,8053	0,8804	0,8850
<b><i>P Value</i></b>	0,0013	0,0002	<0,0001	<0,0001	0,0003	0,0005
<b>Teste de normalidade (p≤0,05)</b>	Não	Não	Não	Não	Não	Não
<b>Aroma</b>	Simples		Chocolate		Limão e Papoila	
<b>Teste <i>Shapiro-Wilk</i></b>	302	305	307	309	311	313
<b>Estatística</b>	0,9088	0,8822	0,9107	0,9235	0,8656	0,9070
<b><i>P Value</i></b>	0,0023	0,0004	0,0027	0,0070	0,0001	0,0021
<b>Teste de normalidade (p≤0,05)</b>	Não	Não	Não	Não	Não	Não
<b>Sabor</b>	Simples		Chocolate		Limão e Papoila	
<b>Teste <i>Shapiro-Wilk</i></b>	302	305	307	309	311	313
<b>Estatística</b>	0,8779	0,9004	0,8810	0,8995	0,9010	0,9362
<b><i>P Value</i></b>	0,0003	0,0013	0,0003	0,0012	0,0013	0,0190
<b>Teste de normalidade (p≤0,05)</b>	Não	Não	Não	Não	Não	Não
<b>Textura na Boca</b>	Simples		Chocolate		Limão e Papoila	
<b>Teste <i>Shapiro-Wilk</i></b>	302	305	307	309	311	313
<b>Estatística</b>	0,8669	0,9156	0,8837	0,8922	0,8373	0,9069
<b><i>P Value</i></b>	0,0002	0,0049	0,0006	0,0010	<0,0001	0,0027
<b>Teste de normalidade (p≤0,05)</b>	Não	Não	Não	Não	Não	Não

Anexo 2 – Análise Estatística da Prova Sensorial Muffins: Teste Wilcoxon;

<b>6 Atributos*</b>	<b>Simples</b>		<b>Chocolate</b>		<b>Limão e Papoila</b>	
<b>Teste <i>Wilcoxon</i></b>	302	305	307	309	311	313
<b>Estatística</b>	-	-	-	-	-	-
<b><i>P Value (two tailed)</i></b>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<b>Diferença Significativa? (<math>p \leq 0,05</math>)</b>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

\*6 Atributos (Apreciação Global, Cor, Aspeto, Aroma, Textura na Boca e Sabor)

Anexo 3 - Análise Estatística aos Resultados Obtidos na Prova Sensorial: Teste de Preferência;

**Teste Binomial – Simples**

		Categoria	N	Proporção observada	Proporção de teste	Sig exata (2 extremidades)
Muffin Simples	Grupo 1	Amostra 302	27	,63	,50	,126
	Grupo 2	Amostra 305	16	,37		
	Total		43	1,00		

**Teste Binomial - Chocolate**

		Categoria	N	Proporção observada	Proporção de teste	Sig exata (2 extremidades)
Muffin Chocolate	Grupo 1	Amostra 309	25	,58	,50	,360
	Grupo 2	Amostra 307	18	,42		
	Total		43	1,00		

**Teste Binomial – Limão e Papoila**

		Categoria	N	Proporção observada	Proporção de teste	Sig exata (2 extremidades)
Muffin Limão & Papoila	Grupo 1	Amostra 313	17	,40	,50	,222
	Grupo 2	Amostra 311	26	,60		
	Total		43	1,00		

Anexo 4 – Análise da concorrência de mercado:

Anexo 4.1. Preparado para pães free-from;

<b>Marca (produto)</b>	<b>Ingredientes</b>	<b>Declaração Nutricional (100g)</b>	<b>Modo de preparação</b>	<b>Preço</b>
<p><b>NACIONAL:</b> Mistura com base em amido de milho isenta de glúten para usos culinários (500g);</p>	<p>Amido de milho, glucose, espessante (goma de guar e hidroxipropilmetilcelulose), regulador de acidez (glucano-delta-lactona).</p>	<p>Energia: 1494 kJ/352 kcal; Lípidos: 0,9 g, dos quais saturados: 0,3 g; Hidratos de Carbono:84 g, dos quais açúcares 3,7 g; Fibra Alimentar: 3,8 g; Proteínas: 0,7 g; Sal:0,17 g</p>	<p><u>Máquina de pão:</u> Adicionar na cuba da máquina a água, o óleo e depois os ingredientes sólidos, previamente homogeneizados. Escolher o programa pão sem glúten ou o programa básico, para um pão de 750g. <u>Manual:</u> Colocar a farinha numa tigela, fazer um pequeno buraco no meio e adicionar lentamente a água morna, a levedura, o óleo, o açúcar e o sal. Amassar a massa até ficar homogénea. Cobrir com película aderente e deixar levedar durante 30 minutos em local quente. Enfarinhar generosamente a bancada e dividir a massa em pequenas ou grandes unidades. Colocar os pães num tabuleiro polvilhado com farinha e deixar levedar durante 30 minutos. Levar ao forno a 200°C com uma taça com água no interior e colocar o tabuleiro no forno. Deixar cozer por 10/15 minutos os pães pequenos ou 20/25 minutos se forem pães grandes.</p>	<p>4,92 €/kg</p>
<p><b>HACENDADO:</b> Preparado Panificação Sem Glúten – Farinha composta de arroz e amido de milho para usos culinários (820g);</p>	<p>Farinha de arroz, amido de milho, açúcar, espessante (fibra psyllium, hidroxipropilmetilcelulose), sal e proteína de ervilha.</p>	<p>Energia: 1450 kJ/342 kcal; Lípidos: 0,9 g, dos quais ácidos gordos saturados: 0,2 g; Hidratos de carbono: 78 g, dos quais açúcares: 3,0 g; Fibra alimentar: 2,2 g; Proteínas: 4,8g; Sal: 2,0 g</p>	<p><u>Máquina de pão:</u> Colocar metade do 410g do preparado (205g) no recipiente da máquina de pão. De seguida adicionar a água, o óleo e o resto do preparado de panificação. 2. Adicionar o fermento fresco por cima do preparado. Usar o programa “sem glúten” ou “pão normal”. <u>Manual:</u> Dissolver 18g de levedura fresca em 330 ml de água a uma temperatura inferior a 30°C. Misturar a água com o fermento e o preparado de panificação até obter uma massa homogénea. Dividir a massa em quatro pedaços. Fermentar os pedaços sobre papel vegetal até duplicar de tamanho, cobertas com um pano húmido. Colocar numa bandeja e levar ao forno a 200°C durante aproximadamente 50 minutos.</p>	<p>2,68 €/kg</p>

<p><b>PROZIS:</b> Preparado de Farinha sem Glúten para Pão Rústico (1kg);</p>	<p>Amido (Milho, Batata) (17%), Farinha de Arroz (12%) Sêmola de milho, Massa Levedada de Arroz, Açúcar, Preparado à Base de Gordura Vegetal (Óleo de coco, Maltodextrina, Proteína de Ervilha), Proteína de Batata, Espessantes (Goma Xantana, Goma de Guar), Farinha de alfarroba, Painço, Sal, Dextrose, Emulsionante (HPMC), Enzimas (Amilase, Transglutaminase), Antioxidante (Ácido cítrico).</p>	<p>Energia: 1469 kJ/351 kcal; Lípidos: 3 g, dos quais saturados: 2,50 g; Hidratos de Carbono: 73 g, dos quais açúcares 6,10 g; Fibra: 5,4g; Proteínas: 5,20 g; Sal: 1,80 g</p>	<p><u>Manual:</u> Bater 1000g do Preparado de Farinha sem Glúten para Pão Rústico, 25g de óleo, 25g de azeite, 40g de levedura fresca (dissolver previamente em água) e 900g de água. Utilizando o batedor, bater todos os ingredientes lentamente durante aprox. 3 minutos e 5 minutos a velocidade moderada. Deixar levedar aprox. 40 minutos à temperatura ambiente em ambiente húmido. Dividir em porções de aproximadamente 100g e levar ao forno previamente aquecido a 170°C cerca de 30–35 minutos. O tempo de cozedura, a temperatura e a quantidade de levedura irão depender do tamanho do pão, do forno e das condições ambientais.</p>	<p>6,99 €/kg</p>
<p><b>CEM PORCENTO:</b> Mix Pão Sem Glúten com linhaça e trigo sarraceno (500g);</p>	<p>Farinha de arroz; amido de milho; sementes de linhaça (8,9%); fibra de milho; fibra de psyllium; sal; espessante: HPMC; açúcar; sementes de linhaça castanha; farinha de trigo-sarraceno integral (0,8%); proteína de ervilha; farinha de alfarroba.</p>	<p>Energia 1503 kJ/360 kcal; Lípidos 3,6 g, dos quais saturados 0,3 g; Hidratos de carbono 73 g, dos quais açúcares 1,8 g; Fibra 7,4 g; Proteínas 5,1 g; Sal 1,6 g.</p>	<p>Máquina de pão: Na cuba da máquina, juntar 250 g de mix pão, 370 ml de água, 65 ml de azeite e por último mais 250 g de mix pão. Adicionar 20 g de fermento de padeiro e seleccionar o programa "Sem glúten".</p>	<p>5,06 €/kg</p>
<p><b>SCHAR:</b> Mix Pan - Farinha para elaboração de pão sem glúten (1kg);</p>	<p>Amido de milho, farinha de arroz, fibras vegetais (psílio, bambu), farinha de arroz integral (3,8%), farinha de lentilhas (3,6%), dextrose, espessante (hidroxipropilmetilcelulose), sal. Pode conter vestígios de soja. SEM LACTOSE. SEM TRIGO.</p>	<p>Energia: 1429 kJ/337 Kcal; Gorduras: 0,6 g, das quais saturadas: 0,3 g; Hidratos de carbono: 78 g, dos quais açúcares: 2,6 g; Proteínas: 2,6 g; Fibra alimentar: 4.1 g; Sal: 0,73 g</p>	<p>Misturar o Mix B e o 10g fermento em pó numa tigela e adicionar a 400 ml de água morna e o 20g de óleo. Se optar por fermento fresco, dissolver 10g em água e adicionar à farinha (500g). Misturar a massa usando uma colher e ir adicionar o sal (5g) aos poucos. Amassar a massa numa batedeira em velocidade média durante 4-5 minutos até atingir uma consistência homogênea (ou durante 10 minutos à mão). Moldar a massa numa bola e depois dar a forma do tipo de pão que se pretende. Colocar a massa num tabuleiro e tapar com papel vegetal. Cobrir o pão com um pano húmido e deixar a massa a levedar num local quente durante 45 minutos (até duplicar o volume). Pré-aquecer o forno a 220 °C e colocar 10 ml de água num tabuleiro refratário no fundo do forno. Deixar cozer o pão durante cerca de 50 minutos. Retirar do forno e colocar num local para arrefecer.</p>	<p>5,20 €/kg</p>

Anexo 4.2. Preparado para muffins/bolos free-from;

<b>Marca (produto)</b>	<b>Ingredientes</b>	<b>Declaração Nutricional (100g)</b>	<b>Modo de preparação</b>	<b>Preço</b>
<b>AUCHAN:</b> Preparado Bolo Cremoso Limão Sem Glúten (500g);	Açúcar, óleo de colza, água, farinha de arroz, amido de batata, OVO inteiro em pó; estabilizadores: glicerol, goma xantana; amido de milho, aroma natural de limão; levedantes: difosfatos e carbonatos de sódio; emulsionante: mono e diglicéridos de ácidos gordos, conservante: sorbato de potássio, sal, corante: riboflavinas. Pode conter vestígios de SOJA.	Energia: 1805 kJ / 432 kcal; lípidos: 24 g, dos quais saturados: 2,6 g; hidratos de carbono: 50 g, dos quais açúcares: 24 g; fibra: <0,5 g; proteínas: 3,7 g; sal: 0,75 g	Pré-aquecer o forno a 150°C por 10 a 15 minutos. Untar com manteiga uma forma redonda com 24 cm de diâmetro e uma borda alta. Despejar o conteúdo da embalagem diretamente na forma. Apertar bem a embalagem e, para esvaziar completamente, enrolar de baixo para cima. Deixar cozinhar por 20 a 30 minutos. Após 20 minutos, verificar a cozedura do bolo: introduzir a lâmina de uma faca no meio do bolo; se sair limpa, o bolo está cozido. Caso contrário, prolongar a cozedura repetindo a operação regularmente. Retirar o bolo do forno e aguardar pelo menos 15 minutos antes de desenformar. Ideia de receita: para variar, pode usar outras formas: para bolos, com formas ou individuais.	7,52 €/kg
<b>CEM PORCENTO:</b> Mix Bolos Sem Glúten – Vegan, Sem adição de açúcares, leite, ovo e soja (500g);	Farinha de milho; farinha de arroz; levedante (distosfato dissódico, carbonatos de sódio, carbonatos de cálcio, amido de milho); farinha de quinoa; proteína de ervilha; espessante: goma xantana. Contém açúcares naturalmente presentes.	Energia 1403 kJ/336 kcal, Lípidios 1,2 g, dos quais saturados 0,2 g; Hidratos de carbono 72 g, dos quais açúcares 0,5 g; Fibra 2 g; Proteínas 8 3; Sal 2,7 g.	Sugestões de utilização: Utilizar na preparação de bolos, bolachas, tartes, panquecas e waffles	6,20 €/kg

<p><b>FIDU</b> Preparado para Cupcake Chocolate (250g);</p>	<p>Mistura de farinhas (arroz, milho, alfarroba), açúcar amarelo, amido de milho, cacau (3,6%), levedantes (tartarato monopotássico, bicarbonato de sódio), sal, espessante (goma xantana).</p>	<p>Energia: 1495 kJ / 353 kcal; Lipídios: 1.3g, Dos quais ácidos gordos saturados: 0.5 g; Hidratos de carbono: 79 g, Dos quais açúcares: 36.8 g; Fibras: 3.5 g; Proteínas: 4.4 g; Sal: 1.0 g</p>	<p>1. Pré-aqueça o forno a 170°C. 2. Deite o conteúdo da embalagem uma taça, junte 30ml de óleo vegetal. Mexa até obter uma mistura com aspeto areado. 3. Junte 170 ml de água. Misture com batedor de arames ou batedeira elétrica, até obter um creme homogéneo com bolhas de ar. 4. Verta a massa em 6 formas médias previamente untadas ou forradas com formas de papel para cupcakes.</p>	<p>13,88 €/kg</p>
<p><b>PROZIS</b> Preparado de Farinha sem Glúten para Muffins (1kg)</p>	<p>Açúcar, Amido de Milho (36%) OVO, Preparado à Base de Gordura Vegetal (Óleo de coco refinado, Maltodextrina, Proteína de Ervilha), Espessantes (Fosfato de Diamido Acetilado, Goma de Guar), Dextrose, Farinha de Arroz, Levedante(s) (Difosfatos, Carbonato de Sódio), Emulsionante (HPMC), Clara de OVO em pó, Enzimas (Amilase, Lipase).</p>	<p>Energia: 396 kcal/ 1657 kJ; Lípidos: 6.80 g; Saturados: 2.80 g; Hidratos de Carbono: 78 g; Açúcares: 36 g; Fibra: 1.70 g; Proteínas: 4.90 g; Sal: 1.60 g;</p>	<p>Utilizando o batedor, bater 1000g do Preparado de Farinha sem Glúten, 270g de óleo vegetal e 400g de água durante 3 minutos a velocidade lenta. Dividir a massa de forma uniforme em tabuleiros para queques com formas de papel ou formas de metal untadas. Levar ao forno previamente aquecido a 190°C durante 25 minutos.</p>	<p>9,99 €/kg</p>
<p><b>SHINE</b> Mistura para Muffins Mix Pepitas de Chocolate e Banana sem Glúten (350g);</p>	<p>Farinha de AVEIA integral (isenta de glúten), farinha de arroz integral, açúcar de coco, pepitas de chocolate negro [pasta de cacau açúcar de cana, manteiga de cacau, extrato de baunilha] (9, 1%), banana em pó* (8, 5%), amido de tapioca, sementes de linhaça moída, amido de milho, levedantes (fosfato monocálcico e bicarbonato de sódio), bicarbonato de sódio e sal rosa dos Himalaias.</p>	<p>Energia: 385,0 kcal/1625,0 kJ Lípidos: 7,6 g Saturados: 2,8 g Hidratos de Carbono: 69 g Açúcares: 21,0 g Fibras: 6,5 g Proteínas: 7,0 g Sal: 0,7g</p>	<p>-</p>	<p>18,83 €/kg</p>



Anexo 5 - Divulgação da prova sensorial, para o email “geral” da FCUP;

Boa tarde,

No âmbito da unidade curricular “Estágio/Dissertação” do Mestrado de Tecnologia e Ciência Alimentar da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto em conjunto com a Universidade do Minho – Escola de Engenharia, será realizada uma prova de análise sensorial com o intuito de avaliar a aceitação dos produtos desenvolvidos:

- **Muffin de Chocolate, Simples e de Limão e Papoila**, a partir de preparado *free from* (isento de glúten, trigo, lactose leite, palma e soja);

A prova sensorial será realizada **dia 26**, da parte da tarde, na **sala 023 do Edifício FC3** nas instalações da Faculdade Ciências da Universidade do Porto – **FCUP**.

Caso tenha interesse e disponibilidade em participar, dirija-se, por favor, à sala indicada acima entre as **12:00 horas** e as **18:00 horas**.

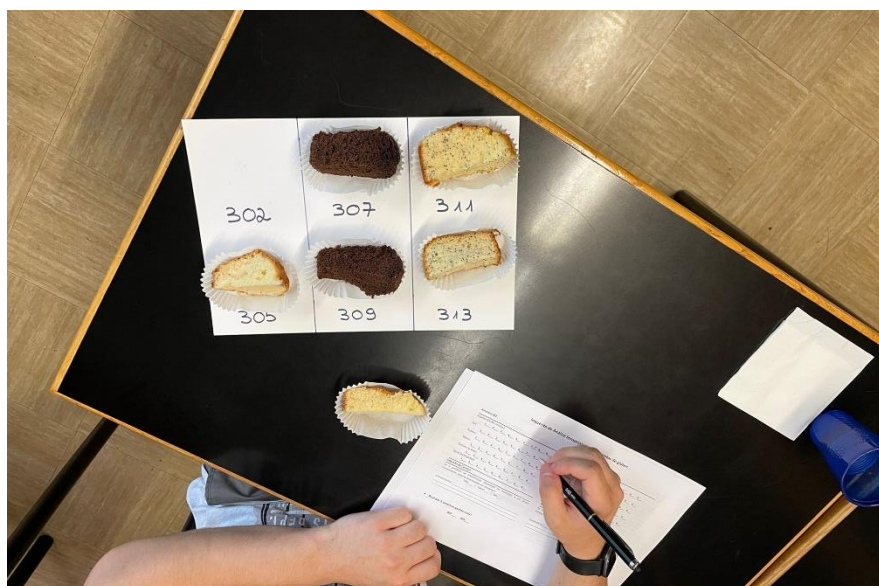
**NOTA:** Apesar de os produtos em estudo serem “sem glúten”, estes são preparados num ambiente não isento de gluten, havendo a possibilidade de contaminação cruzada. Assim, esta análise sensorial não é apropriada para celíacos.

Peço, por favor, a vossa colaboração!

Muito obrigada pela atenção,

Maria Luísa Duque, aluna do 2º ano do mestrado de TCA.

Anexo 6 - Prova sensorial nas instalações da FCUP;



## Anexo 7 – Inquérito de Análise Sensorial – Muffins Isentos de Glúten;

### Inquérito de Análise Sensorial – Muffins isentos de glúten

No âmbito da unidade curricular “Estágio/Dissertação” do Mestrado de Tecnologia e Ciência Alimentar da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto em conjunto com a Universidade do Minho – Escola de Engenharia, foi elaborado o seguinte inquérito para avaliar a aceitação dos seguintes produtos desenvolvidos:

- Muffin de **Chocolate, Simples e de Limão e Papoila**, a partir de preparado *free from* (isento de glúten, trigo, lactose leite, palma e soja);

Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: F \_\_\_ M \_\_\_ Outro \_\_\_  
Profissão: \_\_\_\_\_

Possui alguma intolerância e/ou alergia alimentar? Sim \_\_\_ Não \_\_\_

Se sim, qual(ais): \_\_\_\_\_

Faz uma alimentação isenta de glúten? Sim \_\_\_ Não \_\_\_

Com que frequência consome produtos de pastelaria?

- Nunca \_\_\_
- 1x por mês \_\_\_
- 1 a 3x por mês \_\_\_
- 1x por semana \_\_\_
- 2 a 6x por semana \_\_\_
- 1x por dia \_\_\_
- Outro: \_\_\_\_\_

Costuma consumir bolos sem glúten? Sim \_\_\_ Não \_\_\_

Prove por favor as seguintes amostras e classifique os vários atributos indicados de acordo com a seguinte escala hedónica:

- 1 – Desgosto extremamente;
- 2 – Desgosto muito;
- 3 – Desgosto moderadamente;
- 4 – Desgosto ligeiramente;
- 5 – Indiferente;
- 6 – Gosto ligeiramente;
- 7 – Gosto moderadamente;
- 8 – Gosto muito;
- 9 – Gosto extremamente;

Muito obrigada pela sua colaboração!

### Inquérito de Análise Sensorial – Muffins isentos de glúten

#### Amostra 302

Aspeto (Muffin Inteiro):

1 \_\_\_ 2 \_\_\_ 3 \_\_\_ 4 \_\_\_ 5 \_\_\_ 6 \_\_\_ 7 \_\_\_ 8 \_\_\_ 9 \_\_\_

Cor:

1 \_\_\_ 2 \_\_\_ 3 \_\_\_ 4 \_\_\_ 5 \_\_\_ 6 \_\_\_ 7 \_\_\_ 8 \_\_\_ 9 \_\_\_

Aroma:

1 \_\_\_ 2 \_\_\_ 3 \_\_\_ 4 \_\_\_ 5 \_\_\_ 6 \_\_\_ 7 \_\_\_ 8 \_\_\_ 9 \_\_\_

Sabor:

1 \_\_\_ 2 \_\_\_ 3 \_\_\_ 4 \_\_\_ 5 \_\_\_ 6 \_\_\_ 7 \_\_\_ 8 \_\_\_ 9 \_\_\_

Textura na boca:

1 \_\_\_ 2 \_\_\_ 3 \_\_\_ 4 \_\_\_ 5 \_\_\_ 6 \_\_\_ 7 \_\_\_ 8 \_\_\_ 9 \_\_\_

Apreciação global:

1 \_\_\_ 2 \_\_\_ 3 \_\_\_ 4 \_\_\_ 5 \_\_\_ 6 \_\_\_ 7 \_\_\_ 8 \_\_\_ 9 \_\_\_

#### Intenção de Compra

Se o produto se encontrasse disponível no mercado, a um preço conveniente, estaria interessado em comprar?

Não \_\_\_ | Talvez \_\_\_ | Sim \_\_\_

Comentários: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### Amostra 305

Aspeto (Muffin Inteiro):

1 \_\_\_ 2 \_\_\_ 3 \_\_\_ 4 \_\_\_ 5 \_\_\_ 6 \_\_\_ 7 \_\_\_ 8 \_\_\_ 9 \_\_\_

Cor:

1 \_\_\_ 2 \_\_\_ 3 \_\_\_ 4 \_\_\_ 5 \_\_\_ 6 \_\_\_ 7 \_\_\_ 8 \_\_\_ 9 \_\_\_

Aroma:

1 \_\_\_ 2 \_\_\_ 3 \_\_\_ 4 \_\_\_ 5 \_\_\_ 6 \_\_\_ 7 \_\_\_ 8 \_\_\_ 9 \_\_\_

Sabor:

1 \_\_\_ 2 \_\_\_ 3 \_\_\_ 4 \_\_\_ 5 \_\_\_ 6 \_\_\_ 7 \_\_\_ 8 \_\_\_ 9 \_\_\_

Textura na boca:

1 \_\_\_ 2 \_\_\_ 3 \_\_\_ 4 \_\_\_ 5 \_\_\_ 6 \_\_\_ 7 \_\_\_ 8 \_\_\_ 9 \_\_\_

Apreciação global:

1 \_\_\_ 2 \_\_\_ 3 \_\_\_ 4 \_\_\_ 5 \_\_\_ 6 \_\_\_ 7 \_\_\_ 8 \_\_\_ 9 \_\_\_

#### Intenção de Compra

Se o produto se encontrasse disponível no mercado, a um preço conveniente, estaria interessado em comprar?

Não \_\_\_ | Talvez \_\_\_ | Sim \_\_\_

Comentários: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- Qual das 2 amostras gostou mais?

302 \_\_\_ 305 \_\_\_