



CATÓLICA

ESCOLA SUPERIOR DE BIOTECNOLOGIA

PORTO

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS *FREE FROM*: – PREPARADO PARA PÃES; – ALIMENTO
DE FARINHA DE ARROZ PARA PREPARAÇÃO DE PAPAS

Por

Francisca Leitão Nascimento

Dezembro 2022



CATÓLICA

ESCOLA SUPERIOR DE BIOTECNOLOGIA

PORTO

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS *FREE FROM*: – PREPARADO PARA PÃES; – ALIMENTO
DE FARINHA DE ARROZ PARA PREPARAÇÃO DE PAPAS

Tese apresentada à Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa para
obtenção do grau de Mestre em Engenharia Alimentar

Por

Francisca Leitão Nascimento

Orientação (Empresa): Engenheira Ema Dias

Tutoria (Universidade): Professora Doutora Cristina L. M. Silva

Resumo

Com o aumento crescente do número de pessoas com distúrbios alimentares, a indústria alimentar tem vindo a impulsionar a inovação e desenvolvimento de produtos *free from*, principalmente, produtos isentos de glúten, de forma a corresponder às necessidades dos consumidores. No entanto, o principal problema associado a este tipo de produtos está relacionado com os défices sensoriais e nutricionais, em particular, com o baixo teor em fibra e proteína, que geram distúrbios na saúde dos consumidores.

Sendo a Germen – Moagem de Cereais S.A., uma empresa empenhada na inovação e desenvolvimento contínuo de produtos alimentares *free from* (isento de glúten, sem trigo, sem leite, sem lactose, sem soja e sem palma), que se enquadrem nas tendências alimentares atuais e nas necessidades sentidas pelos consumidores, a presente dissertação incidiu sobre o desenvolvimento laboratorial de dois produtos alimentares *free from*, em particular: – Preparado para pães com alegações nutricionais em fibra e proteína; – Alimento de farinha de arroz para preparação de papas, direcionado a crianças e adultos, com alegações nutricionais em fibra e “Sem Adição de Açúcares”.

Para a concretização ambos os desenvolvimentos foram realizadas diversas atividades, entre quais: pesquisas científicas; análises à concorrência; desenvolvimento de formulações, realização de testes laboratoriais e respetivos ajustes; estimativa do custo final das formulações; estimativa da composição nutricional; análises sensoriais internas com o departamento de qualidade e de I&D; validação analítica da composição nutricional; análises sensoriais com um painel de consumidores através de testes de aceitabilidade, preferência e intenção de compra em comparação com um produto concorrente; análise estatística dos resultados obtidos.

No geral, para ambos os protótipos desenvolvidos, os resultados obtidos nas análises sensoriais para os vários atributos avaliados, foram satisfatórios. O pão *free from* obteve uma boa classificação que se assemelhou, estatisticamente, à classificação obtida para o produto concorrente. Estes resultados foram corroborados pelos resultados obtidos nos testes de preferência.

Relativamente às papas *free from*, foi realizada uma análise sensorial a adultos e crianças (público-alvo). Na análise sensorial realizada aos adultos obteve-se uma boa classificação, ligeiramente superior ao produto concorrente, mas estatisticamente semelhante. Quanto aos resultados obtidos nos testes de preferência, apesar do produto desenvolvido apresentar uma maior percentagem, foi estatisticamente semelhante ao produto concorrente. Quanto à análise sensorial realizada a crianças, devido ao baixo número de crianças participantes, não foi realizada uma análise estatística. No entanto, foi possível perceber que os resultados obtidos não foram satisfatórios, apresentando o produto concorrente uma melhor classificação para este público-alvo.

No que concerne aos teores nutricionais exigidos para a obtenção das alegações nutricionais pretendidas, após a validação analítica e a sua comparação com valores estimados, verificou-se uma discrepância de valores. Para o preparado para pães *free from* seria apenas possível alegar com a menção “Alto teor em Fibra”, já para o alimento de farinha de arroz para preparação de papas *free from*, seria possível alegar com a menção “Fonte de Fibra” e “Sem Adição de Açúcares”.

Em conclusão, ambos os desenvolvimentos, apesar de necessitarem de melhorias sensoriais e nutricionais e da posterior validação, apresentam um bom potencial para uma eventual comercialização.

Palavras-chave: Produtos *Free From*, Alegações Nutricionais, Análise Sensorial, Desenvolvimento de produtos.

Abstract

With the increasing number of people with eating disorders, the food industry has been driving innovation and development of *free from* products, mainly gluten-free products, to meet consumers' needs. However, the main problem associated with this type of product is still with the sensory and nutritional deficits, in particular low fibre and protein content, which generate consumers health disorders.

Being Germen - Moagem de Cereais S.A., a company committed to the innovation and continuous development of *free from* (gluten-free, wheat-free, dairy-free, lactose-free, soy-free and palm-free) food products, which fit the current food trends and the needs felt by the consumers, the present dissertation focused on the laboratory development of two *free from* food products, particularly: - Bread preparation with nutritional claims on fibre and protein; - Rice flour food for porridge preparation with nutritional claims on fibre and "No Added Sugar", aimed at children and adults.

In order to perform both developments, several activities were carried out, such as: scientific research; competition analyses; formulation development, laboratory tests and respective adjustments; estimation of the final cost of formulations; nutritional composition estimation; internal sensory analyses with the quality and R&D departments; analytical validation of the nutritional composition; sensory analyses with a consumer panel through acceptability, preference and purchase intention tests in comparison with a competing product; statistical analysis of the results obtained.

In general, for both developed prototypes, the sensorial analyses results of various attributes evaluated were satisfactory. For the *free from* bread, a good classification was obtained, which was statistically similar as the classification obtained for the competing product. These results were corroborated by the results obtained in the preference tests.

Regarding the *free from* porridge, a sensory analysis was carried out with adults and children (target public). The sensory analysis performed with adults obtained a good rating, slightly higher than the competing product, but statistically similar. As for the results obtained in the preference test, although the developed product had a higher score, it was statistically like the competing product. As for the sensory analysis performed on children, due to the low number of children participating, no statistical analysis was performed. However, it was possible to see that the results obtained were not satisfactory, with the competing product having a better rating for this target public.

Concerning the nutritional contents required to obtain the intended nutritional claims, after the analytical validation and its comparison with estimated values, a discrepancy of values was found. For the *free from* bread preparation, it would only be possible to claim, "High fibre content", whereas for the *free from* rice flour porridge preparation, it would be possible to claim "Source of fibre" and "No added sugar".

In conclusion, both developments, despite needing sensory and nutritional improvements and further validation, present a good potential for eventual commercialisation.

Keywords: Products *Free from*, Nutritional Claims, Sensory Analysis, Product Development.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, exprimo os meus agradecimentos aos meus pais, pelo amor, apoio e preocupação incondicional e por todo o esforço que sempre fizeram para me proporcionarem a melhor educação e formação possível. Agradeço às minhas irmãs, por estarem sempre presentes e preocupadas com a minha felicidade. Ao Nuno, agradeço o companheirismo, apoio e incentivo ao longo destes anos. Agradeço também à minha restante família e amigos por todo o apoio. Obrigada por acreditarem sempre em mim!

À Professora Doutora Cristina Silva, agradeço imensamente toda a disponibilidade e ajuda prestada, bem como todo o carinho e preocupação demonstrados ao longo de todo o meu percurso académico, em particular, no meu estágio curricular.

À Engenheira Ema Dias, o meu profundo agradecimento pela oportunidade de realizar o estágio curricular na Germen, pela orientação, apoio e disponibilidade demonstrados no desenvolvimento dos projetos e por toda aprendizagem que me permitiu crescer, tanto a nível profissional como pessoal.

À Catarina Oliveira, agradeço com muito carinho, a inigualável ajuda e constante disponibilidade ao longo do meu estágio curricular, através da partilha de conhecimentos fundamentais para o desenvolvimento dos projetos. Agradeço, essencialmente, todas as suas palavras de amizade que me deram uma motivação extra.

Agradeço também com muito carinho, à Diana, à D^aPaula e à Raquel por toda a simpatia, por estarem sempre dispostas ajudar, por toda a paciência e apoio e pelas palavras motivacionais no decorrer do meu estágio.

Agradeço também ao Adelino e à Mafalda, por toda simpatia, por toda ajuda e por todos os ensinamentos transmitidos na padaria experimental da Moagem Ceres. Um agradecimento especial também à Filipa Neves, por toda a simpatia, disponibilidade e ajuda essencial no envio das amostras para a realização da análise sensorial. Agradeço ainda a todos os restantes colaboradores da Germen, por me receberem tão bem ao longo do meu período de estágio.

À Professora Doutora Ana Gomes, agradeço a sua preciosa ajuda, simpatia e tempo disponibilizado para o esclarecimento das dúvidas que foram surgindo ao longo do desenvolvimento dos projetos.

À Professora Doutora Maria João Monteiro, agradeço também toda a sua ajuda e tempo dispensado no esclarecimento de dúvidas relativamente às análises sensoriais realizadas.

À Eng^a Raquel e Eng^a Fernanda, agradeço a ajuda fundamental na angariação de pessoas para a realização da análise sensorial ao pão *free from* na ESB. Agradeço também à APC, em especial à Dr^a Rita Jorge, pela colaboração na divulgação da prova sensorial às papas *free from* e por todo o tempo dispensado. Aproveito para agradecer também a ajuda essencial de todos os participantes de ambas as análises sensoriais, que abdicaram um pouco do seu tempo para a realização das provas.

Por fim, agradeço com carinho a todos os meus colegas de faculdade com quem tive oportunidade de estudar, trabalhar e aprender bastante. Em especial, agradeço às minhas amigas, Ana Carolina, Maria, Mariana, Patrícia e Leonor, pela amizade, companheirismo e apoio desde o início da faculdade.

Muito obrigada a todos!

Índice

RESUMO	V
ABSTRACT	VII
AGRADECIMENTOS	IX
LISTA DE FIGURAS	XV
LISTA DE TABELAS	XVII
LISTA DE ABREVIATURAS	XIX
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Caracterização do Local de Estágio: Germen – Moagem de Cereais, S.A.	2
1.3. Objetivos	4
1.4. Metodologia	5
1.5. Estrutura da Dissertação	5
CAPÍTULO 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	7
2.1. Problemas de Saúde Associados ao Trigo e ao Glúten	7
2.1.1. Doença Celíaca (DC)	8
2.1.2. Sensibilidade ao Glúten Não Celíaca (SGNC)	9
2.1.3. Alergia ao Trigo	9
2.1.4. Tratamento	9
2.2. Problemas de Saúde Associados ao Leite e à Lactose	10
2.2.1. Intolerância à Lactose	10
2.2.2. Alergia às Proteínas do Leite da Vaca (APLV)	11
2.3. Problemas de Saúde Associados à Soja	12
2.4. Problemas Ambientais Associados à Palma	12
2.5. Panificação Isenta de Glúten	13
2.5.1. Principais Etapas de Produção de Pão	14
2.5.2. Ingredientes Utilizados no Desenvolvimento	15
2.6. Papas Isentas de Glúten	24
2.6.1. Ingredientes Utilizados nos Desenvolvimentos	24

2.7.	Análise Nutricional	26
2.8.	Análise Sensorial	28
2.8.1.	Definição e a sua Importância na Área Alimentar	28
2.8.2.	Sentidos Humanos na Análise Sensorial	29
2.8.3.	Seleção do Painel Sensorial.....	31
2.8.4.	Testes Sensoriais	31
2.9.	Enquadramento Legal	33
CAPÍTULO 3. METODOLOGIA		35
3.1.	Desenvolvimento do Preparado para Pães <i>Free From</i>	35
3.1.1.	Análise da Concorrência	35
3.1.2.	Seleção das Matérias-Primas.....	35
3.1.3.	Procedimento Laboratorial	36
3.1.4.	Determinação da Composição Nutricional	38
3.1.5.	Determinação do Custo das Formulações Desenvolvidas.....	39
3.1.6.	Análise Sensorial	40
3.2.	Desenvolvimento do Alimento de Farinha de Arroz para Preparação de Papas <i>Free From</i>	42
3.2.1.	Análise da Concorrência	42
3.2.2.	Seleção das Matérias-Primas.....	43
3.2.3.	Procedimento Laboratorial	43
3.2.4.	Determinação da Composição Nutricional	44
3.2.5.	Determinação do Custo das Formulações Desenvolvidas.....	44
3.2.6.	Análise sensorial.....	44
3.3.	Teste Biomedal – Determinação Semiquantitativa de Glúten.....	47
CAPÍTULO 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO		49
4.1.	Desenvolvimento do Preparado para Pães <i>Free From</i>	49
4.1.1.	Desenvolvimento Laboratorial	49
4.1.2.	Análise Nutricional	54
4.1.3.	Análise Sensorial	56
4.2.	Desenvolvimento do Alimento de Farinha de Arroz para Preparação de Papas <i>Free From</i>	60
4.2.1.	Desenvolvimento Laboratorial	60
4.2.2.	Análise Nutricional	64
4.2.3.	Análise Sensorial	65
CAPÍTULO 5. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO		74
5.1.	Conclusões	74
5.2.	Trabalho Futuro	76

BIBLIOGRAFIA	77
APÊNDICES	87
Apêndice A. Análise da Concorrência	87
Apêndice B. Análise Sensorial ao Preparado para Pães <i>Free From</i>.....	93
B1. Divulgação da Prova Sensorial	93
B2. Prova Sensorial	93
B3. Inquérito da Prova Sensorial	94
B4. Resultados da Análise Estatística da Prova Sensorial.....	95
Apêndice C. Análise Sensorial ao Alimento de Farinha de Arroz para Preparação de	
Papas <i>Free From</i>	98
C1. Divulgação da Prova Sensorial	98
C2. Carta Enviada aos Participantes	99
C3. Inquérito Prova Sensorial - Adultos	100
C4. Análise Estatística aos Resultados Obtidos na Prova Sensorial dos Adultos	103
C5. Inquérito Prova Sensorial - Crianças.....	108

Lista de Figuras

Figura 2.1-1. Imagem ilustrativa da representação da estrutura do glúten. Adaptado de: Bold (2022).	7
Figura 2.1-2. Imagem ilustrativa das vilosidades intestinais de um indivíduo não celíaco (A) e de um indivíduo celíaco (B). Adaptado de: Mayo Clinic (2021).	8
Figura 2.2-1. Imagem ilustrativa da digestão normal da lactose e da intolerância à lactose. Adaptado de: Ashish (2022).	11
Figura 2.7-1. Formato gráfico do Nutri-Score. Adaptado de: Verakis (2019).	28
Figura 2.9-1. Símbolo Internacional associado à isenção do glúten (APC, 2022c).	34
Figura 3.1-1. Etapas da produção manual: (1) Amassadeira industrial onde se efetuou o processo de amassadura; (2) Massa amassada; (3) Massa moldada; (4) Estufa onde se efetuou o processo de fermentação; (5) Massa fermentada; (6) Forno industrial onde se efetuou o processo de cozedura; (7) Pão obtido após a cozedura.	38
Figura 3.1-2. Exemplo do modo de apresentação das amostras aos provadores.	41
Figura 3.2-1. Imagem ilustrativa das amostras enviadas aos participantes, juntamente com a carta para a realização da prova sensorial ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas <i>free from</i> .	45
Figura 3.3-1. Procedimento de preparação e de análise ao glúten utilizando o teste Biomedal.	48
Figura 3.3-2. Fotografia dos possíveis resultados obtidos no teste Biomedal: (A) Resultado Negativo ao Glúten; (B) Resultado Positivo ao Glúten.	48
Figura 4.1-1. Protótipo final do preparado para pães <i>free from</i> : (A) confeccionado na máquina de pão; (B) confeccionado manualmente.	54
Figura 4.1-2. Perfil sensorial das médias das classificações atribuídas a cada atributo - Apreciação Global, Aspeto, Cor do Miolo, Aroma, Textura na Boca e Sabor – para o produto desenvolvido e para o produto concorrente.	57
Figura 4.1-3. Teste de preferência entre a amostra do produto desenvolvido e do produto concorrente na análise sensorial ao pão <i>free from</i> .	58
Figura 4.1-4. Resultados obtidos para intenção de compra na análise sensorial ao pão <i>free from</i> .	59
Figura 4.2-1. Registos fotográficos das papas com os diferentes tipos de farinha de arroz: (1) Farinha de arroz pré-gelatinizada; (2) Farinha de arroz tratada termicamente; (3) Farinha de arroz Hidrolisada.	61
Figura 4.2-2. Protótipo final do alimento de farinha de arroz para a preparação de papas <i>free from</i> .	64
Figura 4.2-3. Importância atribuída aos atributos sensoriais aquando do consumo de papas – prova sensorial realizada aos participantes adultos.	66
Figura 4.2-4. Importância atribuída aos atributos sensoriais aquando do consumo de papas – prova sensorial realizada às crianças participantes.	67
Figura 4.2-5. Importância das alegações nutricionais em fibra e “Sem Adição de Açúcares”, para os adultos e para as mães das crianças aquando do ato de compra.	67
Figura 4.2-6. Perfil sensorial das médias das classificações atribuídas a cada atributo – Apreciação Global, Aspeto, Textura Aparente, Cor Aparente, Aroma, Sabor, Textura na boca e Doçura – para o	

produto desenvolvido e para o produto concorrente, na prova sensorial realizada aos participantes adultos.	69
Figura 4.2-7. Perfil sensorial das médias das classificações atribuídas a cada atributo – Aspeto, Textura Aparente, Cor, Aroma, Sabor e Doçura – para o produto desenvolvido e para o produto concorrente, na prova sensorial realizada às crianças.	71
Figura 4.2-8. Resultados obtidos no teste de preferência das crianças e dos adultos, entre o produto desenvolvido (amostra 553) e o produto concorrente (amostra 667).	72
Figura 4.2-9. Resultados dos participantes relativamente à intenção de compra do produto desenvolvido.	73
Figura B1-1. Mensagem divulgada para a análise sensorial ao pão <i>free from</i> a todos os colaboradores da ESB-UCP.	93
Figura B2-2. Sala da prova sensorial ao pão <i>free from</i>	93
Figura B3-3. Inquérito utilizado na análise sensorial ao pão <i>free from</i>	94
Figura C1-1. Divulgação realizada pela APC para a realização da prova sensorial ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas <i>free from</i>	98
Figura C2-2. Carta enviada aos participantes juntamente com as amostras, para a realização da prova sensorial.	99

Lista de Tabelas

Tabela 2.5-1. Principais hidrocolóides e respetiva origem. Adaptado de: Culetu et al. (2021).	19
Tabela 4.1-1. Informação nutricional por 100g de produto para o protótipo final do preparado para pães <i>free from</i>	54
Tabela 4.1-2. Médias e desvios-padrão obtidos para os vários atributos sensoriais avaliados do pão <i>free from</i>	57
Tabela 4.1-3. Comentários obtidos no inquérito da análise sensorial ao pão <i>free from</i>	59
Tabela 4.2-1. Informação nutricional por 100g de produto, do alimento de farinha de arroz para preparação de papas <i>free from</i> desenvolvido.	64
Tabela 4.2-2. Médias e desvios-padrão obtidos para os vários atributos sensoriais avaliados na prova sensorial aos participantes adultos.	68
Tabela 4.2-3. Média e desvio-padrão obtidos no teste sensorial de aceitabilidade para os vários atributos sensoriais avaliados pelas crianças participantes.	70
Tabela 4.2-4. Comentários obtidos no inquérito da análise sensorial às papas <i>free from</i>	73
Tabela A-1. Análise da concorrência de mercado para o preparado para pães <i>free from</i>	87
Tabela A-2. Análise da concorrência de mercado para o alimento de farinha de arroz para preparação de papas <i>free from</i>	89
Tabela B4-1. Teste <i>t-student</i> para duas amostras emparelhadas aos resultados obtidos na prova sensorial ao pão <i>free from</i>	95
Tabela B4-2. Estatísticas de amostras emparelhadas aos resultados obtidos na prova sensorial ao pão <i>free from</i>	96
Tabela B4-3. Teste Binomial para o teste de preferência realizado na análise sensorial ao pão <i>free from</i>	97
Tabela C4-1. Teste da normalidade aos resultados obtidos na prova sensorial ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas, realizada aos adultos.	103
Tabela C4-2. Descritivas dos resultados obtidos na prova sensorial ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas, realizada aos adultos.	103
Tabela C4-3. Estatísticas do teste de <i>Wilcoxon</i> para duas amostras emparelhadas dos resultados obtidos na prova sensorial ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas.	105
Tabela C4-4. Rakings dos grupos do teste de <i>Wilcoxon</i> para duas amostras emparelhadas dos resultados obtidos na prova sensorial ao alimento de farinha para preparação de papas.	105
Tabela C4-5. Teste <i>t-student</i> para duas amostras emparelhadas da prova sensorial ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas <i>free from</i>	106
Tabela C4-6. Estatísticas de amostras emparelhadas da prova sensorial ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas <i>free from</i>	106
Tabela C4-7. Teste binomial para o teste de preferência realizado na prova sensorial ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas <i>free from</i>	107

Lista de Abreviaturas

APC – Associação Portuguesa de Celíacos

APLV – Alergia às Proteínas do Leite da Vaca

DC – Doença Celíaca

DIG – Dieta Isenta de Glúten

ESB-UCP – Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa do Porto

H_{0x} – Hipótese Nula relativamente ao teste X

H_{1x} – Hipótese Alternativa relativamente ao teste X

HPMC – Hidroxipropilmetilcelulose

I&D – Investigação e Desenvolvimento Alimentar

IgA – Imunoglobulina A

IgE – Imunoglobulina E

INSA – Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge

LNP – Lactase Não Persistente

SGNC – Sensibilidade ao Glúten Não Celíaca

Sig – Significância

SPSS – Software Statistical Package for the Social Sciences

TCA – Tabela da Composição de Alimentos

WWF – World Wide Fund for Nature

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

Face às crescentes necessidades dos consumidores e ao surgimento de novos paradigmas nutricionais e de saúde, a indústria alimentar tem vindo apostar na produção e desenvolvimento de produtos que permitam colmatar essas necessidades e que vão ao encontro das tendências alimentares atuais.

Free from é um termo utilizado pela indústria alimentar para indicar a ausência de determinada(s) substância(s) num dado produto alimentar, como por exemplo a isenção de alergénios como o glúten, a lactose, a soja, entre outros (Hartmann et al., 2018). Assim, estes produtos podem ser adequados para indivíduos que, por razões de saúde ou de bem-estar, não podem ou evitam consumir certas substâncias e/ou alergénios alimentares.

Prevê-se que o mercado global de produtos *free from* cresça até 2027 (Mordor Intelligence, 2022a). Esta expansão pode ser explicada pela maior preocupação dos consumidores com a sua saúde, devido ao aumento crescente de pessoas que sofrem doenças de saúde relacionadas com a alimentação. Além disso, a maior consciencialização pública sobre a importância de uma dieta saudável, também contribui para esta expansão, devido à associação de que uma dieta *free from* contribui para um estilo de vida mais saudável (Demirkesen & Ozkaya, 2022; Hartmann et al., 2018; Savarese et al., 2021; Whiteman, 2020; Xhakollari et al., 2018). Aliado a isto, o surto da COVID-19 impulsionou o interesse e a procura por uma alimentação mais saudável, dado que veio a priorizar a saúde, levando os consumidores a optar por produtos alimentares mais saudáveis, como os produtos *free from* (Mordor Intelligence, 2022a).

No entanto, ainda existem problemas importantes associados aos produtos *free from*, em particular aos produtos isentos de glúten, tais como: – a pouca oferta de produtos diferenciados; – o preço que tende a ser mais elevado comparativamente com alimentos convencionais; – o défice nutricional e sensorial; – o risco de contaminação cruzada que obriga as indústrias a ter linhas dedicadas exclusivamente à produção destes produtos (Demirkesen & Ozkaya, 2022; Xhakollari et al., 2018).

Destes problemas, destaca-se a importância de melhorar o perfil nutricional dos produtos isentos de glúten, dado que, habitualmente, estes apresentam um baixo teor em proteínas e fibras e um alto teor em gordura e sal, acabando por criar problemas de saúde aos consumidores que sofrem outras doenças, como doenças cardiovasculares ou diabetes (Skendi et al., 2021).

O teor em fibra é uma preocupação específica para as pessoas com doença celíaca. Os produtos sem glúten carecem de uma quantidade adequada de fibra dietética, resultando em problemas de obstipação e em outras doenças do sistema digestivo (Markets and Markets, 2020). A fibra dietética desempenha um papel muito importante na saúde gastrointestinal e o seu consumo é recomendado devido aos efeitos protetores contras doenças crónicas, cardiovasculares, diabetes e distúrbios gastrointestinais. Recomenda-se um consumo de 25-30 g/dia de fibra alimentar na dieta diária. Assim, a incorporação de fibra em produtos alimentares tem despertado cada vez mais interesse, dado que

pode ajudar a superar a deficiência em fibra e, conseqüentemente, a melhorar a saúde dos consumidores. Os cereais matinais e os produtos de panificação destacam-se como os melhores produtos para o enriquecimento em fibras (Casper & Atwell, 2016; Kirbaş et al., 2019).

Atualmente, uma grande tendência alimentar são os produtos considerados *clean label*. Os consumidores procuram cada vez mais produtos que apresentem um rótulo com uma lista de ingredientes “naturais”, “orgânicos” e “sem aditivos e conservantes” (Ingredion Incorporated, 2014). Esta nova tendência, estimulou uma mudança no setor agroalimentar para produtos alimentares mais *clean label*. No entanto, a sua definição é ainda pouco abrangente e não se encontra devidamente legislada, deixando a interpretação bastante subjetiva para os consumidores e profissionais do sector alimentar. Deste modo, é necessária uma definição mais clara de rótulo limpo para que possa orientar a indústria alimentar no desenvolvimento de produtos alimentares (Do Nascimento et al., 2018).

A conveniência é também um dos fatores importantes nas escolhas alimentares, dado que os consumidores estão interessados em produtos alimentares que permitam economizar e/ou maximizar o seu tempo (Raimundo et al., 2016).

Uma das preocupações atuais é também o desperdício alimentar gerado durante o processamento industrial e ao longo da cadeia alimentar. Cerca de 1/3 dos alimentos para o consumo humano são desperdiçados mundialmente, correspondendo a uma produção de resíduos alimentares de cerca de 1,3 bilhões toneladas/ano. Isto significa que enormes quantidades dos recursos utilizados na produção alimentar são desperdiçados, dentro dos quais a energia e os recursos humanos que contribui para as alterações climáticas. Os subprodutos industriais são ricas fontes de ingredientes funcionais como fibra, minerais e fitoquímicos, apresentando assim um grande interesse para a melhoria nutricional dos produtos alimentares. A reutilização de resíduos alimentares é uma estratégia alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e tem sido fortemente relacionada com práticas de economia circular. Dado isto, a valorização de subprodutos industriais deve ser vista como uma oportunidade negócio e de desenvolvimento sustentado de novos produtos, dado que permite prevenir o desperdício alimentar numa realidade crescente de escassez de alimentos e de água (Gustavsson et al., 2011; Martins et al., 2017; Pintado & Teixeira, 2015; Schroeder et al., 2019).

Assim, devido aos vários fatores supracitados, o interesse crescente nos últimos anos por produtos *free from*, cria novas oportunidades à indústria alimentar na produção e desenvolvimento de produtos mais apelativos e sustentáveis, que se diferenciem dos produtos já existentes no mercado, que se enquadrem nos novos padrões de exigências dos consumidores e que possam contribuir para uma dieta mais satisfatória, quer a nível sensorial como nutricional.

1.2. Caracterização do Local de Estágio: Germen – Moagem de Cereais, S.A.

A Germen foi fundada em 1991 pela junção de duas empresas moageiras – Companhia Aveirense de Moagens e Sociedade Fomento Industrial. Atualmente, é uma empresa líder na moagem de cereais em Portugal, nomeadamente na transformação de trigo, centeio e arroz em farinhas para utilização na indústria de panificação e pastelaria, usos culinários e alimentação infantil (Germen, 2022b).

A Germen pertence, desde 2018, à génese da criação do grupo BETTER FOODS. A Better Foods, S.A. é uma sociedade da qual fazem parte várias entidades, mais concretamente: Moagem Ceres, S.A.; Germen, S.A.; Granel, S.A.; Carneiro Campos, S.A.; Gergran, Lda; Harinas Ceres, SL (Germen, 2022b).

Atualmente, a fábrica da Germen encontra-se sediada em Senhora da Hora, Matosinhos - Porto, onde possui 3 linhas de transformação de cereais completamente independentes: **(1)** linha de moagem de trigo; **(2)** linha de moagem de trigo *baby food* e/ou centeio; **(3)** linha de moagem de arroz descascado isenta de glúten, separada fisicamente das restantes linhas, de forma que não ocorra contaminação cruzada (Germen, 2022a).

Dos produtos que comercializa, a farinha de trigo para panificação é o principal produto, que ocupa cerca de 50% das vendas. Além disso, comercializa 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. As farinhas para alimentação infantil (*baby food*) são o produto que mais tem expandido, porém, a sua produção requer um controlo apertado desde o agricultor até ao cliente, principalmente, no que toca à ausência de contaminação por pesticidas para ir de encontro ao exigido (Germen, 2022a).

Ademais, em 2015, a Germen lançou no mercado uma gama de preparados de farinhas *free from*, tendo sido pioneira na produção destes produtos em Portugal. Desta forma, apresenta uma linha dedicada à produção de preparados *free from* (isentos de glúten, sem trigo, sem leite, sem lactose, sem soja e sem palma) para fins industriais - marca Germen - e para usos culinários - marca EYRA. Os únicos alergénios presentes nesta linha de produção são as sementes de sésamo e ovo.

A marca EYRA nasceu com o intuito de responder às exigências nutricionais da população cada vez mais informada, assim como às necessidades de saúde. Esta marca oferece um leque variado de preparados de pastelaria e padaria, através da cuidada seleção de farinhas *free from*, em que basta adicionar alguns ingredientes aos preparados para o consumidor final conseguir obter e desfrutar destes produtos (Eyra, 2020).

No âmbito da certificação, a Germen é certificada pela Associação Portuguesa de Celíacos (ACP), pela *Association of European Coeliac Societies* (AOECS) e possui, ainda, as certificações *BRCGS Food Safety* e *Gluten Free Certification Program* (GFCP).

Os fornecedores de matérias-primas GLUTEN FREE, devem apresentar certificação GLUTEN FREE reconhecida ou devem fornecer informações quanto ao: controlo de glúten; segurança alimentar; rastreabilidade; HACCP; boas práticas de produção; lista de alergénios completa com intencionais e não intencionais para cada ingrediente; ficha de especificação; e outros controlos que reforcem o processo.

À parte disso, a Germen possui um laboratório acreditado segundo a norma NP EN ISO/IEC 17025 para análise da qualidade das matérias-primas e produtos acabados. O laboratório de ensaios da Germen foi requalificado como laboratório central do grupo Better Foods. A padaria experimental localizada na Germen funciona apenas ocasionalmente, sendo que todas as farinhas são testadas diariamente na padaria central da Moagem Ceres (Germen, 2022a).

De futuro, atendendo às tendências atuais do mercado, a empresa pretende alargar a gama de preparados *free from* da marca Eyra e Germen, reformulando os produtos existentes e inovando em novos produtos, com o intuito de satisfazer as necessidades dos consumidores. Por questões de saúde e bem-estar pretende recorrer a alegações nutricionais, por meio da suplementação em vitaminas, minerais e macronutrientes, ou com recurso a outros ingredientes com interesse do ponto de vista nutricional, permitindo ir ao encontro de uma alimentação mais saudável.

1.3. Objetivos

Como já referido anteriormente, a Germen – Moagem de Cereais S.A. é certificada pela Associação Portuguesa de Celíacos (APC), que consiste numa associação sem fins lucrativos que defende os interesses e direitos de pessoas com doença celíaca e dedica-se à prestação de serviços e apoio através de programas pedagógicos. Um dos problemas exposto pela APC à Germen está relacionado com a qualidade nutricional dos produtos alimentares isentos de glúten, principalmente no que diz respeito ao teor proteico e em fibra, e aos problemas de obstipação após a sua ingestão.

Sendo a Germen uma empresa certificada e interessada no desenvolvimento de produtos alimentares *free from*, que permitam ir de encontro às necessidades dos consumidores, o presente estágio teve como principal objetivo desenvolver dois produtos alimentares *free from* (isentos de glúten, sem lactose, sem trigo, sem leite, sem soja e sem palma) que permitam colmatar estes problemas, em particular:

- 1) **Preparado para pães**, que permita obter um pão com miolo fechado, uma textura suave, com uma cor branca a amarelada e com um sabor que se diferencie dos restantes pães isentos de glúten existentes no mercado e, ao qual possam ser feitas alegações nutricionais em fibra e proteína. O preparado deve apresentar dois modos de preparação - manual e na máquina de pão.
- 2) **Alimento de farinha de arroz para preparação de papas**, ao qual possam ser feitas alegações nutricionais de fibra e “Sem Adição de Açúcares”, e que permita obter papas com uma textura mais espessa e com um sabor agradável, sem recorrer a açúcares convencionais. Este produto deve ser nutritivo para crianças e adultos e a sua preparação pode ser feita com leite.

Importa salientar, que o projeto do alimento de farinha de arroz para preparação de papas teve início no ano de 2020, onde foram testadas várias formulações, mas que não foram de encontro aos objetivos pretendidos. Assim, o objetivo proposto foi retomar este desenvolvimento, tendo em conta o que já tinha sido testado anteriormente.

Ambos os produtos, consistem numa mistura de ingredientes secos (em pó), para a posterior confeção pelo consumidor. O intuito de ambos é que possam combinar o sabor e a conveniência com benefícios nutricionais e que sejam aptos para regimes alimentares delimitados por escolhas pessoais ou por necessidades nutricionais específicas, derivadas de situações crónicas ou pontuais. Além disso, pretende-se que apresentem um rótulo mais limpo (*Clean Label*).

No decorrer do estágio, foi ainda proposto uma reformulação a preparados *free from* para pães de baixo custo e, ainda, a preparados de pastelaria da marca EYRA. O objetivo foi reduzir o teor de açúcar e de sal, e substituir aditivos que devem ser excluídos das formulações atuais, segundo um desafio proposto por um cliente internacional com parceria com o grupo Better Foods, com o intuito de tornar os produtos mais *clean label*.

1.4. Metodologia

O trabalho desenvolvido ao longo do estágio curricular obedeceu à seguinte metodologia:

1. Análise dos Projetos Propostos e Definição dos Objetivos

- Primeiramente, procedeu-se à definição e contextualização dos projetos e à delimitação das atividades a desenvolver.

2. Pesquisa Bibliográfica e Análise da Concorrência

- Posteriormente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica e uma análise a produtos concorrentes existentes no mercado.

3. Desenvolvimento Laboratorial, Análise Nutricional e Sensorial

- Após a segunda etapa, foram selecionadas as matérias-primas para cada um dos projetos e desenvolvidas formulações, simultaneamente, com a estimação dos valores nutricionais que permitissem ir de encontro aos objetivos pretendidos. Seguidamente, as formulações foram testadas e validadas em laboratório, e após a definição de uma formulação ideal foram realizadas análises sensoriais e validadas, analiticamente, as análises nutricionais aos produtos finais.

4. Análise dos Resultados e Conclusões

- Por fim, realizou-se uma análise aos resultados obtidos e retiraram-se as respetivas conclusões e sugestões de melhoria/continuação para ambos os projetos.

1.5. Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos.

Neste capítulo é introduzido o tema através de uma contextualização geral do trabalho, seguida de uma breve apresentação do local de estágio e de uma descrição dos objetivos propostos e da metodologia utilizada.

O capítulo 2 apresenta um enquadramento teórico que aborda as principais temáticas relacionadas com os produtos desenvolvidos. Inicia-se com uma descrição detalhada relativamente às substâncias e ingredientes que não são incluídos nas formulações dos produtos desenvolvidos, onde são expostos os problemas associados à sua inclusão. Segue-se uma descrição dos ingredientes utilizados nas formulações dos respetivos produtos desenvolvidos, em que se destaca a sua importância. É ainda abordada a relevância da análise nutricional e quais os requisitos legais a ter em conta em ambos os desenvolvimentos para atribuição das alegações nutricionais. Uma vez que foi realizada uma análise sensorial a ambos os produtos, foi também efetuada uma breve descrição da importância da análise

sensorial e dos sentidos humanos utilizados para a sua realização, bem como uma breve abordagem aos testes utilizados nas provas sensoriais. Por fim, é efetuado um enquadramento legal, onde são abordadas alguns dos requisitos legais a ter em conta nos projetos desenvolvidos.

No capítulo 3 são abordadas as matérias-primas incorporadas nos desenvolvimentos e as metodologias experimentais a que se recorreu para a concretização dos objetivos do trabalho, mais concretamente, a descrição do procedimento laboratorial e as análises realizadas a cada um dos produtos desenvolvidos.

No capítulo 4 são expostos e discutidos os procedimentos de desenvolvimento de cada um dos produtos, bem como os resultados obtidos nas análises realizadas.

Para uma fácil perceção, tanto o capítulo 3 como o capítulo 4, encontram-se divididos para cada um dos produtos desenvolvidos, iniciando-se com o desenvolvimento do preparado para pães *free from* e, posteriormente, com o desenvolvimento do alimento de farinha de arroz para preparação de papas *free from*.

Por fim, no capítulo 5, são sintetizadas as principais conclusões e as perspetivas de trabalhos futuros para a melhoria e continuação de ambos os projetos.

CAPÍTULO 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. Problemas de Saúde Associados ao Trigo e ao Glúten

O trigo (*Triticum vulgare*) é considerado um dos mais importantes cereais para a obtenção de farinhas obtidas a partir da moagem de cereais. Destina-se, especialmente, à produção de pães, bolos e produtos similares. Geralmente, apresenta 68-74% de hidratos de carbono, 9-14% de proteína, 1% de gordura e celulose e 0,5% de cinzas (Preichardt & Gularte, 2014).

O glúten é definido como um conjunto de proteínas que se encontram, em conjunto com o amido, no endosperma de cereais como o trigo, o centeio e a cevada (Caio et al., 2019). O glúten pode ser dividido em prolaminas (proteínas solúveis em álcool) e glutelinas (proteínas insolúveis em água e em álcool), que são responsáveis pela capacidade de absorção de água e das propriedades viscoelásticas únicas que a massa de trigo apresenta. No trigo, as prolaminas são denominadas de gliadinas e as glutelinas são denominadas por gluteninas. Enquanto os termos secalina, hordeína e aveninas descrevem a fração de prolamina do centeio, cevada e aveia, respetivamente. As principais proteínas do glúten são as gluteninas (glutelinas) e as gliadinas (prolaminas), que representam cerca de 85-90% das proteínas totais contidas na semente de trigo (Biesiekierski, 2017).

Particularmente, nos produtos de panificação a relação entre a gliadina e glutenina é um dos fatores determinantes para os parâmetros reológicos da massa. Cada proteína apresenta funções diferentes e decisivas na determinação das propriedades viscoelásticas e na qualidade do produto final. A gliadina é uma proteína que contribui para a viscosidade e extensibilidade da massa, enquanto a glutenina é uma proteína que contribui para a resistência e elasticidade da massa. A qualidade da farinha depende do equilíbrio entre estas duas proteínas, sendo necessário um equilíbrio adequado para produtos de panificação (Barak et al., 2014; Biesiekierski, 2017; Zilić et al., 2011).

Quando se adiciona água a uma farinha com glúten, as proteínas insolúveis em água (a gliadina e a glutenina) interagem entre si e estabelecem ligações de dissulfureto que formam pequenas cadeias de proteínas e criam uma estrutura resistente – o glúten (Figura 2.1-1) (Zilić et al., 2011).

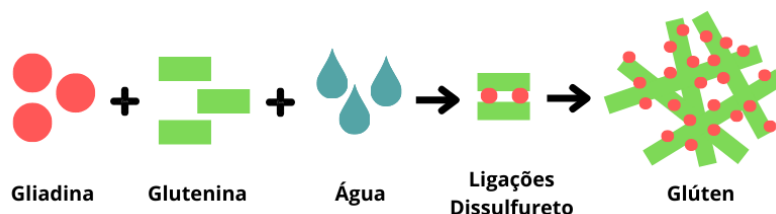


Figura 2.1-1. Imagem ilustrativa da representação da estrutura do glúten. Adaptado de: Bold (2022).

A matriz de glúten é descrita como viscoelástica, coesa e essencial para a retenção de gases durante a fermentação de produtos panificáveis. Quando sujeita a uma adequada hidratação, ocorre a formação de rede de polímeros que permite que a massa seja mais extensível e elástica, melhorando a cobertura, a moldagem da massa e a estrutura celular do produto acabado, conferindo assim propriedades viscoelásticas únicas à massa do pão e a outros produtos alimentares, tais como produtos

de pastelaria (Damodaran et al., 2007; Wrigley et al., 2006). Pode também ser utilizada como aditivo em alimentos processados para melhorar não só a textura e sabor como a retenção de humidade (Biesiekierski, 2017).

No entanto, a ingestão de glúten e/ou trigo tem sido associada a vários distúrbios clínicos, incluindo a doença celíaca (DC), alergia ao trigo e sensibilidade não celíaca ao glúten (SGNC) (Elli et al., 2015).

2.1.1. Doença Celíaca (DC)

A Doença Celíaca é uma doença crónica e autoimune que se desencadeia em indivíduos com predisposição genética, na sequência da ingestão de alimentos com glúten (Caio et al., 2019; Koehler et al., 2014). Esta ingestão gera uma resposta inflamatória na parte superior do intestino delgado, originando uma progressiva destruição da mucosa, denominada como atrofia das vilosidades intestinais (**Figura 2.1-2**), que reduz a área de absorção intestinal e interfere na absorção de micronutrientes (Castillo et al., 2015).

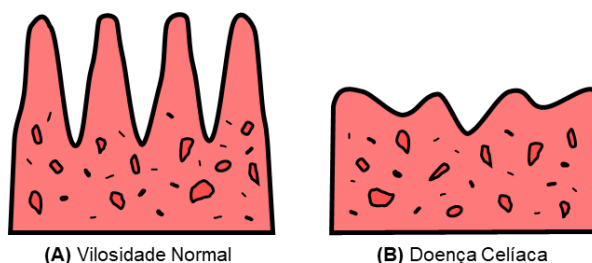


Figura 2.1-2. Imagem ilustrativa das vilosidades intestinais de um indivíduo não celíaco (A) e de um indivíduo celíaco (B). Adaptado de: Mayo Clinic (2021).

Os pacientes que aportam esta doença podem manifestar uma ampla gama de manifestações clínicas. Geralmente, apresentam sintomas gastrointestinais que incluem desconforto e inchaço abdominal, esvaziamento gástrico retardado e azia. No entanto, a DC também tem sido associada a manifestações extraintestinais que incluem hepatopatia, dermatite herpetiforme, nefropatia por imunoglobulina A (IgA), epilepsia do lobo temporal, ataxia cerebelar, neuropatia periférica, hemossiderose pulmonar ou sintomas inespecíficos, como dor nas articulações, cefaleia e alterações de humor (Castillo et al., 2015).

Nos últimos anos, houve um aumento significativo na prevalência e incidência da DC. As razões para esse aumento ainda são desconhecidas, mas acredita-se que pode estar relacionado com as mudanças na dieta e/ou ambientais e com a maior disponibilidade de testes de triagem (Caio et al., 2019; Castillo et al., 2015). Atualmente, estima-se, com base em exames serológicos, que cerca de 1,4% da população global apresenta DC. Já com base em resultados positivos por biópsia, estima-se que aproximadamente 0,7% da população mundial apresenta DC. Contudo, esta prevalência apresenta variações entre países (Caio et al., 2019; Lebwohl & Rubio-Tapia, 2021). Em Portugal, de acordo com um estudo realizado por Antunes et al., estimou-se que a prevalência de DC no país é de 1:134, que corresponde aproximadamente a 1% da população portuguesa (Antunes et al., 2006).

2.1.2. Sensibilidade ao Glúten Não Celíaca (SGNC)

A SGNC caracteriza-se por sintomas intestinais e extraintestinais desencadeados pela ingestão de produtos alimentares contendo glúten que se assemelham à DC. No entanto, não se verificam marcadores genéticos e alterações serológicas e histológicas como a DC (APC, 2022a).

Estudos recentes demonstram que o problema pode não residir unicamente no glúten, mas sim em outros constituintes do trigo, não se sabendo ainda ao certo qual a fração proteica que desencadeia este distúrbio. Assim, são necessários mais estudos de forma a compreender o mecanismo da SGNC (APC, 2022a; Barbaro et al., 2018).

O diagnóstico é maioritariamente realizado com base na melhoria da sintomatologia após uma dieta isenta de glúten (DIG). Assim, dado que não existem critérios de diagnóstico específicos, a prevalência é desconhecida. No entanto, estima-se que a SGNC afete cerca 0,5% a 13% da população mundial, com incidência mais frequente em mulheres, adolescentes e em indivíduos na terceira e quarta década de vida (Barbaro et al., 2018).

2.1.3. Alergia ao Trigo

A alergia ao trigo consiste numa reação adversa do sistema imunitário às proteínas do trigo, que envolve anticorpos imunoglobulina E (IgE) específicos e a libertação de mediadores químicos (Zoumpopoulou & Tsakalidou, 2019). O trigo apresenta diferentes componentes que podem levar à reação alérgica que inclui as proteínas solúveis em água (albumina e globulina), as proteínas insolúveis (glutenina e gliadina), proteínas de transferência de lipídios inespecíficas e inibidores de α -amilase e tripsina (Mirjalali & Tavakoli, 2022).

Dependendo do tempo e da via de exposição ao trigo, a alergia pode ser classificada em duas categorias: as mediadas por IgE ou não mediadas por IgE. A alergia mediada por IgE ocorre em poucas horas manifestando respostas inflamatórias, já a alergia não mediada por IgE pode ser retardada por várias horas ou dias após a ingestão e/ou exposição ao trigo, apresentando diferentes manifestações intestinais e extraintestinais (Asri & Rostami-Nejad, 2022; Mirjalali & Tavakoli, 2022; Zoumpopoulou & Tsakalidou, 2019).

A nível de incidência, estima-se que aproximadamente 0,4% da população mundial apresenta alergia ao trigo, sendo a maioria crianças. A alergia ao trigo desencadeia sintomas alérgicos típicos que envolvem a pele, o trato-gastrointestinal, o sistema respiratório e anafilaxia (Zoumpopoulou & Tsakalidou, 2019).

2.1.4. Tratamento

O único tratamento conhecido para estes distúrbios, consiste na eliminação total do glúten, ou seja, numa dieta isenta de glúten (DIG), em que devem ser excluídos da alimentação produtos que contenham trigo, centeio ou cevada. No entanto, esta intervenção, apesar de benéfica para a regeneração completa do intestino, pode levar a um défice nutricional a longo prazo, particularmente, em fibras, proteínas, vitaminas e minerais essenciais (Lerner et al., 2019). Deste modo, importa que a alimentação do indivíduo com distúrbios associados à ingestão do glúten seja rigorosa, saudável,

equilibrada e acompanhada profissionalmente, de forma a impossibilitar um possível desequilíbrio nutricional (APC, 2022b).

A aveia é um cereal controverso quanto à presença de glúten e à sua inclusão na dieta alimentar de pessoas com DC. Naturalmente, a aveia não contém glúten dado que a avenina - fração de prolamina na aveia - é estruturalmente diferente de outras frações de prolamina e representa apenas 10-15% da proteína total da aveia, contrariamente, ao conteúdo de prolaminas presentes no trigo, na cevada e no centeio, que representam cerca 35-50% da proteína total. No entanto, a aveia, é um cereal muito sujeito a contaminações cruzadas por meio de práticas agrícolas normais com fontes de glúten, mais concretamente, a cevada e o trigo (La Vieille et al., 2016).

Estudos demonstram que a aveia não é tóxica para maioria dos indivíduos com DC (95%) e que estes podem tolerar quantidades moderadas de aveia, desde que esta seja pura e certificada como “isenta em glúten”. Porém, um subgrupo de indivíduos com doença celíaca (<5%) pode ser clinicamente intolerante à aveia não contaminada. Nestes poucos casos, a avenina, é a principal responsável por desencadear uma resposta imunológica semelhante ao glúten (Bai et al., 2013).

Devido à limitação de informações sobre o consumo a longo prazo e a relatos de que alguns indivíduos com DC podem não tolerar aveia não contaminada, a empresa Germen, não inclui este ingrediente na linha de produção de produtos *free from*.

2.2. Problemas de Saúde Associados ao Leite e à Lactose

A lactose é um açúcar natural presente no leite de mamíferos e é considerada a principal fonte de carboidratos e energia. A lactose é um dissacarídeo que se decompõe em dois monossacarídeos - a glicose e galactose - que se ligam entre si por uma ligação β -(1,4). Para ocorrer a hidrólise desta ligação é necessária uma enzima intestinal – a lactase –, que digere a lactose e permite absorção da glicose e da galactose no intestino (Forsgård, 2019).

O leite e os seu derivados são uma fonte importante de energia, proteínas, gorduras e nutrientes. Contudo, a ingestão do mesmo está associada a distúrbios como a intolerância à lactose ou alergia às proteínas do leite da vaca. O leite e produtos à base de leite, incluindo a lactose, fazem parte da lista de alergénios que são sujeitos a uma menção obrigatória nos rótulos dos produtos alimentares, pela legislação europeia (Regulamento nº1169, 2011).

2.2.1. Intolerância à Lactose

A intolerância à lactose ocorre quando o organismo não apresenta lactase em quantidade suficiente para digerir a lactose. Quando a enzima lactase apresenta uma deficiência, ou lactase não persistente (LNP), a lactose não é hidrolisada e entra no cólo. Ao não ser digerida, dado que não é absorvida, vai atrair água da corrente sanguínea, por ação osmótica, originando fezes moles ou diarreia aquosa. Além disso, no intestino grosso a lactose é fragmentada em monossacarídeos pela microbiota – fermentação bacteriana –, onde se consomem e geram ácidos graxos de cadeia curta, que podem ser usados pelas células epiteliais intestinais ou excretados nas fezes e, ainda gases como hidrogénio (H₂), dióxido de

carbono (CO₂) e metano (CH₄) que aumentam a pressão intracolônica (**Figura 2.2-1**) (Porzi et al., 2021).

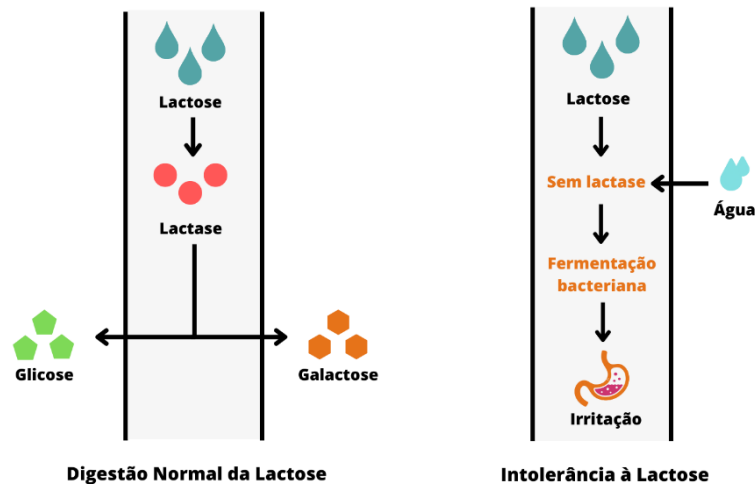


Figura 2.2-1. Imagem ilustrativa da digestão normal da lactose e da intolerância à lactose. Adaptado de: Ashish (2022).

Estes fatores contribuem para sintomas gastrointestinais, como inchaço, diarreia, dor abdominal, flatulência, cólicas e náuseas. No entanto, a gravidade dos sintomas depende de vários fatores como a quantidade de lactose ingerida, o tempo de trânsito intestinal, a expressão da lactase, a variabilidade da microbiota intestinal, a sensibilidade individual e fatores psicológicos (Porzi et al., 2021).

Existem três tipos de intolerância à lactose: congênita, primária e secundária. A intolerância congênita trata-se de uma doença muito rara, que se manifesta logo após o nascimento e impede aleitamento materno, sendo necessário a exclusão completa de fontes de lactose para o resto da vida. A intolerância primária corresponde à deficiência da enzima lactase ou LNP e é considerada a causa mais comum na intolerância à lactose. A intolerância secundária, deve-se a lesões no intestino delgado, como DC que, devido às vilosidades intestinais danificadas, afeta a enzima lactase e, conseqüentemente, geram uma incapacidade de digerir a lactose. No entanto, quando o celíaco inicia uma DIG rigorosa irá recuperar as suas vilosidades e, conseqüentemente, recupera a atividade da enzima lactase, deixando de ser intolerante à lactose (Alkalay, 2021; Coeliac UK 2022).

Após o nascimento, a maioria dos indivíduos apresenta uma elevada capacidade de digerir a lactose, contudo, grande parte da população perde essa capacidade após o desmame. Estima-se que cerca de 70% da população mundial apresenta LNP, no entanto, esta prevalência pode variar entre populações e etnias (Adilac, 2020; Forsgård, 2019).

O tratamento associado a este distúrbio passa pela redução ou eliminação de produtos lácteos que contenham lactose na dieta do indivíduo e/ou a sua substituição por alternativas sem lactose. (Carrapatoso et al., 2017; Porzi et al., 2021).

2.2.2. Alergia às Proteínas do Leite da Vaca (APLV)

A alergia às proteínas do leite de vaca (APLV) é uma reação imunitária às proteínas encontradas no leite da vaca. O leite de vaca engloba 20 proteínas, entre as quais proteínas como a caseína, α -

lactoalbumina e a β -lactoglobulina, albumina de soro bovina e imunoglobulinas bovinas, que estão implicadas nas reações alérgicas. Estas proteínas podem ser ingeridas através do consumo de leite de vaca e/ou transmitidas a partir do leite materno (Carrapatoso et al., 2017; Mousan & Kamat, 2016).

A APLV manifesta-se com sintomas gastrointestinais e pode ser diagnosticada em qualquer faixa etária, sendo mais comum em bebés e crianças até 3 anos de idade. O quadro clínico varia de sintomas ligeiros a mais graves, sendo os sintomas mais frequentes a urticária, o eczema, vómitos, diarreia, dor abdominal, dificuldade respiratória e anafilaxia. Estima-se que a incidência seja entre 2-3% nos primeiros anos de vida de um bebé, inferior a 1% em crianças com pelo menos 6 anos de idade e rara em adultos (Carrapatoso et al., 2017; Koletzko et al., 2012).

O tratamento desta alergia passa pela abstinência da ingestão de leite de vaca e dos seus derivados e/ou a substituição por alternativas na dieta do indivíduo (Carrapatoso et al., 2017).

2.3. Problemas de Saúde Associados à Soja

A soja é uma leguminosa que apresenta um grande interesse a nível nutricional devido ao seu elevado teor em proteínas, fibras, vitaminas, nutrientes, aminoácidos, ao seu baixo teor em gordura saturada e por não conter colesterol. Devido a estas características, a soja é considerada uma das principais alternativas às fontes de proteínas animais, passando a desempenhar um papel cada vez mais importante na alimentação humana (Vale, 2022).

Porém, a soja e os seus derivados estão incluídos na lista de ingredientes alergénios, podendo causar reações alérgicas a certos indivíduos. Deste modo, um produto que contenha na sua composição soja é sujeito a menção obrigatória e deve ser destacada a sua inclusão no rótulo, de acordo com a legislação europeia sobre a rotulagem alimentar (Regulamento nº1169, 2011).

A alergia à soja é considerada uma das alergias alimentares mais comuns na infância, afetando cerca de 0,4% das crianças. No entanto, a maioria das crianças consegue superar a alergia à soja (Savage et al., 2010). A nível clínico, pode provocar sintomas leves a graves, que podem começar em alguns minutos a várias horas após a ingestão/exposição. Os sintomas podem envolver reações a nível cutâneo, gastrointestinais, cardiovasculares e respiratórios. Tal como em outras alergias, o tratamento passa por evitar a ingestão de soja e dos seus derivados.

2.4. Problemas Ambientais Associados à Palma

A palma é uma planta nativa de África. A partir do fruto da palma podem ser extraídos dois tipos de óleo: óleo de palma e o óleo de palmiste. O óleo de palma é obtido a partir da polpa do fruto (mesocarpo), enquanto o óleo de palmiste é extraído do caroço (endocarpo). Estes óleos diferem entre si na composição de ácidos gordos (Mozzon et al., 2018).

Em particular, o óleo de palma apresenta uma grande versatilidade, podendo ser utilizado em diversos produtos alimentares. Quando comparado com outros óleos vegetais, este óleo é considerado mais eficiente, dado que o fruto da palma é capaz de produzir grandes quantidades numa pequena área de terra durante todo ano, tratando-se assim de uma cultura com um elevado interesse, especialmente para os produtores. Assim, devido à alta produtividade, à perpetuidade da planta e ao

baixo custo de produção, o óleo de palma é o mais produzido e comercializado a nível mundial (Mozzon et al., 2018; WWF, s.d.).

No entanto, de acordo com a *World Wide Fund for Nature* (WWF), devido à cultura intensiva e exponencial de palmeiras, o óleo de palma é considerado um dos principais impulsionadores da desflorestação das florestas com grande biodiversidade, destruindo o habitat de várias espécies já ameaçadas de extinção. Consequentemente, a desflorestação combinada com a conversão de solos turfosos ricos em carbono, favorece a libertação de quantidades enormes de gases de efeito de estufa na atmosfera que contribuem para as mudanças climáticas (WWF, s.d.).

Devido a estes impactos negativos, o óleo de palma é considerado “o pior” óleo comestível na França, na Bélgica Francesa e em Itália. Nos últimos anos, os consumidores tornaram-se cada vez mais preocupados e conscientes, levando-os a optar por produtos que não contenham este ingrediente. Particularmente, em Itália o óleo de palma tem sido bastante punido, sendo realizadas várias petições e propostas parlamentares para o eliminar dos produtos alimentares. Isto leva a que muitas marcas alimentares importantes desenvolvam produtos alimentares sem palma, de forma a atender às exigências do consumidor (Hinkes & Christoph-Schulz, 2020; Mozzon et al., 2018).

2.5. Panificação Isenta de Glúten

O pão é um dos produtos alimentares mais populares e antigos, sendo considerado um alimento básico essencial na dieta em todo o mundo. Trata-se de um alimento que é consumido em grandes quantidades diariamente e que apresenta uma boa fonte de carboidratos, fibras alimentares, proteínas, minerais e vitaminas (Martins et al., 2017; Vargas & Simsek, 2021). Contudo, o número crescente de indivíduos com distúrbios associados à ingestão de glúten e/ou trigo, impulsionou o aumento da procura de pães isentos de glúten (Mordor Intelligence, 2022b).

De acordo com a análise *Markets and Markets*, relativamente aos produtos de panificação isentos de glúten, estima-se que haja um crescimento do mercado global de 5,6 bilhões de dólares americanos em 2020 para 8,3 bilhões de dólares americanos em 2025 (Markets and Markets, 2020).

No entanto, os produtos de panificação isentos de glúten mostram ser um grande desafio para a indústria alimentar, devido à sua baixa qualidade sensorial e nutricional. O glúten desempenha um papel fundamental na panificação devido ao seu comportamento viscoelástico, que confere à massa a estrutura típica do pão (El Khoury et al., 2018).

Em comparação com as massas convencionais que contêm glúten, as massas isentas de glúten são caracterizadas por apresentar uma menor coesividade e elasticidade. Após o cozimento, os pães isentos de glúten apresentam várias características indesejadas, como uma textura e cor mais pobre, uma vida útil mais curta, uma sensação de boca seca e um sabor insatisfatório (Cappelli et al., 2020).

A ausência do glúten faz com que sejam necessárias outras alternativas que permitam manter a textura, o volume, o miolo e a qualidade sensorial desejada. A incorporação de amidos, farinhas de cereais e/ou de leguminosas, proteínas, fibras e hidrocolóides são as principais estratégias adotadas para melhorar as propriedades funcionais, sensoriais e nutricionais de produtos isentos de glúten (Cappelli et al., 2020; Carini et al., 2015; El Khoury et al., 2018).

Porém, a utilização destas alternativas acarreta novos desafios, como por exemplo o elevado teor de amido no pão que pode resultar numa redução do prazo de validade. Além disso, a necessidade de mais ingredientes, como os hidrocolóides, resulta num aumento significativo dos custos de produção e implica uma maior lista de ingredientes que pode ser desfavorável no ponto de vista do consumidor, dado que uma lista grande de ingredientes induz a que o produto seja menos “natural” (Heller, 2009).

2.5.1. Principais Etapas de Produção de Pão

A produção de pão envolve várias etapas. No caso dos pães convencionais ocorrem as seguintes etapas: amassadura, repouso, fermentação e cozedura. No entanto, a produção de pães isentos de glúten difere significativamente da panificação convencional devido à falta da forte matriz proteica – o glúten – que os pães de trigo apresentam, ocorrendo assim apenas as seguintes etapas: amassadura, fermentação e cozedura (Arendt & Dal Bello, 2011).

A amassadura é a primeira etapa para a produção do pão. Consiste na mistura e homogeneização de todos os ingredientes, possibilitando a hidratação da farinha e a incorporação do ar que permite o desenvolvimento da massa e a formação de uma rede proteica. Trata-se de uma etapa indispensável para obter uma boa massa, dado que influencia a viscoelasticidade da massa e a incorporação do ar que é necessária na formação de bolhas de gás na etapa seguinte – a fermentação (Gallagher, 2009).

A fermentação ocorre numa estufa a uma temperatura de cerca de 36-38°C (temperatura ótima para a levedura) e é responsável pela conversão dos açúcares livres em etanol (álcool), dióxido de carbono (gás) e compostos secundários (ácidos orgânicos, álcoois e ésteres), que estão associados ao sabor e ao aroma característicos do pão. Durante a fermentação, o gás produzido provoca uma expansão das células de gás, que influencia a qualidade final do pão. O crescimento e a estabilidade das bolhas de gás determinam o volume e a textura do pão. Um dos fatores que pode afetar a velocidade da fermentação é a quantidade de levedura e o teor de sal que, em excesso, pode atrasar a mesma (Gallagher, 2009).

Por fim, ocorre a etapa de cozedura a temperaturas entre os 180-220°C. Numa primeira fase, ocorre a expansão da massa, devido ao aumento da temperatura, que resulta numa maior atividade da levedura e, conseqüentemente, numa maior produção de gás. Quando o pão atinge a temperatura de 60°C ocorre a morte térmica das células de levedura e, por sua vez, o etanol evapora e inicia-se a gelatinização do amido e a coagulação das proteínas. No final, ocorrem as reações de caramelização dos açúcares, as reações de *Maillard* e a dextrinização do amido que escurecem a côrde e promovem o desenvolvimento do aroma e do sabor característicos do pão (Gallagher, 2009).

Apesar de serem utilizadas praticamente as mesmas etapas de produção de pães com glúten, geralmente, os tempos e as condições variam. Na etapa de amassadura, devido à ausência do glúten, a maioria do gás (dióxido de carbono) escapa e forma células irregulares e instáveis. Isto contribui para um pão com um volume mais reduzido, falta de estrutura celular e uma textura mais seca, quebradiça e granulosa. Por esta razão, a massa isenta de glúten é menos coesa, menos elástica e mais difícil de manusear, quando comparado com a massa com glúten. Além disso, geralmente, este tipo de massas têm a tendência de conter níveis de água mais elevados. Devido a esta matriz fraca, instável e porosa, os tempos de mistura, fermentação e cozedura tendem a ser mais curtos. Visto que as bolhas de ar

formadas durante a produção do pão são minúsculas, torna-se imprescindível manter as bolhas presas na massa através de ingredientes tensoativos, como é o caso da clara de ovo e/ou lipoproteínas, que formam um sistema de “proteção” à volta das bolhas de ar, permitindo estabilizar o gás e impedindo assim a sua deformação (Melini et al., 2017).

2.5.2. Ingredientes Utilizados no Desenvolvimento

✓ Farinhas isentas de glúten

Existem várias alternativas à farinha de trigo que podem ser aplicadas em produtos de panificação sem glúten (Cappelli et al., 2020). As mais aplicadas são: farinha de arroz; farinha de milho; farinha de sorgo; farinha de trigo sarraceno; milheto e farinha de batata (Wu et al., 2019).

Farinha de Arroz

O arroz (*Oryza sativa*) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, sendo considerado o alimento base na dieta de mais de metade da população mundial, principalmente na Ásia. Este cereal, apresenta uma fonte importante de energia, dado que o principal constituinte é o amido, que contribui positivamente para a textura de muitos alimentos. Contém ainda, em percentagens mais baixas, proteínas, lípidos, fibras, vitaminas e minerais importantes (Muthayya et al., 2014; Walter et al., 2008).

O grão de arroz é constituído pelo endosperma (70%), casca de arroz (20%), farelo de arroz (8%) e gérmen de arroz (2%). Devido a estas diferentes frações do grão, os nutrientes não se encontram distribuídos uniformemente – a camada externa apresenta maiores concentrações de proteínas, lípidos, fibras, minerais e vitaminas, enquanto, a camada interior é rica em amido. Assim, ao produzir farinha de arroz, que consiste na remoção da casca e do farelo (camada externa) e na moagem do arroz polido, ocorre uma redução do teor de nutrientes, restando, maioritariamente, amido (Genevois et al., 2021; Walter et al., 2008).

A farinha de arroz é considerada uma das farinhas mais adequadas para a produção de pães isentos de glúten devido ao seu sabor neutro, cor branca, baixo teor de sódio e de prolaminas. Além disso, apresenta propriedades benéficas de digestibilidade e absorção e propriedades hipoalergénicas, que não influenciam a qualidade final do pão (Cappelli et al., 2020; Franco et al., 2020).

No entanto, uma das desvantagens da farinha de arroz nos produtos de panificação é a sua incapacidade de desenvolver uma rede proteica semelhante ao glúten. Assim, é importante combiná-la com outras farinhas, amidos, hidrocolóides e enzimas de forma a colmatar a ausência da matriz de glúten e melhorar as propriedades reológicas da massa, bem como o tempo de prateleira (Franco et al., 2020).

Farinha de Leguminosas

As farinhas de leguminosas têm vindo a despertar um elevado interesse, devido às suas propriedades nutricionais, em particular, ao seu perfil proteico. As leguminosas apresentam uma importante fonte de proteínas, carboidratos, vitaminas, minerais e fibras alimentares. Além disso,

apresentam propriedades funcionais importantes na formulação e desenvolvimento de produtos alimentares. Os benefícios associados às farinhas de leguminosas, juntamente com o aumento crescente de pessoas com DC, mostram um particular interesse na substituição às farinhas comuns para a preparação de produtos isentos de glúten (Melini et al., 2017; Miñarro et al., 2012).

Particularmente, a farinha de grão-de-bico é considerada um ingrediente promissor para a melhoria da qualidade de produtos panificáveis. Trata-se de uma leguminosa com um elevado teor de proteínas, com um baixo teor de gordura e elevado teor de hidratos de carbono e de fibra alimentar. É também rica em minerais tais como: potássio, cálcio, sódio, magnésio, cobre, ferro e zinco (Ouazib et al., 2016).

Do ponto de vista nutricional, o grão-de-bico contribui para a saúde humana e para a redução do risco de doenças crónicas, dada a sua composição em nutrientes como proteínas, fibras, minerais e compostos bioativos. Já no ponto de vista tecnológico, a farinha de grão-de-bico possui boas propriedades emulsificantes, espumantes e gelificantes, bem como uma elevada viscosidade e capacidade de absorção de água e óleo (Santos et al., 2020). Além disso, de acordo com um estudo realizado por Miñarro et al. (2012), a massa de pão à base de grão-de-bico apresenta melhores propriedades físico-químicas e sensoriais, comparativamente com outras leguminosas. Por estes motivos, a farinha de grão-de-bico é uma alternativa promissora na preparação de pães isentos de glúten (Miñarro et al., 2012).

✓ Amido

O amido é amplamente utilizado como ingrediente para melhorar a textura, aparência e a aceitação geral de alimentos à base de cereais, devido à sua capacidade de reter bolhas de gás e de formar uma matriz. É a principal fonte de energia que se encontra em plantas, incluindo cereais, leguminosas, raízes e tubérculos, fornecendo cerca 70-80% das calorias consumidas por humanos a nível mundial (Horstmann et al., 2016).

O amido é composto por dois polímeros de D-glucose: a amilose e a amilopectina. A amilose é uma molécula essencialmente linear formada por unidades de D-glucose unidas por ligações α -(1,4); enquanto a amilopectina é uma molécula altamente ramificada, formada por unidades lineares de D-glucose unidas pela ligação α -1,4 com ligações ramificadas α -(1,6). Estes dois polímeros representam cerca de 98-99% do peso seco do amido, sendo a restante percentagem composta por proteínas, lípidos, minerais e fósforo (Horstmann et al., 2017).

Por sua vez, as percentagens de amilose e de amilopectina, dependendo da fonte de amido, influenciam o processo de panificação. As principais fontes (milho, trigo, batata, mandioca e arroz), apresentam cerca de 70-80% de amilopectina e 20-30% de amilose (Horstmann et al., 2017).

Habitualmente, o amido é utilizado como ingrediente gelificante, espessante, aderente, de retenção de humidade, estabilizador, texturizante e de antienvelhecimento. Assim, em produtos isentos de glúten, o amido desempenha um papel importante dado que permite melhorar uma ou mais destas propriedades dependendo da interação com outros ingredientes na formulação e do tipo de produto alimentar (Horstmann et al., 2016).

Durante o processamento de produtos alimentares, o amido sofre alterações físico-funcionais, devido às diferentes etapas de aquecimento e arrefecimento como: a gelatinização e a retrogradação

(Horstmann et al., 2017). A funcionalidade do amido é importante, visto que influencia o controlo da humidade, viscosidade, textura, consistência, sensação na boca, bem como o prazo de validade dos produtos alimentares (Wang et al., 2015).

A gelatinização ocorre na presença de água e calor e consiste na rutura da ordem estrutural dos grânulos de amido. Com o aumento da temperatura ocorre a rutura das ligações de hidrogénio presentes nos grânulos, que facilita a entrada da água e, conseqüentemente, ocorre a expansão e inchaço dos grânulos. Esta rutura leva a mudanças irreversíveis e resulta num aumento da viscosidade da massa. No final forma-se uma estrutura em rede de cadeias de amilose e de amilopectina unidas à água através de ligações de hidrogénio. A temperatura que marca o início destas transformações no grânulo de amido é denominada como temperatura de gelatinização. No entanto, esta a temperatura varia entre as diferentes fontes de amido, sendo que, é mais elevada nos amidos de cereais do que nos amidos de raízes e tubérculos (Horstmann et al., 2017; Wang et al., 2015).

Quando o amido é arrefecido após o aquecimento, ocorre o fenómeno designado por retrogradação. A retrogradação consiste na reassociação dos polímeros através das ligações de hidrogénio em estruturas parcialmente ordenadas. Na panificação, este processo é chamado de envelhecimento e está ligado ao aumento da firmeza do miolo do pão ao longo do tempo de armazenamento. A retrogradação é um processo contínuo que, inicialmente, envolve a recristalização rápida das moléculas de amilose (moléculas lineares ligam-se mais facilmente umas às outras) seguida de uma recristalização lenta das moléculas de amilopectina. Assim, a retrogradação da amilose determina a dureza inicial do gel de amido e a viscosidade e digestibilidade dos alimentos processados (Horstmann et al., 2017; Wang et al., 2015).

Nas formulações de pão sem glúten, o processo de envelhecimento derivado da retrogradação do amido, pode ser retardado pela adição de ingredientes como gordura, emulsionantes ou outros ingredientes que interagem com o amido (Horstmann et al., 2017).

✓ Enzimas

As enzimas são proteínas que catalisam reações úteis e desejáveis para a melhoria dos atributos na panificação, incluindo o aumento do volume, a melhoria da textura e extensão do prazo de validade. Por esta razão, as enzimas apresentam um grande interesse no desenvolvimento de produtos isentos de glúten, dado que permitem obter características semelhantes as dos pães convencionais (Casper & Atwell, 2016).

A α -Amilase é uma enzima utilizada para prolongar o prazo de validade dos produtos cozinhados por decomposição do amido em dextrinas (fragmentos do amido que interferem com as interações amido/proteína durante o processo de cozedura do pão). A α -Amilase pode ser derivada tanto de fungos – que são inativadas durante a cozedura –, como de bactérias – que são tolerantes ao calor e apresentam algumas atividades residuais que possibilita o aumento da vida útil –, em que ambas afetam o produto final. As amílases maltogénicas de fontes bacterianas apresentam um interesse particular, uma vez que preservam grande parte da estrutura do amido enquanto produzem açúcares que interferem com retrogradação do amido que produz produtos finais secos e com texturas friáveis (Casper & Atwell, 2016).

✓ Hidrocolóides

Os hidrocolóides alimentares, ou também conhecidos como gomas alimentares, são um grupo de polissacarídeos solúveis em água com diferentes estruturas químicas, com alto peso molecular e são constituídos por moléculas hidrofílicas de cadeia longa (Culetu et al., 2021). Caracterizam-se por ter a capacidade de formar dispersões e/ou géis viscosos quando dispersos em água. A denominação de “hidrocolóide” ou “colóide hidrofílico” advém da afinidade da ligação com moléculas de água que aumenta com o aumento do número de grupos hidroxil (-OH) e da capacidade de formação de dispersão (Saha & Bhattacharya, 2010).

Os hidrocolóides, são amplamente utilizados em produtos de panificação isentos de glúten para “imitar” as propriedades viscoelásticas do glúten, dado que permitem aumentar a estabilidade das bolhas de gás através do aumento da viscosidade e interagir nas propriedades de gelatinização/retrogradação do amido. Isto, por sua vez, permite melhorar as propriedades reológicas da massa como a estrutura, o volume, a textura e o sabor, bem como a extensão da vida útil. (Culetu et al., 2021).

Além disso, a adição de hidrocolóides permite ainda ajudar a aumentar o teor de fibra alimentar nos produtos de panificação isentos de glúten que, geralmente, são caracterizados por apresentar um défice nutricional (Culetu et al., 2021). No entanto, todos estes fatores dependem do tipo de hidrocolóide, da sua percentagem, das interações que ocorrem com os restantes ingredientes presentes nas formulações e dos parâmetros utilizados nos processos de produção (Culetu et al., 2021).

A escolha do hidrocolóides é feita com base nas características desejadas para o produto final. Contudo, é também influenciada pelo preço, visto que por norma os hidrocolóides apresentam um custo elevado que limita a sua utilização. A combinação de hidrocolóides é muito frequente na panificação isenta de glúten, pois permite aumentar a viscosidade e/ou obter uma gelificação mais forte do que quando utilizados individualmente (Casper & Atwell, 2016).

O termo hidrocolóide abrange todos os polissacáridos extraídos de fontes vegetais, algas marinhas e microrganismos, bem como gomas derivadas de exsudados vegetais e biopolímeros modificados obtidos por tratamento químico da celulose (Kohajdová & Karovičová, 2009). Na **Tabela 2.5-1**, encontram-se mencionados os principais hidrocolóides de acordo com a sua origem (Culetu et al., 2021).

Tabela 2.5-1. Principais hidrocolóides e respetiva origem. Adaptado de: Culetu et al. (2021).

Hidrocolóides	Origem
Metilcelulose Carboxymetilcelulose (CMC) Hidroxypropilmetilcelulose (HPMC)	Derivados da celulose
Pectina Beta-glucanos	Extrato de tecidos vegetais
Goma arábica Tragacanto	Exsudados vegetais
Goma Guar <i>Psyllium</i> Goma de Alfarroba	Substâncias vegetais viscosas (mucilagens)
Goma Xantana Goma gellan Dextran	Gomas de fermentação (origem microbiana)
Alginatos Ágar Carragenina	Espécies de algas marinhas
Gelatina Albumina Caseinato	Origem Animal

De entre os vários hidrocolóides, a goma xantana, hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e goma guar têm sido frequentemente incorporados em formulações sem glúten, devido aos seus efeitos promissores na qualidade do produto final (Han et al., 2019).

Hidroxipropilmetilcelulose (HPMC)

Hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) é considerado um dos mais importantes hidrocolóides na elaboração de pães isentos de glúten, devido à sua capacidade de aumentar a consistência da massa, o volume específico do pão, a coesão, o teor de humidade e a porosidade da migalha, enquanto diminui a sua dureza (Encina-Zelada et al., 2019).

Trata-se de um hidrocolóide obtido pela ligação química do grupo metil e hidroxipropil à cadeia de celulose, que resulta num polímero solúvel em água com uma elevada atividade superficial e com propriedades únicas em relação às suas características de hidratação/desidratação durante as mudanças de temperatura (Kohajdová & Karovičová, 2009).

A temperaturas baixas o HPMC apresenta uma grande capacidade de retenção de água. Quando sujeito a um aquecimento, forma um gel reversível que, durante o processo de gelificação, permite criar ligações hidrofóbicas fortes entre as cadeias, formando assim uma rede de gel forte.

A presença do HPMC em produtos de panificação isentos de glúten, faz com que os grânulos de amido adiram entre si e haja mais espaço para reter água no sistema. Juntamente, com a farinha de arroz permite formar ligações hidrofílicas que são benéficas para a absorção de água e para a estabilidade e homogeneidade da massa (Culetu et al., 2021).

Goma Xantana

Outro hidrocolóide que é incorporado em produtos de panificação isentos de glúten, é a goma xantana. Trata-se de um polissacarídeo obtido a partir da fermentação aeróbica de açúcares simples, pela bactéria *Xanthomonas campestris*. Contribui para a obtenção de espumas estáveis baseadas na interação proteína-goma, com propriedades reológicas típicas (Encina-Zelada et al., 2019).

Trata-se de um hidrocolóide vantajoso devido ao seu baixo custo, ao sabor neutro, à solubilidade a temperaturas baixas e à estabilidade em amplas gamas de temperatura e pH. Todas estas propriedades tornam a goma xantana num estabilizador e espessante muito eficaz, que permite obter uma consistência agradável ao produto final (Casper & Atwell, 2016).

Goma Guar

A goma guar, é um polissacarídeo obtido do feijão *Cyamopsis tetragonoloba*. Trata-se de um hidrocolóide que permite obter soluções altamente viscosas em baixas concentrações, úteis em aplicações para melhorar o espessamento, estabilização e ligação de água. É muito utilizado em produtos de panificação para aumentar a viscosidade, para melhorar a massa, o volume do pão, a textura, a cor e para prolongar o prazo de validade dos produtos, através da retenção de humidade (Encina-Zelada et al., 2019).

✓ Proteínas

A adição de concentrados ou isolados proteicos obtidos a partir de microrganismos, animais e/ou plantas tem sido bastante estudada com o intuito de melhorar o perfil nutricional e a qualidade dos pães isentos de glúten. As proteínas animais destacam-se devido ao maior conteúdo de aminoácidos essenciais. No entanto, devido ao seu carácter alergénico e às questões éticas e ambientais, as proteínas de origem vegetal têm despertado um maior interesse (Skendi et al., 2021; Šmídová & Rysová, 2022).

As proteínas são aplicadas em produtos isentos de glúten com o objetivo de aumentar a elasticidade, para melhorar a qualidade através do aumento do sabor e das reações de *Maillard*, para melhorar a estrutura e, ainda, para ajudar na formação de espuma. Nos produtos de panificação, permite obter um pão com maior volume, com uma melhor regularidade do miolo e características sensoriais satisfatórias (Crockett et al., 2011).

Proteínas do ovo

Dentro das várias proteínas existentes, destaca-se as proteínas encontradas nos ovos (albuminas e globulinas), que permitem formar soluções viscosas com uma estrutura proteica semelhante ao glúten. Trata-se de um substituto ao glúten na panificação, que atua como agente espumante e estabilizador (Ngemakwe et al., 2015). Estas proteínas são facilmente digeridas e ideais na recuperação dos pacientes com DC (Crockett et al., 2011). Em particular, as proteínas de clara de ovo (ovalbumina) apresentam um forte comportamento coesivo com excelente capacidade de formação de espuma e estabilidade, permitindo melhorar tanto a qualidade organolética como o valor nutricional. De

acordo com Han et al. (2019), a adição de 5-15% de proteínas da clara de ovo permitiu melhorar significativamente a reologia da massa, o volume específico e a estabilidade de armazenamento do pão.

Isolado Proteico de Batata

O isolado proteico obtido a partir de batatas é também uma proteína utilizada em formulações sem glúten, dado que apresenta propriedades únicas de formação de espuma e de gelificação. Além disso, em comparação com outras proteínas de outras fontes vegetais, a proteína da batata apresenta um elevado interesse nutricional, pois contém uma alta proporção de lisina, aproximando-se da qualidade das proteínas obtidas nos ovos (Casper & Atwell, 2016; Skendi et al., 2021).

✓ Fibra Alimentar

Considerando a importância da ingestão de fibra alimentar pelos pacientes celíacos, nos últimos anos tem sido estudada a incorporação de fibras em produtos de panificação de forma a colmatar este problema (Djordjević et al., 2022).

As fontes de fibras mais utilizadas para o enriquecimento de pães isentos de glúten são as farinhas e farelos de cereais, farinhas de pseudocereais, farinhas de sementes e fibras comerciais isoladas. As fibras de subprodutos das indústrias de moagem de cereais apresentam um particular interesse devido à sua sustentabilidade e economia circular (Djordjević et al., 2022).

Em pães convencionais, a adição de fibra, como o farelo ou fibra comercial, tende a reduzir o volume do pão e as qualidades organolépticas devido à interação entre a fibra e rede de glúten. Porém, no caso dos pães sem glúten, não existe essa limitação devido à inexistência da rede de glúten (Martínez et al., 2014).

Estudos realizados revelam que, para além do benefício a nível nutricional, a adição de fibra alimentar em produtos de panificação sem glúten pode melhorar a resistência, consistência e viscosidade da massa, bem como o volume, textura do miolo e os atributos sensoriais. Permite ainda, prolongar a vida útil do produto final, devido à capacidade de ligação à água, à capacidade de formação de gel, efeito mimético da gordura, texturização e efeito espessante. Além disso, a fibra alimentar está associada a efeitos positivos na saúde, como a diminuição do colesterol, a redução dos níveis de glicose no sangue, proteção contra doenças cardiovasculares, prevenção da obstipação e a promoção de uma boa saúde do cólon (Djordjević et al., 2022).

As fibras alimentares podem ser classificadas como solúveis ou insolúveis. As fibras solúveis permitem aumentar a viscosidade do conteúdo intestinal, retardar a mistura do seu conteúdo e abrandar a sua passagem, limitar a absorção de nutrientes junto à parede intestinal e diminuir a difusão de nutrientes. Já as fibras insolúveis permitem aumentar o volume dos alimentos (bolo fecal), reduzir o período da sua passagem pelo trato digestivo, permitindo assim melhorar o peristáltico intestinal e evitar a obstipação (Kučerová et al., 2013). De acordo com o estudo realizado por Djordjević et al. (2022), verificou-se que, dependendo da percentagem de fibra adicionada e da quantidade de água, a adição de fibra solúvel, em comparação com a fibra insolúvel, permite obter uma estrutura e uma massa mais homogénea, obtendo assim pães com maiores volumes e com o miolo mais macio. As fibras insolúveis

aumentam a consistência da massa e, por isso, exigem um aumento do teor de água nas suas formulações (Martínez et al., 2014).

Farelo de Arroz

O farelo de arroz é considerado um subproduto de elevado valor acrescentado, que contém uma excelente fonte de fibra, vitaminas, minerais, proteínas e lípidos. Trata-se de um ingrediente que apresenta cerca de 20-30% de fibra alimentar total (sendo que 90% desse conteúdo consiste em fibra insolúvel), e costuma ser utilizado como matéria-prima para a produção de óleo de farelo de arroz. No entanto, quando desengordurado, o farelo de arroz é acumulado como subproduto, sendo muitas vezes utilizado para a alimentação animal (Phimolsiripol et al., 2012). Contudo, o farelo possui uma boa capacidade de absorção de água e de óleo, que pode contribuir para o desenvolvimento de vários produtos que requerem essas propriedades. Um estudo realizado por Phimolsiripol et al. (2012) demonstrou que a adição de farelo de arroz em pães sem glúten permitiu melhorar as propriedades estruturais e, ainda, uma melhor aceitação sensorial. Além disso, a adição do farelo de arroz causa um aumento significativo no escurecimento da cor da crosta do pão que, em quantidade controladas, pode ser benéfico para os pães isentos de glúten à base de farinha de arroz, devido a sua tendência para uma cor mais clara (Phimolsiripol et al., 2012).

Fibra de Bambu

A fibra de bambu é polissacarídeo indigestível e uma fibra alimentar insolúvel promissora com benefícios nutricionais e de saúde. Pode também ser adicionada a produtos de panificação sem glúten com o intuito de melhorar as propriedades físicas e estruturais, capacidade de retenção de óleo, características sensoriais e tempo de prateleira (Kučerová et al., 2013).

Psyllium

O *psyllium* é uma fibra solúvel natural caracterizada como um hidroclóide obtido das cascas das sementes de *Plantago ovata*. Tal como as restantes fibras apresenta benefícios nutricionais e de saúde importantes. Além disso, trata-se de uma alternativa natural ao uso de gomas e hidrocolóides, dado que apresenta propriedades reológicas semelhantes, em particular, com a goma xantana. Assim o *psyllium* apresenta um elevado interesse na incorporação de produtos de panificação, no entanto, para obter os benefícios desejados, é necessário adicionar grandes quantidades de *psyllium*. Contudo, existem poucos estudos realizados sobre a aplicação do *psyllium* em pães sem glúten e foi sempre estudada conjuntamente com outros hidrocolóides, como o HPMC e a goma xantana, mas nunca como substituto único do glúten, pelo que são necessários mais estudos que permitam perceber qual a influência do *psyllium* e da sua interação com outros ingredientes (Belorio & Gómez, 2020, 2022).

✓ Aroma

O olfato é um estímulo que apresenta um grande impacto na escolha do consumidor através da fragância do alimento, que atinge o aparelho olfativo humano sem a necessidade de contato físico com o produto. No pão, o aroma desempenha um papel vital na interação com o consumidor, dado que a

frescura do pão é, maioritariamente, avaliada com base no seu aroma e, além disso, está também associado ao sabor esperado do pão (Rusinek et al., 2021).

Os pães com farinhas de trigo ou centeio, conferem um aroma agradável proveniente de compostos voláteis produzidos durante fermentação, oxidação lipídica ou nas reações de *Maillard*. Porém, sabe-se que, quando o pão é elaborado com farinhas sem glúten, a qualidade sensorial diminui significativamente, em relação ao pão convencional (Pico et al., 2017). Desta forma, importa incluir aromas nas formulações dos pães sem glúten, que permitam aumentar a aceitabilidade pelo consumidor.

✓ **Sal e Açúcar**

O sal permite melhorar o sabor do pão e o manuseamento da massa. 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 (Ngemakwe et al., 2015).

O açúcar é um carboidrato nutritivo utilizado na indústria de panificação com o intuito de melhorar o perfil sensorial do pão, mais concretamente o sabor e a cor através de reações de escurecimento como as de *Maillard* e de caramelização. Desempenha várias funções importantes no sistema de panificação, dentro das quais: - contribui para a produção de álcool e gás durante a fermentação da massa, dado que fornece açúcares acessíveis facilmente metabolizados pela levedura; - permite melhorar a vida útil do produto, visto que reduz a atividade da água (conservante natural); - atua como agente espumante e de volume (Mariotti & Lucisano, 2014).

✓ **Outros ingredientes (Água, Levedura e Óleo)**

A água influencia a consistência, a reologia e a temperatura de massa do pão. Permite hidratar proteínas e carboidratos para o desenvolvimento da massa, atuando como um agente de dispersão e de solubilização. A massa do pão é formada durante a mistura da água e da farinha, que resulta na ativação das enzimas, como as amílases, que contribuem para a degradação do amido e produção do açúcar. Auxilia também no desenvolvimento da viscoelasticidade da massa e afeta a gelatinização do amido durante o cozimento. Contudo, a quantidade de água adicionada durante a mistura da massa depende da absorção da água da farinha sem glúten que, por sua vez, depende do teor de proteínas que apresenta. Quanto maior a hidratação, maior o volume específico do pão, até um determinado ponto em que a estrutura da massa fica fraca e promove o colapso durante a fermentação/cozedura. Assim a otimização do teor de água, desempenha um papel importante nas propriedades e no tempo de vida útil do produto final (Belorio & Gómez, 2020; Ngemakwe et al., 2015).

A *Saccharomyces cerevisiae* é a levedura vulgarmente utilizada na indústria de panificação (em concentrações de cerca de 2% em relação à farinha sem glúten), apresentando efeitos importantes nas propriedades reológicas da massa. A levedura é responsável pela fermentação da glicose em dióxido de carbono e etanol sob condições anaeróbicas. Permite contribuir para o sabor dos produtos de panificação através da libertação de açúcares redutores que reagem com os grupos amino das proteínas durante o cozimento (Ngemakwe et al., 2015).

A adição de gordura em pequenas quantidades (até cerca de 3% do peso da farinha) permite tornar o miolo mais fino e sedoso e aumenta o volume do pão e a retenção de frescura. Além disso, permite intensificar o sabor dos produtos de panificação (Ngemakwe et al., 2015).

2.6. Papas Isentas de Glúten

Atualmente, existe um aumento crescente da produção e desenvolvimento de produtos alimentares para preparação de papas sem glúten, derivado do aumento de pessoas com distúrbios alimentares relacionados com a ingestão de glúten. No entanto, as papas comerciais são, maioritariamente, destinadas a bebés. Além disso, segundo a APC, existem problemas associados à ingestão destas papas, nomeadamente, perturbações intestinais frequentes (obstipação) e ausência de sabor devido à utilização de cereais sem glúten. Desta forma, importa desenvolver papas com ingredientes que permitam colmatar estes problemas, que respondam às necessidades dos consumidores e que sejam destinadas a crianças e adultos.

2.6.1. Ingredientes Utilizados nos Desenvolvimentos

✓ Farinha de Arroz Hidrolisada

A farinha de arroz hidrolisada é um produto resultante da hidrólise enzimática do amido presente na farinha de arroz. Esta farinha apresenta boas propriedades espessantes e de absorção de gordura e é utilizado em vários produtos alimentares, dentro dos quais os produtos alimentares infantis (Ferreira et al., 2014).

De acordo com Ferreira et al. (2014), a farinha de arroz hidrolisada é produzida a partir da moagem de grãos quebrados de arroz. A farinha de arroz obtida é peneirada e sujeita à hidrólise enzimática utilizando a enzima α -amilase (endoenzima que catalisa a hidrólise das ligações α -1,4-glicosídicas nos polímeros de amido de forma aleatória, obtendo moléculas de baixo peso molecular) e amiloglucosidase (enzima hidrolítica que atua nas ligações α -1,4-glicosídicas da extremidade não redutora da amilose ou amilopectina e nas ligações α -1,6, libertando β -D-glucose). A hidrólise depende de diversos fatores como origem botânica do amido, tamanho dos grânulos e do sistema enzimático utilizado (Beltrão Martins et al., 2022).

Após o processo da hidrólise enzimática, o produto obtido é seco numa estufa e moído. Durante a secagem da solução hidrolisada, devido às elevadas temperaturas, podem ocorrer reações de *Maillard* entre os açúcares e os aminoácidos. No final, quando o teor de humidade é baixo, pode ocorrer a caramelização do açúcar. Ambas as reações, podem produzir aromas diferentes, que dependem da combinação de aminoácidos livres e açúcares presentes no alimento, bem como a temperatura utilizada durante o processo (Ferreira et al., 2014).

Desta forma, a aplicação da hidrólise enzimática na farinha de arroz permite obter um produto com um elevado grau de solubilidade e digestibilidade, com um sabor doce e um aroma agradável, que pode ser incorporado em preparados de papas sem glúten e ser bem aceite pelos consumidores devido às suas características sensoriais (Ferreira et al., 2014).

✓ **Farinha de maçã**

A maçã é um fruto que aporta vários benefícios para a saúde, devido às suas características nutricionais, como o alto teor em fibras, polifenóis, antioxidantes, vitaminas e minerais. Além disso, permite reduzir o índice glicémico e apresenta efeitos de anti obesidade (Beltrão Martins et al., 2022). A nível sensorial este fruto é conhecido por apresentar um sabor doce agradável, devido ao elevado teor de açúcares presentes naturalmente na fruta (Feliciano et al., 2010).

A farinha de maçã é obtida a partir de maçãs rejeitadas na cadeia de abastecimento que não obedecem aos requisitos de qualidade do mercado. Estas maçãs são secas e moídas em farinha para que, posteriormente, sejam utilizadas na indústria alimentar no desenvolvimento e produção de novos produtos. Trata-se de um reaproveitamento de um subproduto alimentar que contribui para a economia circular e, simultaneamente, para a redução do desperdício alimentar (Beltrão Martins et al., 2022)..

A farinha de maçã apresenta a vantagem de agregar o açúcar natural da fruta – frutose – que permite obter produtos alimentares doces, sem recurso a adição de açúcares, melhorando assim a aceitação por parte do consumidor. Posto isto, a farinha maçã trata-se de um valioso subproduto que pode apresentar resultados promissores no desenvolvimento de produtos alimentares, com boas propriedades nutricionais e de saúde e com atributos sensoriais inovadores, principalmente em produtos doces, como as papas infantis (Beltrão Martins et al., 2022).

✓ **Fibra Alimentar**

Atualmente, a fibra dietética é considerada um ingrediente essencial na incorporação em alimentos, devido às propriedades promotoras de saúde que apresenta (Micka et al., 2017; Shoaib et al., 2016).

Inulina

A inulina é produzida a partir da planta chicória pertencente à família *Asteraceae*. Trata-se de um pó branco, com sabor neutro e com um nível de doçura de cerca de 10%. É amplamente utilizada em diversas aplicações alimentares como substituto da gordura ou do açúcar, ou para conferir características desejáveis, sendo que fornece apenas 25-35% de energia em comparação com os carboidratos digeríveis (Shoaib et al., 2016).

A inulina é uma fibra dietética solúvel, composta por frações de frutose unidas por ligações β -(2-1). Devido a estas ligações, a inulina não é digerida no intestino delgado sendo, por consequência, fermentada no intestino grosso por bactérias intestinais. Isto permite que haja uma diminuição do pH no intestino e um aumento do volume fecal que, por sua vez, resulta no aumento da frequência da evacuação, aliviando assim a obstipação. Além disso, no cólon funciona como um prebiótico, em que estimula o desenvolvimento e ação metabólica das bactérias benéficas (particularmente, *bifidobactérias* e *lactobacilos*), promovendo assim um bom funcionamento intestinal e diminuindo o risco de doenças do trato intestinal (Micka et al., 2017; Shoaib et al., 2016).

Os prebióticos, conjuntamente com probióticos (microrganismo vivos que aumentam o equilíbrio microbiano no intestino) permitem aumentar a atividade e o crescimento das bactérias benéficas presentes no cólon e fortalecer a ação contra microrganismos patogénicos (Shoaib et al., 2016). A

interação entre probióticos e prebióticos resulta num efeito simbiótico superior do que quando utilizados individualmente, o que revela ser extremamente benéfico para o bom funcionamento do trato gastrointestinal.

A inulina apresenta ainda boas propriedades gelificantes. Quando dissolvida em água ou em qualquer outro meio aquoso, permite obter uma estrutura cremosa que proporciona uma sensação na boca semelhante à gordura. No entanto, estas propriedades são influenciadas por vários fatores, como a percentagem de inulina utilizada e fatores extrínsecos como a temperatura, tempo, entre outros (Shoaib et al., 2016).

Desta forma, a inulina pode ser um bom substituto de carboidratos, gordura e adoçante com características sensoriais desejáveis, além de ser uma boa fonte de fibras para enriquecer nutricionalmente os produtos alimentares.

Farelo de Arroz

Outra fibra que é benéfica para a obstipação, por se tratar de uma fibra insolúvel, é o farelo de arroz, devido às razões mencionados na secção **2.5.2**. No entanto, apesar dos vários benefícios já mencionados, esta fibra dietética insolúvel, por vezes, não é bem aceite devido à textura áspera e ao sabor que apresenta, sendo necessário ajustar a sua percentagem nos desenvolvimentos de produtos alimentares, de forma a não afetar a aceitabilidade pelo consumidor, a nível sensorial (Zhao et al., 2018).

✓ Aroma

Os aromas podem ser classificados como sintéticos ou naturais, e possuem propriedades sensoriais importantes nos produtos alimentares, sendo capazes de fornecer ou intensificar o aroma e/ou sabor. A sua utilização contribui para o consumo dos produtos alimentares, permitindo satisfazer os paladares mais exigentes (como os das crianças) mas mantendo seu valor nutritivo (BRF Ingredients, 2020). Desta forma, a aplicação de aromas em produtos alimentares, como os produtos para preparação de papas, desempenha um papel fundamental na aceitação do produto final, pois o sabor e o odor são fatores determinantes para a satisfação do consumidor (BRF Ingredients, 2020).

2.7. Análise Nutricional

A rotulagem nutricional é de extrema importância para os consumidores, dado que lhes permite fazer escolhas alimentares mais adequadas às suas necessidades e preferências (Craveiro et al., 2017). A adição de alegações nutricionais e de saúde nas embalagens dos produtos alimentares é uma maneira promissora de ajudar os consumidores a fazer escolhas mais saudáveis (Tønnesen et al., 2022).

O Regulamento (CE) Nº 1924/2006 define as normas relativas à utilização de alegações nutricionais e de saúde nos produtos alimentares. Uma alegação nutricional é definida como qualquer alegação que declare, sugira ou implique que o alimento possui propriedades nutricionais benéficas particulares devido ao seu valor energético ou à sua composição em nutrientes ou outras substâncias.

Já uma alegação de saúde é definida como qualquer alegação que declare ou sugira a existência de uma relação entre alimentos ou seus constituintes e a saúde (Regulamento nº 1924, 2006).

De acordo com este regulamento, existem duas possíveis alegações nutricionais referentes ao teor de proteína: – “Fonte de Proteína”, que só pode ser atribuída quando pelo menos 12% do valor energético do alimento for fornecido por proteína; – “Alto Teor em Proteína”, quando pelo menos 20% do valor energético do alimento for fornecido por proteína. Quanto ao teor de fibra, existem também duas opções de alegação: – “Fonte de Fibra”, que só pode ser atribuída quando o produto contiver no mínimo 3g de fibra por 100g, ou 1,5g de fibra por 100 kcal; - “Alto Teor em Fibra”, quando o produto contiver no mínimo 6g de fibra por 100g, ou 3g de fibra por 100 kcal (Regulamento nº 1924, 2006).

Relativamente à alegação nutricional “Sem Adição de Açúcares”, segundo o mesmo regulamento, só pode ser aplicada quando um produto não contém quaisquer monossacáridos ou dissacáridos adicionados, nem qualquer outro alimento utilizado pelas suas propriedades edulcorantes. Se os açúcares estiverem naturalmente presentes no produto alimentar, o rótulo deve também mencionar a seguinte indicação: “Contém açúcares naturalmente presentes” (Regulamento nº 1924, 2006).

Outro regulamento a ter em conta no desenvolvimento dos projetos, em particular para o alimento de farinha de arroz, foi o Regulamento (UE) Nº 432/2012 que estabelece uma lista de alegações de saúde permitidas relativas aos produtos alimentares, com a exceção das que se referem à redução do risco de doença ou o desenvolvimento e saúde das crianças (Regulamento nº 432, 2012). Este regulamento sofreu uma alteração pelo Regulamento (EU) Nº 2015/2314, relativamente à inulina de chicória nativa que foi inserida na lista com a seguinte alegação de saúde: “A inulina de chicória contribui para o normal funcionamento intestinal através do aumento da frequência da defecação”. Porém, esta alegação só pode ser utilizada para alimentos que forneçam, pelo menos, uma dose diária de 12 g de inulina de chicória nativa (Regulamento nº 2314, 2015).

Relativamente ao desenvolvimento para o preparado para pães *free from*, deve ser ainda considerada a Lei nº 75/2009, que estabelece um limite máximo de 1,4g de sal por 100g de pão (ou 0,55g de sódio por 100g de pão), após a confeção do mesmo (Lei n.º 75/09, 2009). Todavia, devido ao consumo excessivo de sal pela população portuguesa e a sua influência na saúde pública, muitas padarias têm vindo a conseguir produzir pães com o teor significativamente abaixo do valor legislado, e em 2017 a DGS estabeleceu um protocolo 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 para o máximo de 1,0g de sal por 100g de pão até ao ano de 2021 (SNS, 2018).

Relativamente à informação nutricional, uma solução de rotulagem mais eficiente e de rápida identificação por parte dos consumidores é a utilização do *Nutri-score*. O *Nutri-score*, também conhecido como sistema de cinco cores, baseia-se num sistema de rotulagem não obrigatório, que permite identificar de uma forma simples e imediata a qualidade nutricional de um produto, através da atribuição de uma classificação por letras codificadas com cores (**Figura 2.7-1**) a fim de ajudar os consumidores a fazerem escolhas mais informadas durante a sua intenção de compra. Além disso, este sistema permite encorajar as empresas a melhorar a composição nutricional dos seus produtos

através de reformulações e/ou inovações, de forma a obter uma melhor classificação na escala de cores *Nutri-Score* (Hercberg et al., 2021).



Figura 2.7-1. Formato gráfico do *Nutri-Score*. Adaptado de: Verakis (2019).

Os produtos que apresentam uma pontuação A são considerados com o maior valor nutricional e, pelo contrário, os que apresentam a pontuação E têm o menor valor nutricional. Esta pontuação é calculada através de um algoritmo científico, desenvolvido pela autoridade francesa *Santé Publique France*, que utiliza a informação nutricional declarada referente a 100g de alimento e é determinado pela subtração do total de pontos positivos pelo total dos pontos negativos. A proporção de frutas, hortícolas, leguminosas, oleaginosas, óleo de colza e azeite, assim como a quantidade de fibra e de proteínas, contribuem para melhores resultados (através da atribuição de pontos negativos de 0 a -5); pelo contrário, a quantidade de energia, gordura saturada, açúcar e sal contribuem para um resultado menos favorável (através da atribuição de pontos positivos de 0 a 10). Assim a pontuação é baseada numa escala de -15 (mais saudável) a +40 (menos saudável) (Chantal et al., 2017).

2.8. Análise Sensorial

2.8.1. Definição e a sua Importância na Área Alimentar

A análise sensorial é definida como uma abordagem científica utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações humanas às características dos alimentos, através da visão, olfato, paladar, tato e audição (Stone & Sidel, 2004).

Nas últimas décadas, a análise sensorial tem-se revelado como uma das mais importantes metodologias na área de controlo e qualidade e investigação e desenvolvimento alimentar (Ruiz-Capillas & Herrero, 2021). Através de uma análise sensorial é possível obter informações sobre o produto em análise e sobre a sua qualidade, permitindo compreender quais os fatores que influenciam a aceitabilidade nos consumidores e quais os aspetos que devem ser melhorados (Świąder & Marczevska, 2021).

A análise sensorial pode auxiliar a indústria alimentar no controlo do processo de fabrico, na verificação do desenvolvimento de produtos alimentares, na vigilância do produto e na influência do armazenamento, recorrendo a estudos como: – tempo de vida útil; – *product matching* (comparação entre um produto e um “produto alvo”); – *product mapping* (identificação do posicionamento de um produto em relação aos seus concorrentes); – especificações e controlo da qualidade; – reformulação de um produto; – deteção de cheiros e sabores estranhos ao produto; – aceitabilidade do produto pelo consumidor (Sabor Sur, s.d.).

No entanto, para que uma análise sensorial seja bem-sucedida é fundamental que os objetivos de estudo sejam claros, a estratégia e conceção experimental seja robusta e a análise estatística de

resultados apropriada (Kemp et al., 2013). Estes fatores permitem não só prevenir perdas monetárias e de tempo, como fornecer dados válidos e confiáveis para uma tomada de decisão.

2.8.2. Sentidos Humanos na Análise Sensorial

A visão, o olfato, o paladar, o tato e a audição, são os cinco sentidos humanos utilizados na avaliação das propriedades sensoriais de um determinado produto alimentar, que influenciam, de forma direta ou indireta, a intenção de compra. Estes sentidos são ativados através de estímulos químicos (olfato e paladar) e físicos (visão, tato e audição) que geram uma resposta num recetor específico e produz uma sensação (Świąder & Marczevska, 2021).

Muitos são os fatores que podem determinar a escolha de um produto alimentar. No entanto, acredita-se que as propriedades sensoriais, como o sabor, aparência, frescura, textura, cor e o cheiro, são os principais fatores detetados pelos cinco sentidos humanos, que afetam a perceção da qualidade e a aceitação pelo consumidor e, conseqüentemente, a sua intenção de compra (Heredia et al., 2013; Imtiyaz et al., 2021). Geralmente, na avaliação dos atributos sensoriais, começa-se por avaliar primeiro a aparência do produto, de seguida o odor/aroma, a textura/consistência e por último o sabor/*flavour* (Świąder & Marczevska, 2021).

De seguida é explicado, de uma forma simplificada, a fisiologia por detrás da perceção dos sentidos.

✓ **Visão**

A aparência de um produto é determinada pelo sentido da visão. Quando as ondas de luz refletidas por um determinado alimento atravessam a retina do olho, são convertidas em impulsos neurais pelas células recetoras (bastonetes e cones) e são direcionados até ao cérebro, através do nervo ótico. O cérebro ao receber a informação, interpreta os sinais e permite avaliar aparência do alimento (cor, tamanho, forma, textura superficial, consistência e opacidade). Este atributo é de extrema importância na qualidade alimentar, dado que é a primeira avaliação subjetiva do consumidor e é determinante na aceitação ou rejeição de um alimento (Civille & Carr, 2015; Kemp et al., 2013).

✓ **Olfato**

As fossas nasais apresentam uma grande importância na análise sensorial, especialmente em alimentos aromáticos. O odor/cheiro ou aroma de um alimento (sensação olfativa) são detetados quando as moléculas voláteis libertadas interagem com os recetores olfativos presentes no epitélio nasal, que enviam a informação para o cérebro através de nervos olfativos. Estas moléculas podem entrar pela via nasal direta (nariz), onde é percebido o cheiro/odor de um alimento através da cavidade nasal à temperatura ambiente, ou pela via retro nasal, onde é percebido o aroma do alimento através da cavidade bucal à temperatura do corpo humano. O processo olfativo está sujeito a variações entre indivíduos nos limiares de deteção e a alterações por exposições prolongadas ao estímulo, o que faz

com que a avaliação da intensidade e persistência de um aroma seja um processo complexo. (Civille & Carr, 2015; Kemp et al., 2013; Sabor Sur, s.d.).

✓ **Tato**

O tato reconhece estímulos percebidos pela pele, incluindo os lábios, a língua e as superfícies da cavidade oral, e pelos músculos do corpo que contêm diversos recetores com terminações nervosas responsáveis por detetar sensações como a textura, tamanho, uniformidade, viscosidade e percepção térmica. A textura pode ser definida como a manifestação sensorial da estrutura/composição dos produtos que compreende um conjunto de propriedades: – propriedades mecânicas, relacionadas com a dureza, coesão, elasticidade e viscosidade; – propriedades geométricas, relacionadas com a granulação, tamanho e forma; – propriedades de sensação na boca, relacionadas com as sensações na cavidade bucal pela gordura e a humidade. Este atributo geralmente é percebido quando há uma interferência na integridade do produto alimentar (Civille & Carr, 2015; Kemp et al., 2013).

✓ **Paladar**

Este sentido está associado à percepção de substâncias não voláteis que, quando dissolvidas em água, gordura ou em saliva, são detetadas pelos recetores gustativos (presentes nas papilas gustativas) situados na superfície da língua, que enviam a informação para o cérebro. As sensações resultantes da interpretação dos impulsos nervosos, podem ser divididas em cinco qualidades gustativas diferentes (sensações básicas do gosto): doce, salgado, azedo, amargo e umami. O gosto desempenha um papel vital no reconhecimento, aceitação e apreciação de um produto alimentar (Kemp et al., 2013; Sabor Sur, s.d.).

✓ **Audição**

A audição é outro sentido utilizado na avaliação sensorial de um produto alimentar. O som é sentido por milhares de células auditivas que são estimuladas pelo movimento vibratório das ondas sonoras. O som/ruído de um alimento é produzido durante a mastigação ou a sua manipulação e contribui para a percepção de vários atributos, como é o caso da textura, frescura, dureza, espessura, entre outros. Este sentido é importante na avaliação sensorial, essencialmente, em produtos crocantes (Civille & Carr, 2015; Kemp et al., 2013).

✓ **Percepção multissensorial**

Importa referir que, embora existam órgãos sensoriais distintos para cada um dos diferentes sentidos, pode ocorrer uma percepção multissensorial, ou seja, uma combinação de informações de diferentes órgãos sensoriais. Um exemplo disso é o sabor ou *flavour*, que resulta da interação entre o gosto, aroma, textura, aparência e som. O mesmo acontece com a textura que é uma combinação de sensações visuais, táteis e químicas (Kemp et al., 2013).

2.8.3. Seleção do Painel Sensorial

A escolha acertada de um painel de análise sensorial é de extrema importância. De acordo com a ISO 8586:2012, existem três tipos de provadores (ISO 8586, 2012):

- Provadores: provadores candidatos, quando ainda não colaboraram em provas sensoriais; provadores iniciados, que já participaram em provas sensoriais;
- Provador qualificado: provadores treinados com capacidade para realizar provas sensoriais;
- Provador perito: provador com sensibilidade sensorial e com larga experiência na realização de teste sensoriais, sendo capaz de fazer avaliações sensoriais consistentes e repetíveis a vários produtos.

No desenvolvimento de produtos é fundamental a opinião de consumidores, de forma a averiguar a aceitabilidade do produto e a impulsionar o seu sucesso no mercado. No entanto, importa que o grupo de indivíduos selecionados para a realização da prova sensorial seja representativo da população que se pretende atingir. Assim, quando se trata de um produto para um grupo-alvo específico, pode ser importante angariar consumidores desse grupo-alvo, de forma a obter resultados mais fidedignos (Civille & Carr, 2015; Moskowitz et al., 2012).

Quando o grupo-alvo são crianças, deve-se ter em atenção vários fatores, dado que se trata de um grupo especial que apresenta uma ampla gama de fatores cognitivos e períodos de atenção que diferem entre idades. No entanto, testes sensoriais com crianças podem fornecer dados valiosos no desenvolvimento de produtos, principalmente, em provas doces ou de cereais, pois o número de papilas gustativas das crianças pode superar até cinco vezes as dos adultos. No entanto, as crianças não apresentam uma sensibilidade do paladar tão apurada como a dos adultos, dado que as papilas gustativas ainda estão em fase de desenvolvimento (Guinard, 2000; Sabor Sur, s.d.). O sabor é um dos fatores primários nas crianças que determinam a aceitação dos alimentos. Habitualmente, o gosto doce é uma das preferências das crianças que leva a uma maior rejeição de alimentos com sabor amargo. Contudo, dado que o sistema sensorial das crianças vai evoluindo com a idade, é normal que as respostas se alterem ao longo do tempo (Mennella et al., 2005).

A nível de robustez dos dados, estes dependem do número de provadores da análise sensorial. Estudos sugerem que um número mínimo de 100 provadores permite obter dados mais robustos e que vão de encontro à realidade. Contudo, devido aos custos acrescidos, novos estudos chegaram a um consenso sobre o tamanho amostral de uma análise sensorial, no qual foi sugerido um número mínimo de 30 indivíduos, visto que a partir deste número os resultados tendem a estabilizar (Moskowitz et al., 2012).

2.8.4. Testes Sensoriais

Os testes utilizados na avaliação sensorial podem ser divididos em três grupos, de acordo com o objetivo pretendido em cada estudo: teste discriminativos ou de diferenciação, testes descritivos e testes afetivos (Stone & Sidel, 2004).

Os testes discriminativos são utilizados para determinar a probabilidade da diferença ou similaridade entre produtos. Os testes descritivos permitem detetar e quantificar a intensidade das características sensoriais num dado produto por painéis de provadores treinados. Já os testes afetivos ou também denominados como hedónicos, permitem quantificar o grau de aceitação dos produtos por consumidores (Alvelos, 2002).

A aceitação de um produto alimentar pode ser medida recorrendo a uma variedade de testes, de diferentes escalas, em diversos ambientes, como por exemplo numa sala apropriada para uma análise sensorial ou até mesmo na casa dos consumidores. A seleção de um teste apropriado depende, maioritariamente, dos objetivos pretendidos. Deste forma, deve ser escolhido um teste que forneça a informação fiável e necessária para a melhoria do desenvolvimento do produto em questão (Moskowitz et al., 2012).

No desenvolvimento de produtos alimentares, o conhecimento das características sensoriais que agradam ao consumidor são essenciais para desenvolver produtos que vão de encontro às expectativas dos mesmos. Isto é possível através de testes ao consumidor, que permitem identificar quais as características sensoriais mais importantes que afetam as suas decisões de compra, bem como conhecer os seus hábitos de consumo (Świąder & Marczewska, 2021).

✓ Testes Afetivos: Testes de Aceitação e Preferência

Os testes efetivos ou hedónicos, podem ser divididos em duas categorias: testes de aceitação e testes de preferência. Estes testes são realizados por consumidores atuais ou potenciais consumidores dos produtos em estudos, sem qualquer tipo de treino prévio (Alvelos, 2002; ISO 11136, 2014).

Os testes de aceitação permitem determinar o grau de aceitação de um produto recorrendo a uma escala hedónica, onde os consumidores exprimem o que sentem em relação a um determinado produto. Geralmente, a escala hedónica mais utilizada é a de 9 pontos que, verbalmente, varia de “Desgosto Extremamente” até “Gosto Extremamente”. Contudo, existem escalas hedónicas com menos categorias, nomeadamente, de 3, 5 e 7 pontos, que também podem ser utilizadas, embora haja algumas controvérsias na sua utilização, dado que, geralmente, em escalas mais pequenas os adultos tendem a evitar utilizar os pontos extremos na sua avaliação (Moskowitz et al., 2012).

Os testes de preferência têm como objetivo determinar qual o produto preferido dos consumidores. São subdivididos em dois grupos: – teste de comparação a pares, quando se comparam duas amostras; – teste de ordenação das amostras, quando se trata mais de duas amostras e o provador ordena os produtos pela sua preferência (Alvelos, 2002).

Ambos os testes mencionados podem ser aplicados em análises sensoriais com crianças. Crianças com mais de 2 anos podem realizar teste de preferência entre duas amostras, já testes mais complexos, como teste de escala hedónica, devem ser realizados a crianças com mais de 4 anos de idade, podendo ser utilizadas escalas hedónicas de 3, 5 ou 7 pontos. No entanto, por vezes, as escalas hedónicas verbais podem não ser as mais adequadas para as crianças, pelo que, a utilização de escalas hedónicas faciais pode ser mais recomendada, dado que permitem uma fácil compreensão (Guinard, 2000; Moskowitz et al., 2012).

Para além destes testes, pode ainda ser avaliada a intenção de compra do produto, em que o provador exprime a sua decisão relativamente ao produto em estudo (Moskowitz et al., 2012).

Após a realização dos diferentes testes é recomendado a colocação de uma questão aberta para que seja possível aos provadores justificarem as suas avaliações (Civille & Carr, 2015).

Habitualmente, a realização destes testes faz-se a dois produtos simultaneamente: ao produto que se pretende testar e a um outro produto referência no mercado. Assim, é possível comparar a aceitação dos dois produtos e analisar o posicionamento do produto em estudo (Avelos, 2002)

A principal razão para a realização destes testes na indústria alimentar relaciona-se com o desenvolvimento de novos produtos, com a avaliação do potencial no mercado e com a melhoria de produtos desenvolvidos (Avelos, 2002).

2.9. Enquadramento Legal

Para além, dos regulamentos já mencionados anteriormente, é necessário ter em consideração para o desenvolvimento dos produtos alimentares outros requisitos legais.

O Regulamento (EU) N°1169/2011 relativo à prestação de informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios, estabelece os princípios, requisitos e responsabilidades gerais que regem a informação sobre os géneros alimentícios, em particular, a rotulagem dos géneros alimentícios. No anexo II deste regulamento estão listadas as substâncias ou produtos que causam alergia ou intolerâncias e que devem ser mencionados obrigatoriamente no rótulo. Relativamente à lista de ingredientes dos géneros alimentícios na rotulagem, esta deve enumerar todos os ingredientes por ordem decrescente de peso no momento de utilização (Regulamento n°1169, 2011).

Para a produção de produtos *free from* é necessário um controlo rigoroso, de forma a garantir que o produto final está completamente livre da(s) substância(s) específica(s) e que a contaminação cruzada é evitada (FDF & BRC, 2015). No entanto, o glúten é uma exceção à regra de que os produtos devem ser completamente livres dos alergénios específicos. Segundo o regulamento (CE) n°828/2014, relativo à composição e rotulagem dos géneros alimentícios adequados a pessoas com intolerância ao glúten, o produto com a menção “isento de glúten”, pode conter um teor de glúten até 20 mg/kg no produto final (Regulamento n°828, 2014).

À exceção do glúten não existe legislação específica da UE que cubra as reivindicações das alegações *free from*, apenas são regulamentadas de acordo com a Lei Geral Alimentar e com os regulamentos sobre informação alimentar, para garantir que o alimento é seguro para consumo e que a informação presente no produto não é falaciosa (FDF & BRC, 2015).

É de salientar, que o glúten pode estar presente involuntariamente nos alimentos, provocando graves problemas de saúde em indivíduos sensíveis. Assim, a indústria alimentar deve garantir através de métodos analíticos que o alimento é seguro para esses indivíduos (Sharma & Rallabhandi, 2015).

Para uma maior confiança e fácil identificação por parte dos consumidores, deve ser mencionado na embalagem do produto final quais são as substâncias isentas. No que toca a isenção do glúten, a colocação do símbolo internacional sem glúten (**Figura 2.9-1**) da Sociedade das Associações de Celíacos da Europa, permite o reconhecimento eficaz por parte das pessoas com doença celíaca ou que seguem uma dieta isenta de glúten (DIG).



Figura 2.9-1. *Símbolo Internacional asociado à isenção do glúten (APC, 2022c).*

Os aditivos alimentares são substâncias que, habitualmente, não são consumidos como produto alimentar, mas sim adicionados aos produtos alimentares para atingir um determinado objetivo como melhorar as qualidades nutritivas ou sensoriais, bem como para prolongar a sua conservação ou estabilidade (Regulamento nº 1333, 2022).

O Regulamento (CE) N° 1333/2008 de 16 de dezembro de 2008, harmoniza a utilização de aditivos alimentares em géneros alimentícios, através de uma lista comunitária de aditivos alimentares identificados pela letra E associada a um número de 3 ou 4 algarismos. Apenas e só os aditivos alimentares presentes nesta lista podem ser utilizados em produtos alimentares, de acordo com as condições de utilização nela especificadas, nomeadamente limites máximos (quando especificados), restrições e/ou exceções (Regulamento nº 1333, 2022). Este regulamento permite assegurar o bom funcionamento do mercado, bem como o elevado nível de proteção da saúde humana e dos consumidores. Ao longo do tempo este regulamento tem vindo a sofrer alterações, sendo assim, importante consultar sempre a versão consolidada para que sejam considerados apenas aditivos alimentares autorizados até à dada (Regulamento nº 1333, 2022).

Nos rótulos alimentares, deve ser identificado, obrigatoriamente, os aditivos alimentares adicionados através da sua denominação específica ou através do seu número E (Regulamento nº 1333, 2022). Adicionalmente, as especificações atuais dos aditivos alimentares presentes no Regulamento (CE) nº 1333/2008 encontram-se presentes no Regulamento (UE) n.º 231/2012 da Comissão, de 9 de março de 2012 (Regulamento nº 231, 2022).

CAPÍTULO 3. METEDOLOGIA

3.1. Desenvolvimento do Preparado para Pães *Free From*

3.1.1. Análise da Concorrência

Numa fase inicial deste projeto, foi realizada uma pesquisa do mercado via *online*. Foram analisadas as marcas disponíveis no território nacional, em pequenas e grandes superfícies nacionais (Continente, Auchan, Pingo Doce, Mercadona, Prozis, Lidl, entre outros), onde se identificou, para cada produto, a lista de ingredientes, a declaração nutricional por 100g, o peso líquido, modo de preparação e o preço por kg, que compõem as marcas concorrentes. A pesquisa realizada encontra-se no **Apêndice A** na **Tabela A-1**.

Após uma análise comparativa aos diferentes produtos existentes no mercado, verificou-se que os ingredientes utilizados pelas diferentes marcas diferenciam-se entre si, nomeadamente, na inclusão de ingredientes como fibras, proteínas, emulsionantes, espessantes, amido de batata e farinhas de leguminosas. No entanto, foi possível perceber que os ingredientes base comuns às marcas analisadas são: amido de milho, farinha de arroz, sal, açúcar e o HPMC. Verificou-se ainda, que nenhum dos produtos analisados apresentava as alegações nutricionais em fibra e proteína pretendidas para o produto em desenvolvimento, apesar de alguns produtos apresentarem um elevado teor de fibra. Destas marcas destaca-se a marca SCHAR, que é uma marca líder mundial em alimentos isentos de glúten.

Esta pesquisa permitiu identificar não só quais os ingredientes que são comumente utilizados nos produtos concorrentes, mas também permitiu estimar o intervalo de percentagem dos ingredientes, dado que, legalmente, a lista de ingredientes tem de estar enumerada por ordem decrescente de peso.

3.1.2. Seleção das Matérias-Primas

Após o estudo do mercado e de uma pesquisa bibliográfica, que permitiram perceber quais os ingredientes que poderiam ter interesse para o desenvolvimento do preparado para pães *free from*, foi necessário perceber quais as matérias-primas existentes na linha de produção de produtos *free from* da Germen. Assim, analisou-se, detalhadamente, as fichas técnicas das matérias-primas existentes na empresa, em particular, a informação nutricional, uma vez que o objetivo pretendido era obter um produto com alegações nutricionais em fibra e proteína.

Optou-se por selecionar, maioritariamente, matérias-primas já existentes na linha de produção, de forma a não introduzir novas matérias-primas que pudessem comprometer a mesma. No entanto, devido às características que eram desejadas para o produto, houve a necessidade de optar por outros ingredientes, para além dos existentes na empresa. Nesses casos, entrou-se em contacto com fornecedores, no qual foi solicitada a ficha técnica, o preço por quilograma e uma amostra do produto pretendido para posterior testagem em laboratório.

Importa salientar que as fichas técnicas dos produtos solicitados aos fornecedores eram analisadas rigorosamente, onde se verificava se existia alergénios naturalmente presentes ou por contaminação cruzada, de forma a não comprometer as matérias-primas existentes e/ou introduzir novos alergénios na linha de produção *free from*.

Os fatores determinantes na escolha dos ingredientes foi o fator económico, para tentar obter um custo de formulação (€/kg) mais baixo possível, e o fator nutricional, mais concretamente, o teor proteico e em fibra, para conseguir alcançar as alegações pretendidas para o produto em questão.

Desta forma, durante as diversas testagens laboratoriais foram utilizados os seguintes ingredientes: Amido milho, Amido batata, Farinha de Arroz, Farinha de Grão-de-Bico, Clara de ovo em pó, Proteína Isolada de Batata, Farelo de arroz, Goma Xantana, Goma Guar, Hidroxipropilmetilcelulose, Açúcar, Fibras, Sal, Aromas, Enzimas.

3.1.3. Procedimento Laboratorial

Atualmente, cada vez mais os consumidores optam por confeccionar os pães em máquinas de pão devido à sua praticidade e conveniência. No entanto, nem todos os consumidores têm a possibilidade de ter uma máquina de pão em casa ou preferem realizar a confeção do pão da forma tradicional - manualmente. Assim, um dos objetivos principais do preparado para pães *free from* foi que pudesse ser confeccionado das duas formas: manualmente e na máquina de pão. Desta forma, as várias formulações foram confeccionadas em máquinas de pão e da forma tradicional.

Desta forma, após a seleção dos ingredientes, procedeu-se à elaboração de formulações e à sua testagem no laboratório interno da Germen e, posteriormente, na padaria experimental da Moagem Ceres.

A produção do preparado de farinhas para pão *free from* envolveu uma pesagem rigorosa dos vários ingredientes e a sua homogeneização. Para tal, utilizou-se uma balança analítica, para a pesagem de ingredientes de menores quantidades e uma balança digital para os restantes ingredientes. Posteriormente, os ingredientes foram misturados até obter uma farinha homogénea, num homogeneizador da marca Chopin MR2L, para quantidades até 500 gramas, ou no homogeneizador da marca Fuchs A20, para quantidades superiores a 500 gramas, durante aproximadamente 15 minutos.

Quando as testagens foram efetuadas na moagem Ceres e como esta indústria está localizada em Campanhã, foi necessário proceder previamente na Germen à pesagem e homogeneização dos ingredientes das formulações desenvolvidas, e conservar em sacos apropriados para posterior testagem no dia seguinte.

Como termo de referência, os vários desenvolvimentos foram comparados com um produto existente no mercado – preparado para pães sem glúten para usos culinários da marca HACENDADO (informações presentes na **Tabela A-1**) – devido às características sensoriais que apresentava e que eram desejadas no produto em desenvolvimento (textura, aparência, miolo). Além disso, numa fase inicial de testes, optou-se por definir, para as formulações desenvolvidas, a mesma receita do modo de preparação do produto concorrente, e ao longo das diferentes testagens foram ajustadas as quantidades dos ingredientes até obter o pão com as características pretendidas.

✓ Procedimento na Máquina de Pão

Foram utilizadas duas máquinas de pão para a confeções dos diversos desenvolvimentos: KENWOOD Rapid-bake BM250 (máquina de pão do laboratório interno da GERMEN) e MOULINEX OW220830 (máquina de pão da padaria experimental da Ceres). Cada uma das máquinas apresentava vários programas, com a possibilidade de selecionar a quantidade de massa (500g, 750g e 1000g) e a tonalidade de cor (claro, médio e escuro). Os primeiros desenvolvimentos foram testados na máquina de pão que se encontrava no laboratório da Germen e, após obter uma formulação com as características desejadas, testou-se na máquina de pão que se encontrava na padaria da Ceres, de forma a perceber se as características se mantinham.

Na máquina de pão KENWOOD, numa fase inicial, começou-se por se testar as formulações no programa “rápido” com duração de 0:58h (indicado para cozer pães em menos de 1 hora), que permitia testar pelos menos duas formulações num só dia. Após obter um pão com as características pretendidas no programa rápido, optou-se por selecionar o programa “sem glúten” com duração de 2:24h, que é indicado para cozer pães com farinhas sem glúten, e procedeu-se à testagem das restantes formulações, até obter o pão com as características finais desejadas. Na máquina de pão MOULINEX optou-se por testar no programa “pão sem glúten com sal” com duração de uma 2:01h. Cada uma das máquinas apresentava um ciclo com quatro etapas: amassadura, repouso/descanso, levedação e cozedura.

Assim para a confeções dos pães, após a pesagem e mistura dos ingredientes secos (410g do preparado), procedeu-se à pesagem e mistura dos ingredientes líquidos (a água, o óleo e a levedura fresca), onde se dissolvia primeiro a levedura em água tépida e, por fim, juntava-se o óleo. Posteriormente, a mistura dos ingredientes líquidos era colocada no recipiente da máquina de pão, de seguida o preparado e, por fim, dava-se início ao ciclo do programa escolhido.

Após completar o ciclo, a forma era retirada da máquina do pão e, de seguida, desenformava-se o pão sobre uma grelha para posterior arrefecimento. Passado 1 hora de arrefecimento, eram avaliadas as características sensoriais e físicas do pão de cada uma das formulações. Em cada formulação efetuada, foram feitos registos fotográficos do pão, registou-se a altura do mesmo com o auxílio de uma régua (expressa em centímetros) e, conservou-se em vácuo – numa máquina embaladora a vácuo da marca Sammic V 253 TI – amostras de pão de cada teste, com intuito de comparar com as seguintes formulações. Além disso, foram efetuadas análises sensoriais internamente, no departamento de qualidade e I&D, com objetivo de analisar as propriedades organolépticas, tais como a aparência global, textura, odor e sabor, de forma a perceber quais as alterações que deveriam ser realizadas para obter um protótipo final com as características sensoriais desejadas.

✓ Procedimento Manual (Tradicional)

A confeção do pão manual foi realizada na padaria experimental da Moagem Ceres, após obter um pão com as características desejadas nas máquinas de pão.

A produção dos pães da forma manual envolveu as seguintes etapas: **1º Pesagem dos ingredientes da receita** – consistiu na pesagem da água, óleo e levedura fresca numa balança analítica; **2º Amassadura** – consistiu em misturar os ingredientes da receita (água, óleo e levedura)

com os ingredientes secos (1kg do preparado da formulação desenvolvida) numa amassadeira industrial durante 9 minutos, sendo que os primeiros 2 minutos foram efetuados a uma velocidade de lenta, e os restantes 7 minutos a uma velocidade rápida; **3º Fermentação** – a massa obtida na etapa anterior foi dividida e moldada manualmente em 4 porções de 400g e colocada numa estufa industrial a uma temperatura entre 30-40°C e humidade relativa entre 60-70% durante 30 minutos, de forma a ocorrer a expansão do volume da massa; **4º Cozedura** – após a fermentação, a massa foi colocada no forno industrial durante cerca de 15 minutos a uma temperatura na parte superior de cerca de 230-240°C e na parte inferior de 190-200°C; **5º Arrefecimento** – O pão cozido foi colocado em tabuleiros à temperatura ambiente durante cerca de uma hora; **6º Avaliação das características físicas e sensoriais** – Após a etapa de arrefecimento, foram avaliadas as características organolépticas, efetuadas pesagens dos pães cozidos e, ainda se procedeu ao o registo fotográfico dos pães e armazenamento das amostras, em vácuo, para posterior comparação com as formulações seguintes.

O processo de produção manual descrito, está representado na seguinte figura:

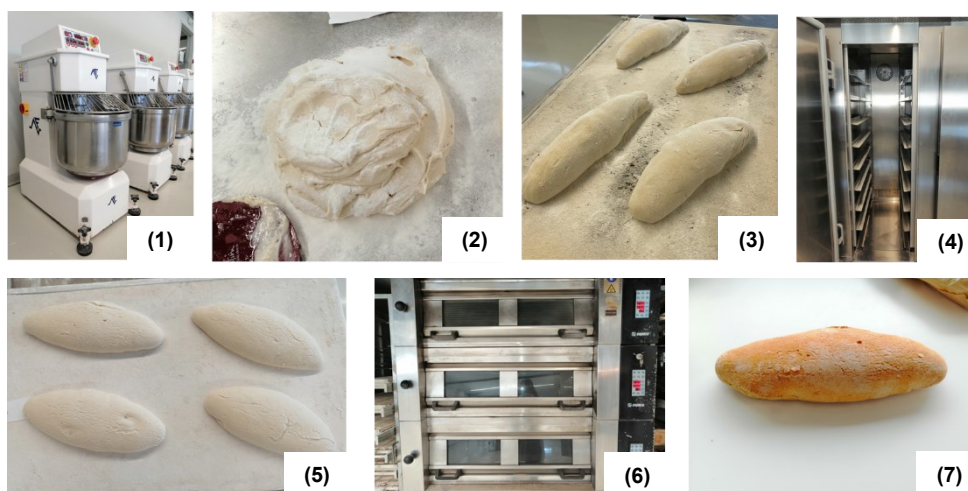


Figura 3.1-1. Etapas da produção manual: (1) Amassadeira industrial onde se efetuou o processo de amassadura; (2) Massa amassada; (3) Massa moldada; (4) Estufa onde se efetuou o processo de fermentação; (5) Massa fermentada; (6) Forno industrial onde se efetuou o processo de cozedura; (7) Pão obtido após a cozedura.

Importa salientar que as condições de temperatura e de humidade na padaria experimental foram sempre diferentes, devido não só à temperatura externa da padaria, mas também devido à abertura/fecho de portas da estufa e do forno, que dissipavam o calor e a humidade. Por este motivo, não foi possível definir um valor de temperatura e de humidade exatos, dado que exigiria um controlo rigoroso ao longo de toda a confeção, que não foi possível de se realizar na padaria experimental devido ao elevado trabalho diário realizado pelos funcionários.

3.1.4. Determinação da Composição Nutricional

Dado que um dos objetivos do preparado para pães *free from* era que apresentasse alegações em fibra e proteína, foi realizada, para cada formulação/receita, uma estimativa da análise nutricional que permitisse atingir os valores estipulados no Regulamento (CE) Nº 1924/2006.

Assim sendo, efetuou-se uma simulação do cálculo da informação nutricional de cada uma das formulações desenvolvidas, onde foram determinados os seguintes valores nutricionais por 100g de produto: energia (kJ e kcal); lípidos (g), dos quais saturados (g); hidratos de carbono (g), dos quais açúcares (g); fibra (g); proteína (g) e sal (g). Para a realização desta simulação recorreu-se aos valores nutricionais presentes nas fichas técnicas das matérias-primas e aos valores nutricionais da Tabela da Composição de Alimentos (TCA) do INSA (INSA, 2021). No entanto, como não se recorreu a valores analíticos obtidos em laboratório, foram aplicadas margens de segurança, de forma a garantir que o preparado apresentava os teores exigidos legalmente.

Desta forma, no que toca ao teor de fibra, de acordo com os valores descritos no Regulamento (CE) N° 1924/2006 foi estabelecida uma margem de segurança de 1g/100g, ou seja, um teor mínimo de 4g/100g para a menção “Fonte de Fibra” e de 7g/100g para a menção “Alto Teor em Fibra”. Já para o teor em proteína, foi estabelecida uma margem de segurança de 0,5%, ou seja, uma percentagem mínima de 12,5% do valor energético proveniente de proteína para obter a alegação de “Fonte de Proteína”, e uma percentagem de 20,5% do valor energético proveniente de proteína para obter a alegação “Alto Teor em Proteína”.

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 laboratorial no 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.

Para o cálculo do teor mínimo de proteína para a atribuição da alegação nutricional “Fonte de Proteína”, foi utilizada a seguinte equação, tendo em conta que 1g de proteína fornece 4 kcal:

$$\text{Teor mínimo de proteína (g)} = \frac{\text{Valor energético (kcal)} \times 0,12 \times 1g}{4 \text{ kcal}} \quad (3.1.4-1)$$

Já para o cálculo do teor mínimo de proteína para a atribuição da alegação nutricional “Alto Teor em Proteína”, foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{Teor mínimo de proteína (g)} = \frac{\text{Valor energético (kcal)} \times 0,20 \times 1g}{4 \text{ kcal}} \quad (3.1.4-2)$$

Após a realização da análise nutricional analítica, os resultados obtidos foram comparados com os estimados. A título de curiosidade, foi ainda calculado o *Nutri-Score* da formulação final desenvolvida, recorrendo ao Excel de cálculo do *Nutri-Score* desenvolvido pela autoridade francesa de saúde pública – *Santé Publique France*. Esta “calculadora do *Nutri-Score*” tem em conta os seguintes valores nutricionais médios por 100g de produto: Calorias (kJ); Ácidos Gordos Saturados(g); Açúcares (g); Proteínas (g); Fibras (g); Sal (g) e sódio (g).

3.1.5. Determinação do Custo das Formulações Desenvolvidas

Para cada formulação desenvolvida, foi realizada uma estimativa do custo final, através do somatório de todos os custos de cada matéria-prima (€/kg), tendo em conta a quantidade de matéria-

prima utilizada em cada formulação. O intuito foi obter uma formulação com o menor custo possível para a empresa, de forma a proporcionar ao consumidor final um preço acessível.

3.1.6. Análise Sensorial

De forma a avaliar a aceitação do produto desenvolvido foi realizada uma análise sensorial, com o intuito de entender quais os aspetos sensoriais que agradavam mais e/ou menos aos provadores/consumidores. Atendendo a que a empresa não dispõe de instalações que permitam realizar provas sensoriais com painéis de consumidores, a análise sensorial realizou-se na Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa do Porto (ESB-UCP), que dispõe de uma sala de análise sensorial dedicada à realização de provas sensoriais (**Figura B2-2**).

Esta sala de análise sensorial cumpre com as condições necessárias para a realização de provas sensoriais de acordo com a norma ISO 8589 , que fornece orientação geral para projetos de salas de testes destinadas à análise sensorial de produtos (ISO 8589, 2007), nomeadamente: – a sala de preparação das amostras deve ser separada fisicamente da sala onde decorrem as provas; – a temperatura e humidade devem ser controladas; – ausência de ruídos ou odores; – decoração neutra que não influencia a cor das amostras; - iluminação uniforme e livre de sombras fortes; – cabines individuais que limitam as distrações e evitam a comunicação durante a prova.

A análise sensorial decorreu no dia 14 de junho de 2022 entre as 10h00-12h00 e as 14h00-16h00. De forma a obter um número de participantes significativo foi feita uma divulgação interna (**Figura B1-1**) por e-mail a todos os estudantes, professores e funcionários da ESB-UCP. No total participaram 32 provadores não treinados.

Esta análise sensorial consistiu na prova de uma amostra do produto desenvolvido e de um produto comercial – Preparado Panificação Sem Glúten da marca HACENDADO (**Apêndice A, Tabela A-1**) –, para que fosse possível perceber como é que o produto desenvolvido se posicionava face ao produto já existente no mercado.

Primeiramente, para a realização desta prova sensorial, foi necessário preparar amostras do preparado para pães *free from* desenvolvido, para posterior confeção do pão. Assim, no dia anterior à prova, foram preparadas duas amostras de 410g na linha de produção da Germen dedicada exclusivamente à produção dos produtos *free from*, de forma que não ocorresse qualquer contaminação cruzada por glúten. Desta forma, foram pesados rigorosamente todos os ingredientes da formulação final desenvolvida, numa balança analítica e numa balança digital. Posteriormente, os ingredientes foram homogeneizados. De forma a garantir a isenção de glúten, foi recolhida uma pequena amostra para a realização do teste Biomedal (metodologia presente na secção **3.3**). Após ser garantida a sua isenção, o produto foi guardado em embalagens apropriadas para posterior confeção do pão.

A confeção do pão, foi realizada na máquina de pão MOULINEX OW220830, onde foram testados os vários desenvolvimentos, no programa de “pão sem glúten com sal”. Para que os pães não perdessem as qualidades sensoriais, a confeção dos mesmos foi realizada durante madrugada e a manhã do dia da prova sensorial. No total, foram confeccionados dois pães do produto desenvolvido e dois pães do produto da marca concorrente.

Não se optou por confeccionar o pão manualmente, dado que na padaria experimental da Moagem Ceres, são confeccionados pães com glúten, podendo ocorrer contaminações cruzadas que limitariam a análise sensorial apenas a provadores que não tivessem nenhuma limitação relacionada com a ingestão de glúten.

Para a preparação das amostras teve-se em conta a norma ISO 11136 que estabelece métodos para conduzir testes hedônicos de aceitação e preferência com consumidores em ambientes controlados (ISO 11136, 2014). Assim, procedeu-se à preparação de todas as amostras de forma idêntica e sem distinção entre elas, para que os provadores não tivessem acesso a nenhuma informação que pudesse influenciar a sua resposta. A cada participante, era apresentado num tabuleiro, um prato com as duas amostras de cada produto (aproximadamente cerca de 20 cm³ cada amostra), juntamente com um copo de água à temperatura ambiente e um guardanapo. Além disso, foram disponibilizados uma caneta e o respetivo inquérito para a realização da prova (**Figura 3.1-2**).

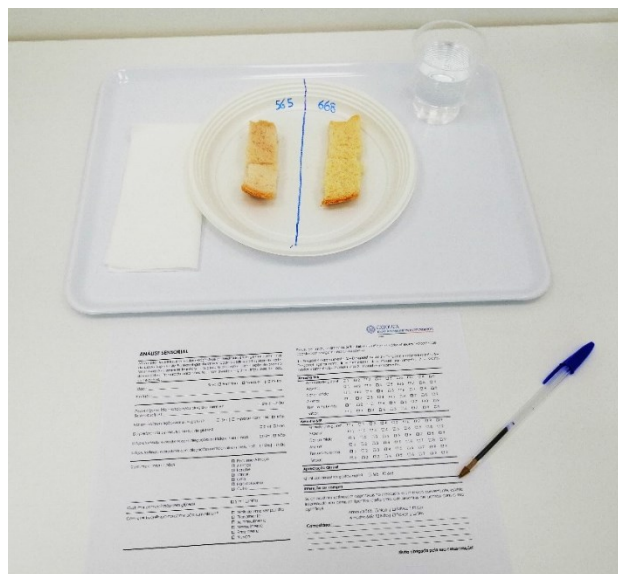


Figura 3.1-2. Exemplo do modo de apresentação das amostras aos provadores.

As amostras de cada produto foram codificadas com três algarismos aleatórios, correspondendo a amostra 668 e a amostra 565, ao produto final desenvolvido do preparado para pães *free from* e ao produto final da marca concorrente, respetivamente. É de salientar ainda que a ordem das amostras, quer no prato, quer no inquérito, foram trocadas de forma a não influenciar os provadores por uma determinada tendência/ordem, tendo assim cada amostra a mesma hipótese de ser a primeira ou a segunda a ser avaliada.

Relativamente ao inquérito (presente no **Apêndice B** na **Figura B3-3**), para a sua realização teve-se em conta o número de questões, de forma a não despender muito tempo dos provadores para a realização da prova e optou-se por colocar questões claras que permitissem uma fácil compreensão. Inicialmente, os provadores foram questionados relativamente ao seu género, profissão, idade e perfil de consumo. Posteriormente, foi pedido que procedessem à prova de cada uma das amostras e que avaliassem cada uma através de testes sensoriais de aceitabilidade, utilizando uma escala hedónica de nove pontos (em que: 1 – Desgostei extremamente, 5 – Indiferente, 9 – Gostei extremamente) para os vários atributos avaliados (Apreciação Global, Aspeto, Cor do Miolo, Aroma, Textura na Boca e

Sabor). Além disso, foi pedido que avaliassem as amostras através de um teste de preferência e de intenção de compra. Por fim, os provadores, dispunham de um espaço para comentários, onde poderiam justificar as suas escolhas.

✓ Tratamento Estatístico dos Dados

Os resultados obtidos do teste de aceitabilidade e de preferência foram submetidos a uma análise estatística, recorrendo ao *software IBM SPSS.Statistics*, de forma a verificar se os resultados obtidos apresentavam diferenças significativas.

Dado que o número de participantes foi superior a 30, assumiu-se que os resultados seguiam uma distribuição normal, pelo que não foi necessário testar a normalidade do dados. Assim, na escolha do teste estatístico para o teste de aceitabilidade, optou-se por realizar o **teste t-student para duas amostras emparelhadas**, dado que os participantes avaliaram os mesmos atributos sensoriais através de uma escala hedónica um par de vezes (para a amostra 668 e 565). Definiu-se como **Hipótese nula (H0_A)**: não existem diferenças significativas entre a amostra 668 e a amostra 565 ($\mu_{\text{amostra 668}} = \mu_{\text{amostra 565}}$); e como **Hipótese Alternativa (H1_A)**: existem diferenças significativas entre a amostra 668 e 565 ($\mu_{\text{amostra 668}} \neq \mu_{\text{amostra 565}}$).

Relativamente ao teste de preferência, optou-se pelo **Teste Binomial** dado que estamos perante uma variável nominal com duas opções de respostas - os inquiridos apenas tinham de responder se gostavam mais da amostra do produto desenvolvido ou da amostra do produto concorrente. Definiu-se como **H0_B** : a percentagem da preferência pelo produto desenvolvido é igual à do produto concorrente ($p_{\text{produto desenvolvido}} = p_{\text{produto concorrente}}$) e como **H1_B** : a percentagem da preferência pelo produto desenvolvido é diferente da do produto concorrente ($p_{\text{produto desenvolvido}} \neq p_{\text{produto concorrente}}$).

Em todas as situações foi considerado um nível de significância de 5%.

3.2. Desenvolvimento do Alimento de Farinha de Arroz para Preparação de Papas *Free From*

3.2.1. Análise da Concorrência

Tal como para o desenvolvimento do preparado para pães *free from*, também foi realizada uma análise da concorrência para o alimento de farinha de arroz para preparação de papas *free from* em pequenas e grandes superfícies nacionais (Continente, Auchan, Pingo Doce, Lidl, entre outros) (presente no **Apêndice A** na **Tabela A-2**). Ao analisar os produtos das diferentes marcas existentes no mercado, verificou-se que os ingredientes base comuns são: farinha de arroz hidrolisada ou parcialmente hidrolisada, farinha de arroz, óleos vegetais, vitaminas, minerais e aroma. No entanto, também se verificou que os ingredientes utilizados em cada produto diferenciam-se entre si, nomeadamente, na inclusão de frutas desidratadas, emulsionantes, inulina e cultura de bifidobactérias. Dos produtos concorrentes analisados, o Nestum Arroz apresentou um particular interesse devido às alegações nutricionais que apresentava: “Fonte de Fibra” e “Sem Adição de Açúcares”. No entanto, após a prova do produto, percebeu-se que o mesmo falha na ausência de sabor, que não é evidenciado

aquando do seu consumo e apresenta uma textura muito líquida sendo mais indicada para bebés e idosos com problemas de mastigação e não tanto para crianças e adultos. É ainda de salientar, que a maior parte dos produtos analisados eram destinados a bebés/crianças, apenas o Nestum Arroz era dedicado a crianças e adultos – *target* pretendido para o produto desenvolvido.

3.2.2. Seleção das Matérias-Primas

Dado que este desenvolvimento teve início no ano de 2020, foram analisadas detalhadamente todas as formulações testadas, de forma a perceber quais as melhorias que deveriam ser efetuadas. Conjuntamente com a análise da concorrência e a pesquisa teórica realizada, foi possível perceber quais os ingredientes que poderiam ser utilizados e alterados nas formulações já realizadas.

Desta forma, dado que a Germen não apresentava alguns dos ingredientes pretendidos, foi necessário entrar em contacto com fornecedores para efetuar pedidos de amostras, para posterior testagem em laboratório. Além das amostras, foi também solicitada as fichas técnicas dos respetivos produtos, com o intuito de analisar quanto à presença de alergénios e para avaliar a informação nutricional.

Assim, durante as diversas testagens laboratoriais foram utilizados os seguintes ingredientes: Farinha de arroz, Farinha de arroz pré-gelatinizada, Farinha de arroz tratada termicamente, Farinha de arroz hidrolisada, Farinha de maçã, Farelo de Arroz, Fibras, Inulina, Gordura Vegetal e Aromas.

3.2.3. Procedimento Laboratorial

Para este desenvolvimento o procedimento laboratorial foi realizado apenas no laboratório acreditado da Germen. O procedimento foi bastante mais simples e rápido, quando comparado com o desenvolvimento do preparado para pães *free from*, dado que as etapas executadas para este desenvolvimento não exigiram tanto tempo para a sua confeção.

Como termo de referência, os vários desenvolvimentos efetuados foram comparados com um produto existente no mercado – Nestum de Arroz (informações presentes no **Apêndice A** na **Tabela A-2**) – dado que se trata de um produto com as alegações nutricionais pretendidas. No entanto, a nível de características sensoriais o pretendido foi obter papas com mais sabor e uma textura mais espessa. Desta forma, optou-se por definir o mesmo modo de preparação do produto concorrente (35g do alimento de farinha de arroz com 160 ml de leite).

Em 2020 foi desenvolvida uma farinha de maçã a partir de resíduos de uma empresa de snacks de fruta desidratada, com o intuito de incorporar neste desenvolvimento, para substituir totalmente os açúcares convencionais e, simultaneamente, valorizar os resíduos alimentares industriais de outra empresa e praticar a economia circular. No entanto, dado que esta farinha foi desenvolvida recentemente, e como a Germen ainda não apresentava um equipamento para a trituração da maçã desidratada à escala industrial, a farinha utilizada nas formulações, foi desenvolvida numa escala piloto, recorrendo ao equipamento Bimby® TM6, que permitiu obter uma farinha com a granulometria desejada. Durante o desenvolvimento desta farinha, para efetuar a trituração, foram ainda realizados vários testes em dois moinhos diferentes presentes na empresa (Moinho Perten e Moinho de martelos),

no entanto, nenhum dos dois apresentou os resultados pretendidos devido à elevada formação de grumos, derivada da presença da frutose, após a trituração.

Para o desenvolvimento do produto foi ainda necessária uma balança analítica para pesar os vários ingredientes das formulações elaboradas. Posteriormente, os ingredientes foram homogeneizados de forma a obter uma farinha homogénea e, de seguida, a mistura obtida foi envolvida em leite (160 ml - medidos com uma proveta) até obter uma papa homogénea.

Após a confeção, foram efetuadas análises sensoriais internamente, no departamento de qualidade e I&D, com objetivo de analisar as propriedades organolépticas, tais como a aparência global, textura, odor e sabor, de forma a perceber quais as alterações que deveriam ser realizadas para obter um protótipo final com as características sensoriais desejadas. Foram ainda efetuados registos fotográficos da papa obtida, com o intuito de comparar com as formulações anteriores e/ou posteriores, para perceber se as características sensoriais visuais se alteravam perante o que era desejado.

3.2.4. Determinação da Composição Nutricional

Um dos objetivos principais deste desenvolvimento foi que apresentasse alegações nutricionais em fibra e “Sem Adição de Açúcares”, pelo que foi realizada, para cada formulação desenvolvida, uma análise nutricional empírica que permitisse atingir os valores estipulados no Regulamento (CE) Nº 1924/2006.

Assim sendo, efetuou-se uma estimativa teórica dos valores nutricionais de cada uma das formulações desenvolvidas, onde foi aplicada uma margem de segurança para o teor de fibra de 1g/100g, ou seja, foi estabelecido um teor mínimo de 4g/100g para a menção “Fonte de Fibra” e de 7g/100g para a menção “Alto teor em Fibra”, para garantir a presença do teor exigido legalmente.

Após a obtenção de uma formulação com todas as características pretendidas para o produto, foi realizada uma análise nutricional analítica no laboratorial CINATE e calculado o *Nutri-Score* do produto desenvolvido, tal como realizado para o preparado para pães *free from*.

3.2.5. Determinação do Custo das Formulações Desenvolvidas

Tal como para o preparado para pães *free from*, estimou-se o custo final de cada uma das formulações desenvolvidas, de forma a obter uma formulação com o menor custo possível.

3.2.6. Análise sensorial

Com o intuito de avaliar a aceitabilidade do produto desenvolvido, foi realizada uma prova sensorial. Dado que nem todas as pessoas estão habituadas a consumir este tipo de produtos alimentares, foi de extrema importância conseguir angariar pessoas que estivessem habituadas a consumir este tipo de produtos esporadicamente, de forma a obter uma análise mais representativa. Assim, optou-se por entrar em contacto com a Associação Portuguesa de Celíacos (APC) com o objetivo de divulgar a prova sensorial a todas as pessoas celíacas associadas. Após uma resposta positiva por parte da APC, foi feita uma divulgação da prova sensorial (presente no **Apêndice C** na **Figura C1-1**) através da *newsletter* da associação, a todos os associados de Portugal Continental.

Visto que poderia haver participantes de várias partes do país, seria impraticável realizar uma prova sensorial presencialmente, pelo que se optou por realizar uma prova *online* em que os participantes recebiam em suas casas as amostras para a realização da prova sensorial e preenchiam um inquérito *online* após o consumo da papa.

Após a divulgação, as pessoas interessadas em participar nesta prova sensorial enviaram diretamente um e-mail para a Germen com os dados necessários para o envio das amostras. Quando se atingiu um número significativo, foram preparadas e enviadas duas amostras devidamente codificadas com 3 dígitos aleatórios para cada um dos participantes: - **Amostra 553**, correspondente ao produto desenvolvido; - **Amostra 667**, correspondente ao produto existente no mercado (Nestum Arroz).

A prova sensorial foi realizada a estas duas amostras de forma a perceber como é que o produto desenvolvido se posicionava face a um produto existente no mercado. É de salientar que as amostras foram preparadas na linha de produção da Germen dedicada exclusivamente à produção dos produtos *free from*, seguindo todos os cuidados de higiene e segurança alimentar. Posteriormente, foram testadas previamente, antes do envio, quanto à presença de glúten através do teste Biomedal (metodologia presente na secção 3.3), de forma a garantir que não ocorreu qualquer contaminação cruzada por glúten.

As amostras foram enviadas no dia 20 de junho a todos os participantes, em que os mesmos dispuseram de 10 dias para a realização da prova. Cada uma das amostras continha uma etiqueta com o modo de preparação e com um código QR que dava acesso a um inquérito online (**Figura 3.2-1**). Juntamente com as amostras, foi enviada uma carta (presente no **Apêndice C** na **Figura C2-2**) que explicava como é que os participantes deveriam proceder para a realização da prova.



Figura 3.2-1. Imagem ilustrativa das amostras enviadas aos participantes, juntamente com a carta para a realização da prova sensorial ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas *free from*.

Cada amostra enviada continha 35g de produto ao qual, para a sua preparação, os participantes tiveram apenas de adicionar 160 ml de leite e misturar bem até obter uma mistura homogénea.

O inquérito foi elaborado recorrendo à aplicação *Google Forms* e, através do mesmo, os participantes foram questionados quanto à sua idade, género e hábitos de consumo, e avaliaram as amostras enviadas através de testes sensoriais de aceitabilidade utilizando uma escala hedónica de 5 pontos, testes de preferência e testes de intenção de compra.

No total, participaram 18 pessoas celiacas, entre as quais: 15 adultos e 3 mães que gostariam de fazer a prova aos seus filhos. Dado que a opinião de um adulto não é equiparável à de uma criança, houve a necessidade de criar dois inquéritos e de os analisar separadamente (presente no **Apêndice C** na secção **C3** e na secção **C5**). As questões de cada um dos inquéritos foram muito similares, contudo, apresentavam pequenas diferenças de forma adequar o inquérito a cada um dos grupos de diferentes faixas etárias. No inquérito para as crianças as primeiras questões e a questão de intenção de compra eram dirigidas às mães/pais de forma a perceber quais os hábitos de consumo dos seus filhos e o seu interesse na compra do produto para os mesmos. Os testes de aceitabilidade apresentavam uma escala mais adequada (escala facial) e de fácil perceção para as crianças, sendo que as mesmas tinham a ajuda parental na realização da prova e no preenchimento do inquérito.

Após a realização da prova sensorial e a respetiva análise dos resultados obtidos, foi efetuada uma reunião *online* com os participantes, no dia 27 de julho, com o intuito de agradecer a participação de todos os voluntários e de divulgar quais os objetivos propostos para o desenvolvimento deste produto, bem como as principais conclusões retiradas na prova sensorial efetuada.

✓ Tratamento Estatístico dos Dados

Foi realizada uma abordagem estatística aos resultados obtidos na prova sensorial, recorrendo ao *software IBM SPSS Statistics*, de forma a averiguar se existiam diferenças significativas nos testes de aceitabilidade e de preferência entre as amostras avaliadas.

Importa mencionar que, de acordo com a ISO 8586, para obter uma significância no tratamento de dados é desejável que o painel de provadores tenha pelo menos 10 provadores (ISO 8586, 2012). Como o número de crianças não é suficientemente elevado e não permite obter uma análise representativa da população, optou-se por não realizar a análise estatística a este grupo, dado que participaram apenas 3 crianças. No entanto, os resultados foram analisados e tidos em consideração, visto que permitiram retirar algumas conclusões fundamentais para melhorar o produto desenvolvido. Desta forma, realizou-se apenas uma análise estatística aos dados obtidos na prova sensorial dos adultos.

Relativamente ao teste de aceitabilidade recorrendo à escala hedónica de 5 pontos, como o número de participantes foi inferior a 30, numa primeira etapa, houve a necessidade de se verificar a normalidade dos dados, através do teste de *Shapiro-Wilk*. Para tal, criou-se uma variável com o cálculo da diferença das duas variáveis originais para cada um dos atributos (por exemplo: diferença da apreciação global entre a amostra 667 e 553 denominado como “dif_apreciação_global”) e, posteriormente, efetuou-se o teste da normalidade das variáveis da diferença. Para este teste definiu-se como **H0c**: Os resultados seguem uma distribuição normal e como **H1c**: Os resultados não seguem uma distribuição normal.

Dependendo da normalidade e da assimetria dos resultados e como os participantes classificaram o mesmo conceito um par de vezes (para a amostra 667 e 553), existiam três testes possíveis de se realizar: Teste *t-student*, Teste *Wilcoxon* ou Teste de Sinais, para duas amostras emparelhadas. Quando os resultados apresentam uma distribuição normal recorre-se ao teste *t-student* para as duas amostras emparelhadas. Caso não apresentem uma distribuição normal utiliza-se o Teste *Wilcoxon* –

quando os resultados não são fortemente assimétricos (ou seja, quando se obtêm um valor absoluto inferior a 2 na divisão do valor de simetria pelo erro padrão) – ou o Teste de Sinais – quando os resultados são assimétricos (ou seja, quando se obtêm um valor absoluto superior a 2 na divisão do valor de simetria pelo erro padrão).

Assim, de acordo com os resultados obtidos, optou-se por utilizar o **teste de Wilcoxon para duas amostras emparelhadas** para os atributos que não seguiam uma distribuição normal e o **teste *t*-student para duas amostras emparelhadas** para os atributos que seguiam uma distribuição normal. Definiu-se como:

- **H_{0D1}** : não existem diferenças significativas entre a amostra 668 e a amostra 565 ($\mu_{\text{amostra 668}} = \mu_{\text{amostra 565}}$) e como **H_{1D1}** : existem diferenças significativas entre a amostra 668 e 565 ($\mu_{\text{amostra 668}} \neq \mu_{\text{amostra 565}}$), relativamente ao teste *Wilcoxon* para duas amostras emparelhadas;
- **H_{0D2}** : não existem diferenças significativas entre a amostra 668 e a amostra 565 ($\mu_{\text{amostra 668}} = \mu_{\text{amostra 565}}$) e como **H_{1D2}** : existem diferenças significativas entre a amostra 668 e 565 ($\mu_{\text{amostra 668}} \neq \mu_{\text{amostra 565}}$), relativamente ao teste *t-student* para duas amostras emparelhadas.

Relativamente ao teste de preferência, optou-se também pelo **Teste Binomial**. Definiu-se como **H_{0E}** : a percentagem da preferência pelo produto desenvolvido é igual à do produto concorrente ($p_{\text{produto desenvolvido}} = p_{\text{produto concorrente}}$) e como **H_{1E}** : a percentagem da preferência pelo produto desenvolvido é diferente à do produto concorrente ($p_{\text{produto desenvolvido}} \neq p_{\text{produto concorrente}}$).

Em todas as situações foi considerado um nível de significância de 5%.

3.3. Teste Biomedal – Determinação Semiquantitativa de Glúten

O teste Biomedal, trata-se de um método para determinação semiquantitativa de glúten nas farinhas sem glúten ou em superfícies possivelmente contaminadas com vestígios de cereais glúten. Este teste foi utilizado para garantir a isenção de glúten nas amostras de ambas as provas sensoriais realizadas.

O mesmo foi realizado numa sala isolada do laboratório acreditado da Germen, dedicada exclusivamente a produtos sem glúten. Trata-se de um compartimento devidamente equipado, onde só são permitidos produtos sem glúten, como: farinhas de arroz, trinca de arroz e produtos isentos de glúten (como é o caso dos mixes *free from* da marca EYRA). Este teste previne situações de contaminação por glúten na linha da produção, como é o caso da trinca de arroz, e garante a isenção de glúten nos produtos comercializados.

Assim, para proceder à prática deste teste foi necessário efetuar uma limpeza e desinfeção de todo o espaço, a fim de evitar qualquer contaminação cruzada por glúten. Após a devida desinfeção do espaço, deu-se início à realização do teste, utilizando o material descartável presente no kit “*GlutenTox Pro*”: – Tira analítica *GlutenTox Pro*; – Colheres de plástico descartáveis; – Pipetas descartáveis; – Frasco de extração de tampa amarela; – Frasco de diluição de tampa azul. Para a realização do mesmo teve-se de se seguir as etapas presentes no manual de métodos internos do laboratório, que se resume na seguinte imagem.

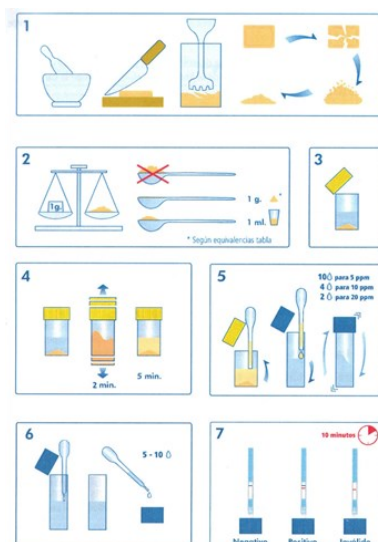


Figura 3.3-1. Procedimento de preparação e de análise ao glúten utilizando o teste Biomedal.

Neste caso, como se tratava de analisar um preparado em farinha, começou-se por pesar 1g do preparado com o auxílio da balança analítica. Posteriormente, colocou-se a amostra pesada no copo de extração de tampa amarela e, posteriormente, com o copo devidamente fechado, agitou-se o mesmo durante cerca de 2 minutos e deixou-se repousar por 5 minutos de forma que os sólidos de depositassem no fundo do copo. Após esse tempo, com o auxílio de uma pipeta descartável, retirou-se o sobrenadante do copo de extração de tampa amarela e adicionou-se 10 gotas no copo de diluição de tampa azul, dado que o pretendido foi obter um limite de deteção até 5 ppm. Segundo a legislação, a quantidade de glúten num produto alimentar deve ser inferior a 20 ppm, mas como neste caso o desejado era obter o menor limite de deteção, optou-se por adicionar 10 gotas que permite ter um limite de deteção de 5 ppm, garantindo assim que se não detetar em 5 ppm não deteta em 20 ppm.

Após a adição das 10 gotas, agitou-se suavemente o copo de diluição de tampa azul e, posteriormente, abriu-se o copo e inverteu-se a tampa com o intuito de a utilizar como um tubo. Com uma nova pipeta descartável, colocou-se 10 gotas do copo de diluição de tampa azul na tampa do copo já invertida. Seguidamente, colocou-se a tira analítica na tampa azul e esperou-se 10 minutos. Ao fim de 10 minutos, fez-se a leitura do resultado, sendo que: - **Resultado negativo:** apresentar uma única banda de coloração azul; - **Resultado positivo:** apresenta uma banda azul e outra vermelha; **Resultado inválido:** ausência de qualquer banda.

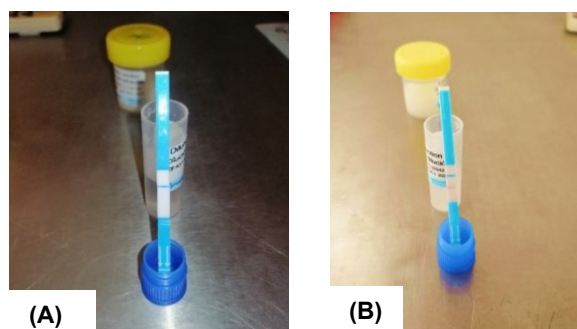


Figura 3.3-2. Fotografia dos possíveis resultados obtidos no teste Biomedal: (A) Resultado Negativo ao Glúten; (B) Resultado Positivo ao Glúten.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Desenvolvimento do Preparado para Pães *Free From*

4.1.1. Desenvolvimento Laboratorial

Como em qualquer trabalho de I&D, estes projetos (incluindo o desenvolvimento do alimento de arroz para preparação de papas *free from*) evolui 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.

Nesse sentido, numa fase inicial, para este desenvolvimento foram realizadas várias formulações e estimados os valores nutricionais médios por 100g de produto. Posteriormente, as formulações foram testadas no laboratório e na padaria experimental, de forma a analisar as amostras a nível sensorial, até se conseguir atingir um pão com as características pretendidas. Após a obtenção de um produto com características desejadas, foi necessário ajustar as formulações a nível económico, ou seja, tentar obter uma formulação com o menor custo possível para a empresa, mas que não influenciasse as características nutricionais e sensoriais finais do produto.

No total, foram desenvolvidas e testadas 47 formulações. Posteriormente, a formulação final foi sujeita a uma análise nutricional analítica (secção 4.1.2) e a uma análise sensorial (secção 4.1.3), com o intuito de perceber se o produto desenvolvido era do agrado do consumidor final e se apresentava os valores regulamentados para obter as alegações nutricionais pretendidas.

Seguidamente é justificada a razão da adição, alteração e/ou remoção das diferentes matérias-primas selecionadas para este desenvolvimento, indicadas na secção da 3.1.2.

✓ Amido

Após uma pesquisa, tanto bibliográfica como a produtos concorrentes, foi possível perceber que o amido é um ingrediente essencial e com um elevado peso nos produtos de panificação isentos de glúten, devido, essencialmente, à ausência da matriz de glúten.

Inicialmente, durante as diversas formulações desenvolvidas, foram utilizados dois tipos de amido: amido de milho e amido de batata. Ambos os amidos em conjunto, permitiram obter qualidades sensoriais aceitáveis. No entanto, após a testagem de várias formulações, houve a necessidade de diminuir o custo de formulação e optou-se por testar só pelo o amido de milho, dado que era o amido com o menor custo (€/kg). Após várias testagens verificou-se que o amido de milho permitiu obter características sensoriais igualmente aceitáveis e de encontro ao desejado, pelo que se optou por utilizar apenas este amido.

✓ Farinhas

Dado que estamos perante produtos isentos de glúten, houve a necessidade de optar por farinhas que não apresentassem na sua composição glúten, quer intencionalmente quer por contaminação cruzada.

A farinha de arroz foi uma das matérias-primas utilizadas nas diversas formulações, não só por apresentar as características descritas na secção 2.5.2, mas também devido ao facto de ser uma matéria-prima produzida na Germen. No entanto, esta farinha não permite obter um pão com características sensoriais desejáveis, particularmente a nível de sabor e de cor, sendo assim necessário a incorporação de outros ingredientes que permitam obter um sabor agradável e uma cor mais apelativa.

Desta forma, recorreu-se à incorporação da farinha de grão-de-bico. Esta farinha apresenta um conteúdo nutricional muito importante, nomeadamente, um elevado teor em proteínas e fibras, que contribui para a melhoria dos valores nutricionais e para atribuição das alegações nutricionais pretendidas para o produto em questão. Além disso, a farinha de grão-de-bico, apresenta um agradável sabor e com uma cor aceitável, que permite obter um pão que se distingue dos pães isentos de glúten existentes no mercado. No entanto, observou-se que, ao longo das várias testagens, uma das desvantagens da incorporação desta farinha, em elevadas percentagens, foi a dureza obtida no produto final.

✓ Hidrocolóides

Inicialmente, o pretendido para este desenvolvimento era obter um produto mais *clean label* possível, ou seja, que não se utilizasse aditivos alimentares e que se incorporasse apenas produtos naturais, facilmente reconhecíveis e considerados seguros pelos consumidores. No entanto, em produtos de panificação isentos de glúten e, de acordo com as várias formulações testadas, a adição de hidrocolóides revelou-se fundamental, devido às fracas propriedades de cozimento que as matérias-primas sem glúten apresentam.

Um dos hidrocolóides imprescindíveis, devido às suas propriedades viscoelásticas, foi o hidroxipropilmetilcelulose (HPMC). Este aditivo, permitiu obter uma massa mais consistente, um pão com um bom volume e um miolo com uma boa textura. No entanto, a percentagem utilizada deste hidrocolóide, não foi suficiente para obter uma massa de fácil manuseamento. De forma para colmatar este problema e não optar pela adição de mais hidrocolóides, foram testadas várias concentrações do HPMC em diferentes formulações. Porém, devido ao elevado custo da matéria-prima não foi viável a utilização de uma elevada percentagem do HPMC.

Neste sentido, foi necessário optar por mais um hidrocolóide, com propriedades espessantes, que permitisse obter uma massa menos viscosa e mais fácil de trabalhar manualmente. A linha de produção da Germen dedicada a produtos *free from*, apresentava dois hidrocolóides com estas propriedades: a goma guar e a goma xantana. Procedeu-se a várias testagens e ambas as gomas permitiram obter os resultados pretendidos. No entanto, devido ao aumento do custo da goma xantana, optou-se pela goma guar, dado que, permite obter uma massa de pão com uma boa viscosidade e com um custo mais baixo de formulação.

As percentagens de ambos os hidrocolóides foram ajustadas de forma a obter o menor custo de produção, mas sem afetar as propriedades viscoelásticas desejadas.

✓ **Fibras**

A incorporação de fibra neste produto foi fundamental para conseguir atingir alegação nutricional em fibra e para permitir melhorar a saúde intestinal dos consumidores.

Assim, um dos ingredientes incorporados neste desenvolvimento foi o farelo de arroz, devido aos seus benefícios nutricionais e de saúde e ao seu elevado teor em fibra alimentar insolúvel. Como o farelo de arroz apresenta uma cor escura, que apesar de benéfica para os pães isentos de glúten, dado que permite obter um pão com uma cor mais apelativa, teve-se em atenção em não utilizar uma percentagem muito elevada para não obter um produto final com uma cor muito escura (menos apelativa). Além disso, verificou-se que percentagens elevadas de farelo de arroz, pode afetar significativamente o volume final do pão. Neste sentido, foi necessário testar várias percentagens de farelo de arroz até obter uma percentagem ideal, que permitisse alcançar uma alegação nutricional em fibra e um produto com características sensoriais apelativas (tanto a nível visual como gustativo).

Além desta fibra, foram testadas mais três amostras facultadas por fornecedores: fibra de bambu; mistura de fibras de bambu com *psyllium*; mistura de fibras de bambu com *psyllium* e batata. Primeiramente, foram determinadas as percentagens para a obtenção da alegação nutricional em fibra, tendo em conta o teor em fibra de cada uma das amostras e dos restantes ingredientes presentes nas formulações. Posteriormente, começou por se testar a mistura de fibras de bambu com *psyllium* e batata. Esta solução não permitiu obter resultados satisfatórios, dado que a fibra de batata, devido à sua coloração escura, gera uma mistura de fibras escura e, conseqüentemente, um pão com uma tonalidade não apelativa, pelo que, não se optou pela incorporação desta mistura.

Relativamente, as restantes soluções (fibra de bambu e mistura de fibra de bambu com *psyllium*), ambas apresentavam uma tonalidade branca que não interferia negativamente na cor do produto final e ambas apresentam efeitos benéficos nas propriedades viscoelásticas do pão. Após a pesquisa teórica realizada, foi possível perceber que o *psyllium* apresentava propriedades espessantes muito semelhantes à goma xantana. Desta forma, optou-se por desenvolver uma formulação que incorporasse esta mistura de fibras com apenas o hidrocolóide HPMC, de forma a perceber se de facto o *psyllium* (presente nesta mistura) poderia substituir a função da goma xantana e/ou guar e tornar o produto mais *clean label*. No entanto, após vários testes, não se verificou os resultados pretendidos, podendo dever-se a uma baixa percentagem de *psyllium* ou por interações que possam ter ocorrido com outros ingredientes.

Neste sentido, dado que a mistura de *psyllium* com bambu não permitiu obter as propriedades espessantes para substituir a goma guar e, como a fibra de bambu apresentou um menor preço por kg, optou-se por utilizar apenas este ingrediente, pois permitiu obter um menor custo da formulação final e as mesmas propriedades nutricionais e sensoriais. A fibra de bambu trata-se de uma fibra natural, com benefícios para a digestão e para a saúde intestinal e com boas propriedades de absorção e retenção de água.

✓ Proteínas

De forma a obter uma alegação nutricional em proteína, foi fundamental a incorporação de ingredientes com elevado teor proteico. Além da farinha de grão-de-bico, que contribuiu para o aumento do teor proteico, foram testadas mais duas matérias-primas presentes na linha de produção de produtos *free from*: clara de ovo em pó e proteína isolada de batata.

A incorporação da clara de ovo em pó, apesar de se tratar de uma proteína animal, foi fundamental devido às suas propriedades de emulsificação e ao seu elevado teor proteico. Permitiu melhorar significativamente as propriedades viscoelásticas da massa e obter um pão com um bom volume, uma boa textura, uma boa cor e um sabor agradável. Contudo, foi necessário ajustar a sua percentagem, de forma a não obter uma formulação com um custo muito elevado para a empresa e um pão com uma cor muito amarela (como por exemplo o pão brioche), devido à coloração amarela do ingrediente.

Da mesma forma, a incorporação da proteína vegetal (proteína isolada de batata) também foi fundamental para permitir atingir a alegação nutricional em proteína, devido ao seu elevado teor proteico. No entanto, trata-se de um ingrediente com uma coloração escura e com um elevado custo, pelo que, foi necessário proceder a vários ajustes da percentagem ao longo das várias formulações, de forma a obter uma formulação com baixo custo e um pão com uma cor final apelativa.

✓ Sal e Açúcar

O sal, permitiu intensificar o sabor do pão, no entanto, foi necessário ter conta a percentagem no produto final, de forma a não atingir o limite máximo de sal legislado (1,4g de sal por 100g de pão).

Já o açúcar apresentou efeitos benéficos durante a fermentação, uma vez que, o fermento se alimenta deste ingrediente e produz bolhas de dióxido de carbono determinantes para o crescimento do pão. Além disso, apresentou propriedades importantes a nível de sabor e de cor, devido às reações de *Maillard* e de caramelização que ocorriam durante a confeção do pão e funcionou também como um conservante natural que permite melhorar o tempo de vida útil do produto.

✓ Enzimas

Uma vez que, a farinha de grão-de-bico e fibras adicionadas proporcionaram uma dureza ao pão, principalmente, quando preparado manualmente, houve a necessidade de encontrar uma solução que permitisse obter um pão mais macio. Após o contacto com fornecedores, para perceber quais as soluções atuais presentes no mercado que permitisse obter as propriedades finais desejadas, foi recomendada a utilização de uma enzima maltogénica que permite obter um pão mais suave, com uma maior elasticidade e frescura ao longo do tempo de vida útil e proporciona uma sensação agradável na boca aquando do seu consumo.

Neste sentido, foi facultada uma amostra da enzima descrita e realizaram-se testes laboratoriais para perceber os seus efeitos no produto final, começando por testar a dosagem máxima recomendada pelo fornecedor. Após a confeção do pão com esta enzima, os resultados foram notórios, dado que se obteve um pão com um miolo bastante mais macio e suave, com uma maior elasticidade e frescura ao

longo de vários dias. Optou-se por incorporar esta enzima nas formulações devido aos resultados desejáveis a nível sensorial.

✓ **Aroma**

De forma a melhorar sensorialmente o odor e, conseqüentemente, o sabor do pão isento de glúten, foram testados três tipos de aromas para pão. Na ficha técnica de cada aroma, facultada pelo fornecedor, são apresentadas as dosagens recomendadas num intervalo de valores. Numa fase inicial, foram testadas as dosagens máximas recomendadas de cada um dos aromas e selecionado o aroma mais adequado, através de análise sensoriais internas no departamento de qualidade e de I&D. Posteriormente, a percentagem do aroma selecionado foi ajustada de forma a obter um odor e sabor agradável.

✓ **Água, levedura e óleo**

A adição de água no processo de panificação foi bastante importante, dado que influenciou a consistência da massa do pão. A quantidade de água adicionada foi um dos pontos críticos durante os vários desenvolvimentos, uma vez que, um excesso de água poderia promover um colapso durante a fermentação/cozedura e, uma insuficiente hidratação não permitia obter um pão com boas propriedades viscoelásticas, nomeadamente, um bom volume específico e uma baixa dureza do pão. Assim, foi necessário, otimizar a percentagem de água na massa do pão, tanto manualmente como na máquina de pão, de forma a obter um pão com as características desejadas.

A levedura também foi um ingrediente extremamente importante no processo de panificação, mais concretamente, durante a etapa de fermentação, dado que converte o açúcar em bolhas de dióxido de carbono, que são importantes para o crescimento da massa. No entanto, durante o desenvolvimento foi necessário ajustar a quantidade de levedura, visto que, demasiado fermento poderia fragilizar a estrutura da massa, que acabaria por crescer muito e colapsar.

A adição de gordura, neste caso de óleo vegetal, foi também importante, no ponto de vista em que permitiu tornar o pão mais fresco e sedoso e intensificar o sabor e o aroma final do pão.

Como ponto de partida, definiu-se a quantidade de água, fermento e óleo da receita utilizada para o modo de preparação do produto concorrente – Preparado Panificação Sem Glúten da marca HACENDADO. Posteriormente, com o decorrer dos desenvolvimentos, as percentagens destes ingredientes foram ajustas consoante as necessidades sentidas e desejadas para o produto. Além disso, uma vez que, o produto desenvolvido deve apresentar um modo de preparação recorrendo à máquina de pão e manualmente, foi necessário a realização de duas receitas, uma para cada modo de confeção. Manualmente o objetivo foi obter uma massa fácil de manusear, sendo necessário adicionar uma quantidade de água ideal para que a massa não ficasse nem muito líquida nem muito dura. Na máquina de pão, dado que não existe este problema de manuseamento, foi adicionada uma quantidade maior de água, para permitir obter uma massa mais homogénea/uniforme e um pão com maior volume.

4.1.1.1. Formulação Final

Na **Figura 4.1-1**, estão representados registos fotográficos dos protótipos finais do preparado para pães *free from*, para cada modo de preparação:

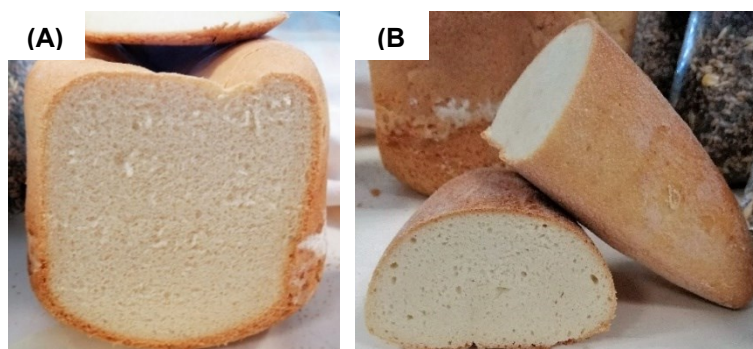


Figura 4.1-1. Protótipo final do preparado para pães *free from*: (A) confeccionado na máquina de pão; (B) confeccionado manualmente.

Como modo de preparação para o protótipo final obtido na máquina de pão ficou definida a seguinte receita: 410g da formulação final desenvolvida, 330g água, 18g de levedura fresca e 42g óleo vegetal. Quanto à confeção manual, definiu-se a seguinte receita: 1kg da formulação final desenvolvida, 640g de água, 30,5g de levedura e 80g óleo vegetal.

A confeção realizada na máquina de pão permitiu obter um pão com uma boa textura, um miolo suave e sedoso, com uma cor branca a amarelada, e apresenta uma crosta crocante, com uma tonalidade amarelada/dourada. Já a confeção manual, permitiu obter um pão um pouco mais duro, devido à menor quantidade de água adicionada (para permitir um fácil manuseamento), e um miolo mais compacto. Ambos os pães apresentam um bom sabor e um aroma agradável, que se distinguem dos restantes produtos existentes no mercado.

4.1.2. Análise Nutricional

Na **Tabela 4.1-1** estão mencionados os valores nutricionais estimados e obtidos analiticamente no laboratório CINATE, por 100g da formulação final desenvolvida.

Tabela 4.1-1. Informação nutricional por 100g de produto para o protótipo final do preparado para pães *free from*.

	Informação Nutricional (por 100 g)	
	Valores estimados	Valores obtidos no CINATE
Valor Energético	1224 kJ / 320 Kcal	1416 kJ / 335 Kcal
Lípidos	1,5 g	1,2 g
Dos quais saturados	0,3 g	0,2 g
Hidratos de Carbono	67,8 g	66,4 g
Dos quais açúcares	4,2 g	3,7 g
Fibra	9,3 g	9,4 g
Proteína	10,0 g	9,9 g
Sal	1,93 g	0,83 g

Verifica-se que os valores obtidos são similares, apenas os valores energéticos e o teor de sal apresentam algumas diferenças significativas. Sendo que, para o valor energético, os valores obtidos no CINATE são ligeiramente superiores, ao contrário dos valores obtidos para o teor de sal, que são ligeiramente inferiores. Isto pode-se justificar pela utilização de valores nutricionais teóricos das fichas técnicas 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*.

A nível de alegações nutricionais, a partir dos valores estimados, é possível obter as alegações pretendidas para o produto em questão. Neste caso, de acordo com o Regulamento (CE) Nº 1924/2006, é possível obter uma alegação em “Alto Teor em Fibra”, dado que o teor em fibra é superior a 6g por 100g de produto. Além desta, também é possível obter uma alegação nutricional em proteína, mais concretamente “Fonte de Proteína”, uma vez que, pelo menos 12% do valor energético do alimento é fornecido por proteína.

Já para os resultados obtidos analiticamente no laboratório CINATE, apenas é possível obter uma alegação nutricional em fibra. Para obter a alegação nutricional em proteína, seria necessário um teor proteico mínimo de 10,05 g. Isto pode ser justificado pelas razões supracitadas, mas também devido ao facto de a margem de segurança aplicada nos valores estimados não ter sido suficiente para garantir os valores legais.

Para confirmar estes valores, o ideal seria proceder a uma pesagem mais rigorosa dos ingredientes e, posteriormente, realizar uma nova análise nutricional no laboratório CINATE, para perceber se os valores se confirmam. Outra solução, seria aplicar uma margem de segurança maior nos valores estimados através do aumento do teor de proteína na formulação, com o aumento da percentagem de proteína de batata e/ou de clara de ovo e/ou de farinha de grão-de-bico, dado que estes ingredientes são os que apresentam um elevado teor proteico. Contudo, ao efetuar estas alterações deve-se ter em atenção o valor energético, visto que a alegação em proteína depende desse valor, ou seja, ao aumentar a quantidade dos produtos mencionados iria, conseqüentemente, aumentar a proporção de calorias e o resultado seria semelhante. Assim, a sugestão passaria por aumentar a proteína através do aumento da percentagem de um ingrediente com elevado teor proteico, mas com um baixo teor calórico, de forma a não introduzir mais calorias na formulação. No entanto, é importante também verificar as características sensoriais finais do produto aquando das alterações, visto que, os ingredientes mencionados apresentam um impacto significativo não só na cor, mas também no sabor.

Foi calculado o *Nutri-Score* dos valores da formulação final estimados e obtidos no laboratório CINATE. Para os resultados estimados, obteve-se um *Nutri-Score* C, correspondendo à cor amarela, e para os resultados obtidos no CINATE um *Nutri-Score* A, correspondendo à cor verde-escura. Verificou-se que o *Nutri-Score* obtido nos resultados estimados não obteve a melhor pontuação, devido ao teor de sal, que atribui uma classificação mais negativa, não sendo tão elevado nos resultados obtidos no laboratório CINATE. Assim, importa diminuir a percentagem de sal adicionada na formulação desenvolvida, de forma obter uma melhor classificação no *Nutri-score* e, conseqüentemente, um produto final mais equilibrado a nível nutricional. Ressalva-se que também é importante perceber de que forma é que a diminuição do teor de sal afeta as qualidades sensoriais do produto final.

4.1.3. Análise Sensorial

Através do inquérito realizado (**Figura B3-3**), foi possível recolher informações dos participantes quanto ao seu perfil de cariz pessoal - hábitos e preferências de consumo - e a aceitabilidade do produto desenvolvido, bem como a sua preferência e intenção de compra, em comparação com um produto existente no mercado.

Esta prova sensorial abrangeu 32 participantes não treinados, dos quais 69% do género feminino e 31% do género masculino, com idades compreendidas entre os 20-56 anos. Relativamente à profissão dos inquiridos, como esta prova sensorial foi realizada numa instituição de ensino superior numa altura de época de exames, a maioria pertencia à categoria de investigadores (37,5%) e técnicos superiores (28,1%), tendo participado ainda professores e estudantes de licenciatura e de doutoramento.

Dos participantes, 88% não apresentava nenhuma intolerância alimentar, já 13% apresentavam intolerâncias alimentares, mais concretamente, ao glúten (9,4%) e à lactose (3,1%). Dos participantes que não apresentavam intolerância ao glúten, foi possível perceber através do inquérito que apenas 3,4% fazia uma alimentação isenta de glúten e 13,8% fazia uma alimentação isenta de glúten esporadicamente, sendo que ambos davam preferência a produtos alimentares isentos de glúten. Dos restantes, 79,3% dos participantes não apresentava nenhuma intolerância, não fazia nenhuma alimentação isenta de glúten nem optava por produtos alimentares isentos de glúten, já 3,4% optava por produtos alimentares isentos de glúten. Estas questões permitiram perceber que entre os inquiridos houve 4 tipos de grupos de indivíduos com diferentes escolhas alimentares: **(1)** os que apresentavam intolerância alimentar ao glúten e que, por essa razão, eram obrigadas a consumir produtos isentos de glúten; **(2)** os que não apresentavam intolerância ao glúten, mas que optavam por uma alimentação isenta de glúten e, conseqüentemente, por produtos isentos de glúten; **(3)** os que não apresentavam intolerância ao glúten, não faziam nenhuma alimentação isenta de glúten, mas optavam por produtos sem glúten; **(4)** e os que não apresentavam intolerância ao glúten e que não fazia uma alimentação nem optavam por produtos isentos de glúten.

De forma a perceber se as alegações nutricionais pretendidas no produto desenvolvido eram importantes para o consumidor final, foi questionado aos participantes se davam preferência a produtos alimentares com alegações nutricionais em fibra e proteína, sendo que: 59% dos inqueridos deu preferência a produtos alimentares com alegações nutricionais em fibra, e 53% dos inqueridos deu preferência a produtos alimentares com alegações nutricionais em proteína.

Relativamente aos hábitos de consumo de pão, todos os participantes consomem pão em diferentes alturas do dia, sendo que: 53% consome no pequeno-almoço, 29% ao lanche, 7% ao almoço, 8% ao jantar e 3% à ceia. Relativamente ao consumo de pão isento de glúten, apenas 19% dos participantes consomem pão isento de glúten. A nível da frequência de consumo de pão isento de glúten, metade dos participantes nunca consome pão isento de glúten e os restantes participantes consome raramente (34%), semanalmente (9%), diariamente (3%) e mais de uma vez por dia (3%).

Posteriormente, recorrendo a uma escala hedónica de nove pontos, os inqueridos foram submetidos a um teste sensorial de aceitabilidade a uma amostra de pão do produto desenvolvido

(Amostra 668), com termo de referência de uma amostra de pão do preparado panificação sem glúten da marca HACENDADO (Amostra 565).

Inicialmente calcularam-se as médias e os desvios-padrão dos resultados obtidos para cada uma das amostras para os vários atributos avaliados (Tabela 4.1-2).

Tabela 4.1-2. Médias e desvios-padrão obtidos para os vários atributos sensoriais avaliados do pão free from.

	Produto Desenvolvido (Amostra 668)	Produto Concorrente (Amostra 565)
Apreciação Global	6,72 ± 1,35	6,66 ± 1,38
Aspetto	7,19 ± 1,35	7,25 ± 1,22
Cor do miolo	7,03 ± 1,49	7,19 ± 1,40
Aroma	6,44 ± 1,41	6,72 ± 1,42
Textura na boca	5,94 ± 1,70	5,88 ± 2,11
Sabor	6,34 ± 1,62	6,34 ± 1,79

De forma a comparar os resultados de ambas as amostras, reuniram-se as médias de cada uma das amostras, para cada atributo, no gráfico radar da Figura 4.1-2.

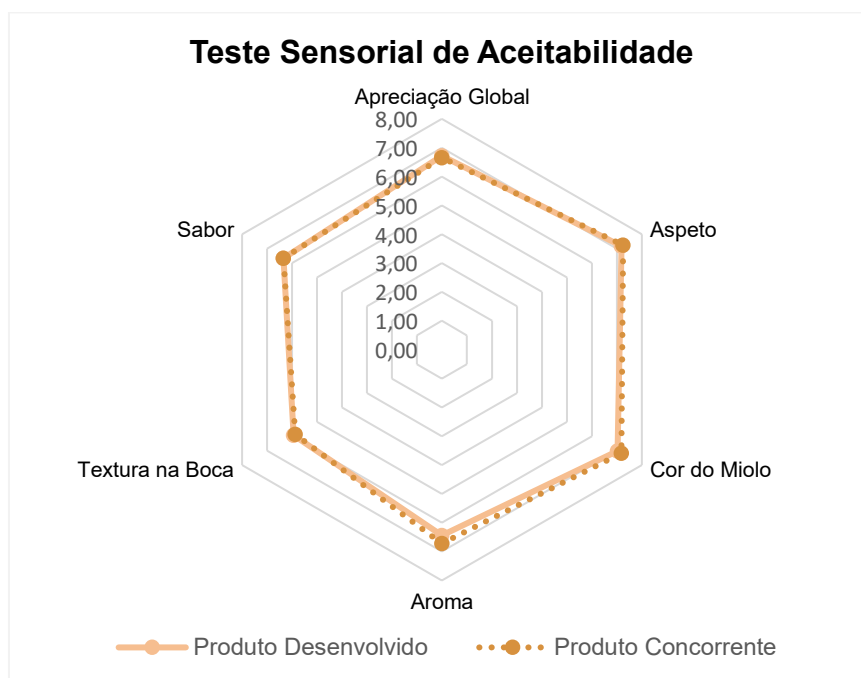


Figura 4.1-2. Perfil sensorial das médias das classificações atribuídas a cada atributo - Apreciação Global, Aspetto, Cor do Miolo, Aroma, Textura na Boca e Sabor – para o produto desenvolvido e para o produto concorrente.

Numa análise inicial é possível observar, através do gráfico, que existem semelhanças nas diferentes amostras avaliadas, apresentando classificações entre os 6 e os 7 valores que correspondem ao “Gostei Ligeiramente” e “Gostei moderadamente”, respetivamente. Sendo que, a textura é o atributo que apresenta uma menor classificação média, para ambas as amostras.

De modo a confirmar que as amostras não apresentam diferenças significativas para todos os atributos, os resultados obtidos foram submetidos a uma análise estatística recorrendo ao *software IBM SPSS Statistics*.

Os resultados obtidos encontram-se presentes no **Apêndice B** na secção **B4**. Através da **Tabela B4-1** observa-se que, a um nível de significância de 5%, o valor de prova (significância bilateral) é bastante superior a 5% em todos os atributos, pelo que, a um grau de confiança de 95% não há evidências significativas para se rejeitar a H_{0A} . Observa-se ainda que em todos os atributos, os intervalos de confiança a 95% variam de 1 valor negativo até 1 valor positivo, ou seja, o zero está incluído nesse intervalo, reforçando assim que a H_{0A} pode acontecer ($\mu_{amostra\ 668} - \mu_{amostra\ 565} = 0$). Assim, a um nível de significância de 95%, pode-se concluir que não há evidências estatísticas suficientes para afirmar que as amostras são diferentes entre si para os atributos sensoriais avaliados. Esta conclusão é reforçada quando se observa, na **Tabela B4-2**, que as médias das duas amostras para os diferentes atributos são semelhantes.

As mesmas amostras foram ainda submetidas a um teste de preferência. Os resultados encontram-se no gráfico circular da **Figura 4.1-3**. Analisando o gráfico é possível verificar que, dos 32 participantes, 17 preferem a amostra do produto desenvolvido (53%) e que 15 preferem a amostra do produto concorrente (47%).

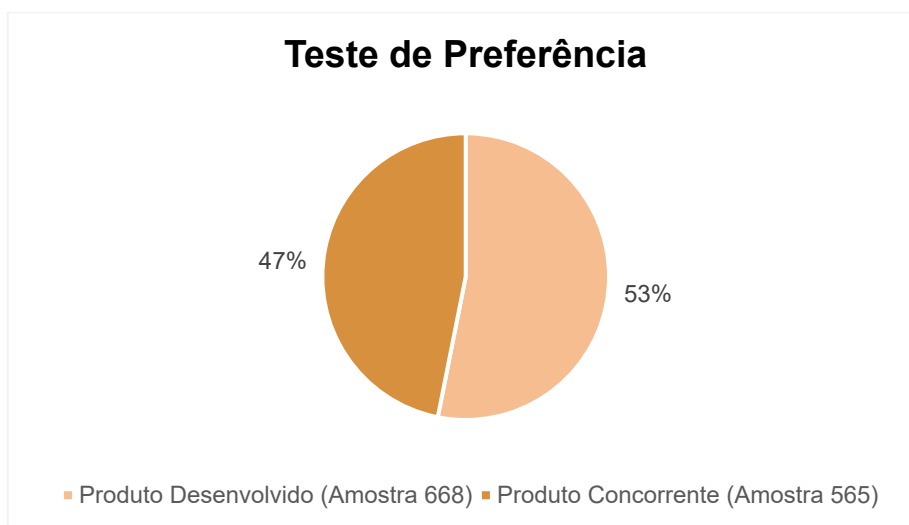


Figura 4.1-3. Teste de preferência entre a amostra do produto desenvolvido e do produto concorrente na análise sensorial ao pão free from.

Os dados obtidos foram sujeitos a um Teste Binomial e os resultados obtidos encontram-se presentes no **Apêndice B** na **Tabela B4-3**. Verifica-se que, a um nível de significância de 5%, o valor de prova é 86%, sendo muito superior a 5%, logo não há evidências estatísticas suficientes para rejeitar a H_0 , ou seja, a percentagem da preferência do produto desenvolvido não apresenta diferenças significativas relativamente à percentagem do produto concorrente. Estes resultados obtidos corroboram com os resultados obtidos no teste de aceitabilidade.

Foi ainda questionado aos participantes se estariam dispostos a comprar o produto desenvolvido, se o mesmo estivesse a um preço conveniente. Os resultados obtidos encontram-se no seguinte gráfico de barras:

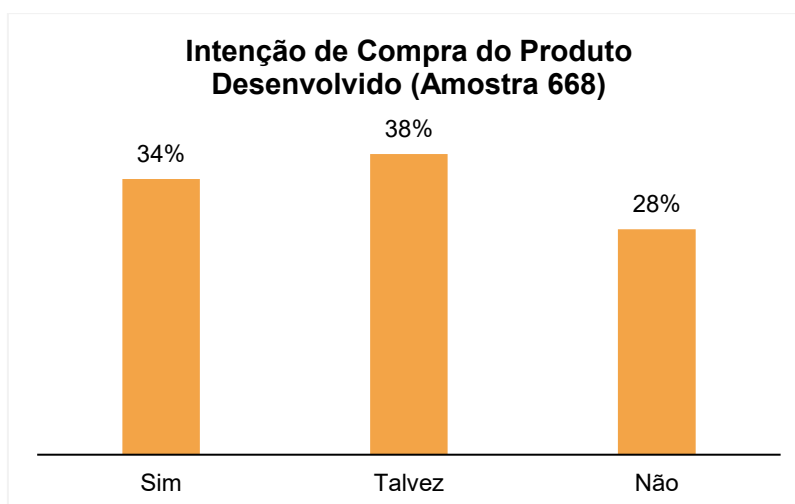


Figura 4.1-4. Resultados obtidos para intenção de compra na análise sensorial ao pão free from.

Através deste gráfico é possível perceber que dos 32 participantes apenas 9 não estariam dispostos a comprar o produto desenvolvido (28%), 12 dos participantes estavam indecisos quando à sua intenção de compra (38%) e 11 dos participantes estaria disposto a comprar o produto desenvolvido (34%). 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 efetuadas melhorias de forma a cativar mais consumidores a comprar o produto desenvolvido.

Por fim, o inquérito apresentava um espaço para comentários onde os inquiridos puderam comentar o que lhes parecesse pertinente relativamente a cada uma das amostras.

Tabela 4.1-3. Comentários obtidos no inquérito da análise sensorial ao pão free from.

Provadores	Produto Desenvolvido (Amostra 668)	Produto Concorrente (Amostra 565)
1	“Não gostei do aspeto, da textura e do sabor”	“Gostei da textura”
2	“As duas amostras foram muito boas”	
3	“Ambos os pães apresentam uma textura que necessita de ser melhorada, esfarelam muito na boca”	
4	“Miolo um pouco amarelado”	“É um pouco farinhenta”
5	“Melhor sabor”	“Melhor textura”
6	“Textura mais consistente, pede ingestão de água”	“Textura leve na boca e sem cheiro”
7	“Gostei muito da cor interior”	“O exterior desta amostra parece mais natural/caseiro”
8	“Esfarela muito na boca”	“Esta amostra é melhor de uma forma geral”

Através dos comentários presentes na **Tabela 4.1-3** foi possível perceber que a textura do produto desenvolvido é um aspeto que deve ser melhorado. Relativamente ao atributo sensorial cor, houve quem achasse interessante e apelativo e quem não gostasse tanto, dado que, não se assemelha tanto a um pão rústico, sendo também um atributo a ser melhorado de forma a agradar à maioria dos consumidores.

Estes resultados revelam que o produto desenvolvido apresenta um bom potencial, comparativamente com o produto concorrente presente no mercado, a nível de atributos sensoriais.

Importa salientar que a análise sensorial realizada abrangeu, maioritariamente, consumidores que não estão habituados a consumir este tipo de produto (pão isento de glúten), pelo que os resultados poderiam ser diferentes caso se optasse por realizar a prova apenas com provadores que consumissem este tipo de produtos frequentemente. Futuramente, após uma melhoria da formulação final desenvolvida, poderia ser interessante optar por realizar uma prova sensorial apenas com consumidores que consumissem este tipo de produtos frequentemente.

4.2. Desenvolvimento do Alimento de Farinha de Arroz para Preparação de Papas *Free From*

4.2.1. Desenvolvimento Laboratorial

Este projeto teve início no ano de 2020, em que se efetuou várias formulações que não foram aprovadas devido à textura obtida. Assim o objetivo, foi retomar este desenvolvimento de forma a obter as características pretendidas, através da alteração e/ou ajuste das formulações já testadas.

No total, foram desenvolvidas e testadas no laboratório da Germen, 23 formulações, sendo que, 4 das formulações foram testadas em 2020.

Desta forma, seguidamente, são justificadas as razões da adição, alteração e/ou ajustes das diferentes matérias-primas seleccionadas indicadas na secção **3.2.2**.

✓ Farinha de Arroz Hidrolisada

Inicialmente, foram testadas diversas farinhas de arroz, dentro das quais: farinha de arroz produzida na Germen; farinha de arroz tratada termicamente e farinha de arroz pré-gelatinizada. No entanto, a nível de textura, nenhuma destas farinhas permitiu obter uma papa homogénea, com a espessura desejada e sem formação de grumos (**Figura 4.2-1**).

Após uma análise da concorrência, foi possível perceber, que a maioria dos produtos já existentes no mercado, incorporaram farinha de arroz hidrolisada. Desta forma, contactou-se uma indústria que produzia esta farinha, no qual se pediu uma amostra para testagem em laboratório e a ficha técnica do produto. Devido ao processo de hidrólise enzimática, esta farinha apresenta um sabor doce agradável, sendo adequada para substituir totalmente ou parcialmente a sacarose em muitas formulações. Ao realizar a primeira testagem com esta farinha, observaram-se diferenças significativas na textura da papa, visto que, permitiu obter uma papa homogénea e sem formação de grumos (**Figura 4.2-1**). Assim, optou-se por esta farinha devido às características sensoriais desejadas para o produto.



Figura 4.2-1. Registos fotográficos das papas com os diferentes tipos de farinha de arroz: (1) Farinha de arroz pré-gelatinizada; (2) Farinha de arroz tratada termicamente; (3) Farinha de arroz Hidrolisada.

✓ **Farinha de Maçã**

Um dos atributos sensoriais fundamentais para este tipo de produto é o sabor. Habitualmente, as papas isentas de glúten falham na ausência do sabor, devido à utilização de farinha de arroz, que apesar de apresentar benefícios para as pessoas celíacas não permite obter o mesmo sabor, comparativamente com as papas convencionais de farinha de trigo. Assim, em 2020 desenvolveu-se uma farinha de maçã na Germen, com as características necessárias para o desenvolvimento do produto. Esta farinha, devido à frutose que a maçã apresenta, permite dar um sabor doce às papas, sem a necessidade de adição de açúcares, sendo assim possível alegar o produto com menção “Sem Adição de Açúcares”.

✓ **Fibra**

Um dos pontos negativos abordados pela APC à Germen, foi o facto das papas existentes no mercado criarem obstipação após a sua ingestão, principalmente em crianças. Deste forma, para o desenvolvimento deste produto, foi crucial incorporar ingredientes que permitissem ajudar na obstipação.

Tal como mencionado anteriormente, o farelo de arroz é uma fibra insolúvel, que permite ajudar na obstipação, dado que aumenta o volume do bolo fecal reduzindo o tempo de trânsito intestinal. Além disso, devido ao elevado teor de fibra que apresenta, permite ajudar a atingir uma alegação nutricional em fibra. Dito isto, este foi um dos ingredientes incorporados nas formulações, devido aos seus benefícios de saúde e nutricionais.

Dado que o farelo de arroz apresenta uma cor castanha, foi necessário testar várias concentrações do mesmo, de forma a não obter papas com uma cor mais acastanhada, que tornaria uma papa não muito apelativa. Percebeu-se ainda que, com o aumento da percentagem de farelo de arroz na formulação, a papa ficava mais áspera, pelo que foi necessário ajustar a sua percentagem de forma a não prejudicar as características sensoriais da papa, tal como mencionado na secção **2.6.1**.

Outro ingrediente incorporado no desenvolvimento do produto, foi a inulina. Tal como abordado no enquadramento teórico (na secção **2.6.1**), a inulina é uma fibra prebiótica que apresenta benefícios que contribuem para um normal funcionamento intestinal. Dado que a Germen não apresentava esta matéria-prima na sua linha de produção, foi necessário contactar fornecedores que facultassem uma amostra para as posteriores testagens laboratoriais. De entre vários contactos com fornecedores, foi possível obter uma amostra de inulina chicória nativa. Trata-se de um ingrediente seco, com cor neutra,

com um sabor ligeiramente doce e com boas propriedades texturizantes que limitam a formação de grumos.

Particularmente, esta inulina pode apresentar a seguinte alegação de saúde: “A inulina de chicória contribui para o normal funcionamento intestinal através do aumento da frequência da defecação”. No entanto, esta alegação só pode ser utilizada para alimentos que forneçam, pelo menos, uma dose diária de 12 g de inulina de chicória nativa. Assim, para obter esta alegação, seria necessário que a porção recomendada de uma única toma de papa por dia (35 g do produto), aportasse 12g de inulina, ou então, poderia ser recomendado duas tomas diárias de 35g do produto e, em cada dose, o produto final deveria conter 6g de inulina (sendo que, numa eventual comercialização do produto, na embalagem teria de estar expresso que o benefício só seria alcançado pelo consumo de duas doses diárias, ou seja, 12g de inulina chicória/dia). Contudo, isto dependeria que o produto apresentasse uma elevada percentagem de inulina que acarretaria a um elevado custo de produção e, conseqüentemente, a um elevado preço do produto ao consumidor final, uma vez que, a inulina apresenta um custo elevado.

Assim sendo, devido aos motivos mencionados, optou-se por utilizar uma dosagem inferior de inulina que, apesar de não ser suficiente para obter a alegação de saúde, permite ajudar, de alguma forma, no bom funcionamento intestinal.

Além destes ingredientes, em 2020, foi adquirida para este desenvolvimento uma amostra de *Sacharomyces Boulardi* (microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades apropriadas, conferem benefício à saúde do hospedeiro). Dado que se trata de um probiótico que apresenta efeitos benéficos na microbiota intestinal, o intuito seria adicionar este ingrediente no desenvolvimento do produto, conjuntamente com a inulina, uma vez que, permitiria obter um melhor funcionamento intestinal. No entanto, após uma pesquisa, foi possível perceber que este probiótico não seria benéfico para a obstipação, dado que, é indicado para a prevenção e tratamento de episódios diarreicos (Terciolo et al., 2019). Como o pretendido não seria obter um efeito antidiarreico, visto que poderia aumentar a probabilidade de obstipação, optou-se por não adicionar este probiótico. Contudo, numa eventual comercialização do produto, se o consumidor continuar a sentir problemas intestinais, mais concretamente, obstipação, pode ser necessário a incorporação de outros ingredientes ou probióticos que apresentem efeitos benéficos contra este problema.

Além desta amostra, também foi facultada, pelo mesmo fornecedor, uma amostra de uma solução constituída por inulina, beta-glucanos e *Sacharomyces Boulardi*. Segundo os dados partilhados pelo fornecedor, esta solução permitia reforçar o sistema imunitário através dos benefícios do prebiótico juntamente com um probiótico, com comprovada, eficácia para a saúde. À primeira vista, pareceu ser a solução ideal para prevenir a obstipação, dado que continha ingredientes bastante benéficos para o problema em questão. No entanto, após uma pesquisa, foi possível perceber que os beta-glucanos impedem o acesso ao colesterol, sendo aconselhado apenas para adultos que necessitam de baixar as concentrações de colesterol no sangue (EFSA Panel on Dietetic Products & Allergies, 2011). Além disso, também apresentava o probiótico *Sacharomyces Boulardi*, sendo também um dos fatores de exclusão, devido aos problemas supracitados.

De forma a aliviar os sintomas de obstipação existentes neste tipo de produtos após a sua ingestão, incorporou-se apenas o farelo de arroz e a inulina. No entanto, foi necessário fazer um ajuste às suas

concentrações nas diversas formulações realizadas, de acordo com os valores nutricionais estimados, de forma a conseguir obter uma alegação nutricional em fibra, mas sem afetar as características sensoriais.

✓ **Gordura**

Após uma análise da concorrência, foi possível perceber que a gordura vegetal está presente em alguns dos produtos alimentares existentes no mercado. Para tal, de forma a perceber quais os efeitos da gordura vegetal no produto final, foram testadas duas formulações, uma com a gordura de girassol em pó, presente na linha de produção dos produtos *free from*, e outra sem esse ingrediente.

Ao misturar o preparado desenvolvido com leite, não se verificou nenhuma diferença significativa nos atributos sensoriais sabor e textura. No entanto, de forma a verificar se poderia ter algum efeito ao longo do tempo, a papa foi armazenada no frigorífico do laboratório da Germen e analisada, durante 3 dias. Após essa análise, foi possível perceber que não existiam diferenças notórias entre a papa com a gordura de girassol e papa sem a gordura de girassol. Além disso, ao utilizar este ingrediente, não seria possível alegar o produto com a menção “Sem Adição de Açúcares”, dado que, na sua composição apresentava xarope de glucose (adoçante) e aditivos alimentares (E1450 e E551 – agente de espessamento e anti aglomerante, respetivamente) que teriam de ser mencionados na declaração de ingredientes, tornando assim o produto desenvolvido menos *clean label*. Desta forma, não se optou por utilizar este ingrediente.

✓ **Aroma**

De acordo com a pesquisa teórica realizada, o aroma neste tipo de produtos é essencial dado que permite intensificar o sabor das papas e desempenha um papel fundamental na aceitação do produto final. Isto é comprovado com a análise realizada aos produtos existentes no mercado, em que a maioria dos produtos apresenta aroma na sua composição.

Dado que, os aromas utilizados nos produtos analisados eram de baunilha ou vanilina, entrou-se em contacto com um fornecedor, que disponibilizou três amostras de aromas de vanilina distintos. Após várias testagens, de acordo com a dosagem recomendada presente nas fichas técnicas, e análises sensoriais internas, concluiu-se que nenhum dos aromas deveria ser incorporado, uma vez que, não agradou a nível sensorial: um dos aromas era muito intenso não permitindo sobressair o sabor da farinha maçã; os restantes dois, apesar de apresentarem um cheiro bastante agradável, após a sua mistura com o leite, deixava de ser perceptível mesmo com o triplo da dosagem recomendada.

Dado isto, optou-se por experimentar um aroma presente na linha de produção de produtos *free from*. Após alguns testes e as respetivas análises sensoriais internas no departamento de qualidade e I&D, este aroma permitiu obter resultados sensoriais bastantes satisfatórios tanto a nível olfativo como a nível gustativo. Desta forma, optou-se pela escolha deste aroma, sendo também benéfico para a empresa, dado que é um aroma já utilizado em várias formulações *free from*, não sendo assim necessário adquirir uma nova matéria-prima.

4.2.1.1. Formulação Final

Após diversas testagens laboratoriais, foi possível chegar uma formulação final que fosse de encontro aos objetivos propostos. Na seguinte figura, encontra-se uma fotografia da papa obtida da mistura do alimento de farinha de arroz desenvolvido (35g) com leite (160ml).



Figura 4.2-2. Protótipo final do alimento de farinha de arroz para a preparação de papas free from.

É possível observar, a partir da **Figura 4.2-2**, que a papa apresenta uma coloração amarelada, com uma textura espessa e, é ainda visível umas partículas mais escuras, derivadas da farinha de maçã. Trata-se de uma papa que apresenta um sabor doce e um aroma bastante agradável.

4.2.2. Análise Nutricional

Na seguinte tabela, encontram-se presentes os valores nutricionais estimados e obtidos analiticamente no laboratório CINATE, para a formulação final.

Tabela 4.2-1. Informação nutricional por 100g de produto, do alimento de farinha de arroz para preparação de papas free from desenvolvido.

	Informação Nutricional (por 100 g)	
	Valores estimados	Valores obtidos no CINATE
Energia	1522 kJ / 363 Kcal	1559 kJ / 368 Kcal
Lípidos	1,7 g	0,9 g
Dos quais saturados	0,4 g	0,2 g
Hidratos de Carbono	75,8 g	81,3 g
Dos quais açúcares	14,6 g	24,3 g
Fibra	9,1 g	3,7 g
Proteína	7,1 g	6,7 g
Sal	0,03 g	0,01 g

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que houve uma discrepância significativa dos valores estimados em comparação com os valores obtidos no laboratório CINATE, principalmente, no teor de açúcares e de fibra. Tal como para o preparado para pães *free from*, isto pode dever-se aos seguintes fatores: à utilização de valores nutricionais teóricos das fichas técnicas e da TCA do INSA, que poderá não corresponder ao teor verdadeiro presente no produto acabado; a algum erro de pesagem que tenha ocorrido na linha de produção dedicada aos produtos *free from*; ou devido a reações entre os ingredientes.

No que toca às alegações nutricionais, de acordo com os resultados estimados, é possível obter uma alegação nutricional em fibra, mais concretamente, “Alto teor em fibra”, dado que contêm, no mínimo, 6g de fibra por 100g de produto. Relativamente aos resultados obtidos no laboratório do CINATE, visto que, o teor de fibra é superior a 3g mas inferior a 6g por 100g de produto, apenas é possível alegar como “Fonte de Fibra”.

Uma vez que, o produto em questão, não apresenta quaisquer açúcares monossacáridos ou dissacáridos adicionados, nem qualquer outro alimento utilizado pelas suas propriedades edulcorantes, mas apenas farinha de maçã que consiste na trituração de maçã desidratada e na mistura com farinha de arroz, de acordo com Regulamento (CE) N° 1924/2006, o produto pode ser alegado com a menção “Sem Adição de Açúcares”. Além disso, dado que os açúcares adicionados estão naturalmente presentes, se eventualmente o produto em questão for comercializado, pode ser mencionado na embalagem que “Contém açúcares naturalmente presentes”.

Realizou-se também o cálculo do *Nutri-Score* a ambos os resultados, sendo que, para os resultados estimados, obteve-se um *Nutri-Score* A, que corresponde à cor verde-escura, e para os resultados obtidos no CINATE, obteve-se um *Nutri-Score* B, que corresponder à cor verde-claro. A menor classificação para os resultados obtidos no laboratório do CINATE pode ser explicada devido ao elevado teor de açúcares e ao menor teor de fibra.

Uma forma de melhorar os resultados obtidos no CINATE passaria por validar novamente os resultados, em que seria necessário proceder a uma pesagem mais rigorosa dos ingredientes. Uma outra solução passaria pelo aumento do teor de fibra na formulação desenvolvida, através do aumento da percentagem de inulina na formulação. No entanto, seria necessário verificar se as características sensoriais finais do produto não são alteradas. O aumento do teor de fibra não passaria pelo aumento da percentagem do farelo de arroz na formulação devido às várias testagens laboratoriais, em que se verificou que um aumento da percentagem do farelo de arroz origina um efeito notório na cor final da papa, além de se notar uma sensação na boca um pouco áspera.

4.2.3. Análise Sensorial

Foi realizada uma análise sensorial ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas *free from*. Esta análise sensorial abrangeu 18 participantes celíacos dentro dos quais 15 participantes adultos e 3 crianças e, como mencionado anteriormente, foi realizada recorrendo a uma plataforma *online*.

Os inquéritos realizados, permitiram recolher informações dos participantes quanto ao seu perfil de consumo, aceitabilidade e preferência do produto desenvolvido em comparação com um produto concorrente – Nestum Arroz –, bem como a intenção de compra.

Dos 15 participantes adultos, 93% pertencia ao género feminino e 7% ao género masculino, em que 80% apresentava idades compreendidas entre 26-45 anos e 20% entre 46-65 anos. A nível de consumo de papas (tipo Nestum, Cerelac, entre outros) 87% dos participantes está habituado a consumir, já 13% não estão habituados. Relativamente à frequência de consumo, 7% consome diariamente, 47% consome semanalmente, 33% consome mensalmente e 13% nunca consome que, por sua vez, corresponde aos 13% que não consome habitualmente este tipo de papas.

Dado que um dos requisitos desta prova sensorial foi que fosse realizada apenas a indivíduos que consomem papas esporadicamente, de forma a obter uma análise mais representativa, não foram contabilizadas as avaliações dos 13% dos participantes que nunca consomem este tipo de papas esporadicamente.

Quanto à altura do consumo, dos 87% dos participantes que estão habituados a consumir este tipo de papas, 60% consome ao pequeno-almoço, 26% ao lanche e 14% na ceia.

Relativamente às 3 crianças que participaram nesta prova sensorial, 67% pertencia ao género feminino e 33% ao género masculino, com idades compreendidas entre os 6 e os 8 anos. A nível de consumo e de frequência, todos os participantes estão habituados a consumir mensalmente este tipo de papas. Sendo que, duas das crianças consome ao pequeno-almoço e uma durante o lanche.

Foi questionado aos participantes – adultos e crianças – qual a importância que atribuíam aos seguintes atributos sensoriais: aspeto, cor, aroma, sabor, textura e doçura. Os resultados encontram-se presentes nos seguintes gráficos.

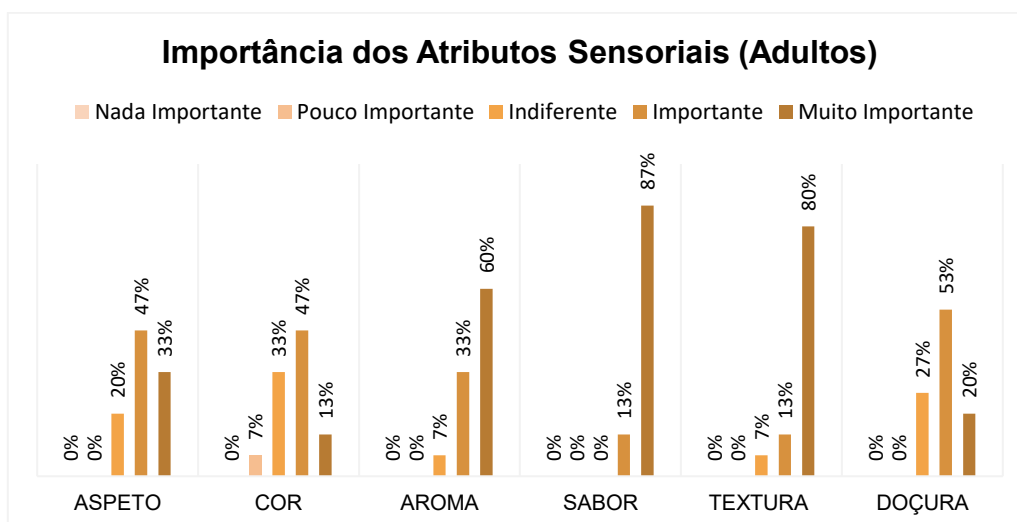


Figura 4.2-3. Importância atribuída aos atributos sensoriais aquando do consumo de papas – prova sensorial realizada aos participantes adultos.

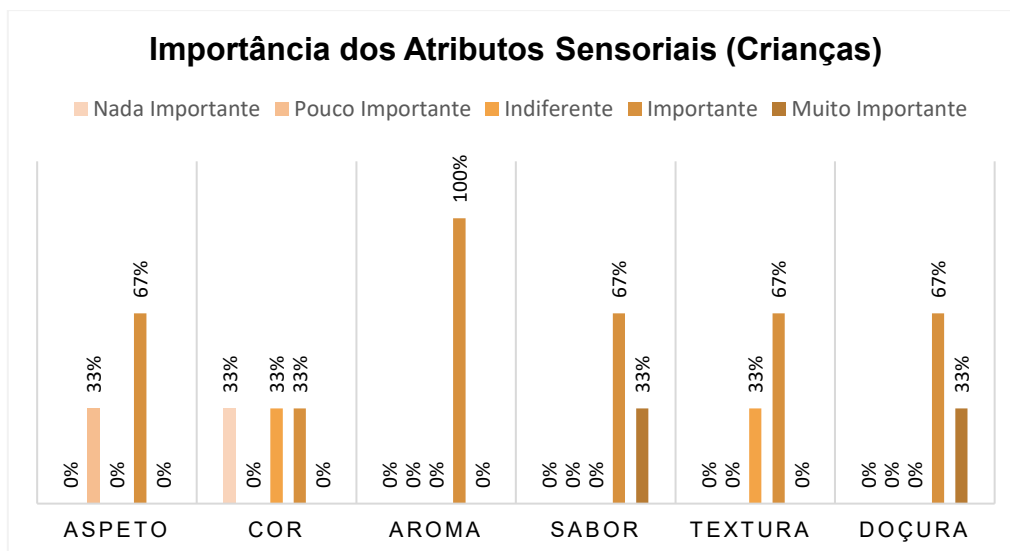


Figura 4.2-4. Importância atribuída aos atributos sensoriais aquando do consumo de papas – prova sensorial realizada às crianças participantes.

Através do gráfico da **Figura 4.2-3**, é possível observar que, para a generalidade dos adultos, o sabor, a textura e o aroma são os atributos mais importantes e apreciados neste tipo de produtos alimentares. Já no gráfico da **Figura 4.2-4**, destaca-se o aroma, a doçura e o sabor, como os atributos mais importantes e apreciados pelas crianças no consumo de papas. Por sua vez, os atributos mencionados vão de encontro aos objetivos principais deste desenvolvimento: obter papas com uma textura mais espessa e com um agradável sabor e aroma.

Os inquiridos foram ainda questionados quanto à importância das alegações nutricionais pretendidas para o produto desenvolvido. Para as crianças, esta pergunta foi direcionada às mães dado que são elas que compram os produtos alimentares aos seus filhos. Os resultados obtidos encontram-se presentes nos seguintes gráficos:

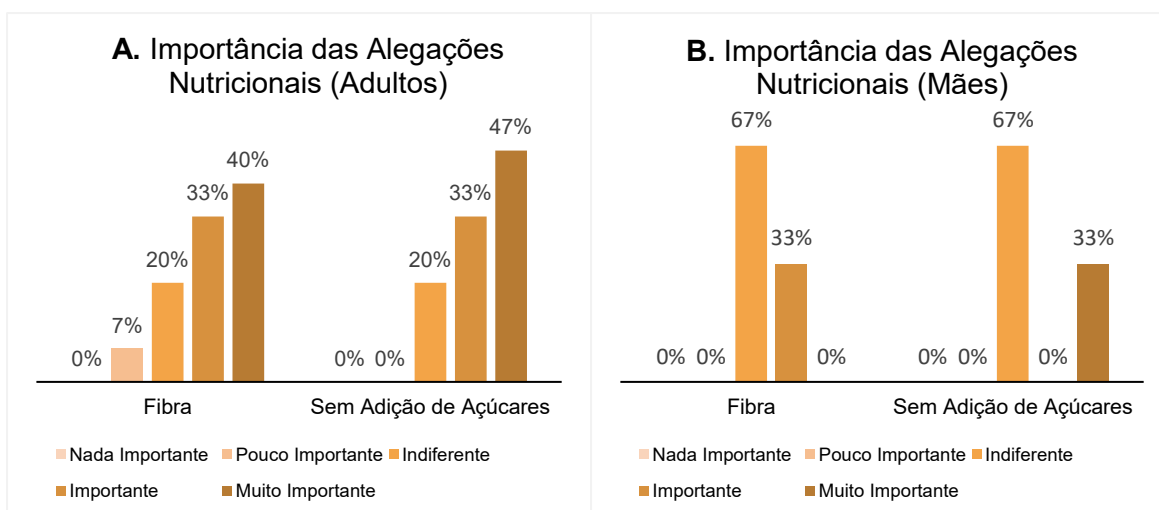


Figura 4.2-5. Importância das alegações nutricionais em fibra e “Sem Adição de Açúcares”, para os adultos e para as mães das crianças aquando do ato de compra.

Atráves desta figura é possível perceber que, para os participantes adultos, a maioria dá importância tanto às alegações em fibra como a de “Sem Adição de Açúcares”, reforçando assim a importância destas alegações nutricionais no produto desenvolvido. Já para a mães das crianças que participaram nesta prova, estas alegações nutricionais são importantes apenas para uma mãe, sendo que para as restantes duas é indiferente que este tipo de produtos alimentares apresentem estas alegações. No entanto, realça-se que, o baixo número de participantes crianças/mães, não representa a população, podendo existir mães que dêem mais ou menos importância a este tipo de alegações para os produtos em questão.

Após as questões quanto aos hábitos e preferências de consumo, os participantes avaliaram as amostras enviadas – **Amostra 553** correspondente ao produto desenvolvido; **Amostra 667** correspondente ao produto concorrente (Nestum Arroz) – através de testes de aceitabilidade, preferência e de intenção de compra.

No que diz respeito aos testes de aceitabilidade nos participantes adultos, calculou-se a médias e desvios-padrão dos resultados obtidos para cada um dos atributos (Apreciação Global, Aspeto, Textura Aparente, Cor Aparente, Aroma, Sabor, Textura na Boca e Doçura) de cada uma das amostras (**Tabela 4.2-2**).

Tabela 4.2-2. Médias e desvios-padrão obtidos para os vários atributos sensoriais avaliados na prova sensorial aos participantes adultos.

	Produto Desenvolvido (Amostra 553)	Produto Concorrente (Amostra 667)
Apreciação Global	4,38 ± 0,506	3,92 ± 1,320
Aspeto	4,15 ± 0,689	4,23 ± 0,823
Textura Aparente	4,31 ± 0,855	3,69 ± 1,251
Cor Aparente	4,31 ± 0,630	4,08 ± 0,862
Aroma	4,00 ± 0,707	3,85 ± 1,345
Sabor	4,54 ± 0,519	3,69 ± 1,437
Textura na Boca	4,08 ± 0,862	3,92 ± 1,320
Doçura	4,00 ± 0,954	3,31 ± 1,316

De forma a comparar os resultados de ambas as amostras, reuniram-se as médias de cada uma das amostras para cada atributo no gráfico radar da **Figura 4.2-6**.

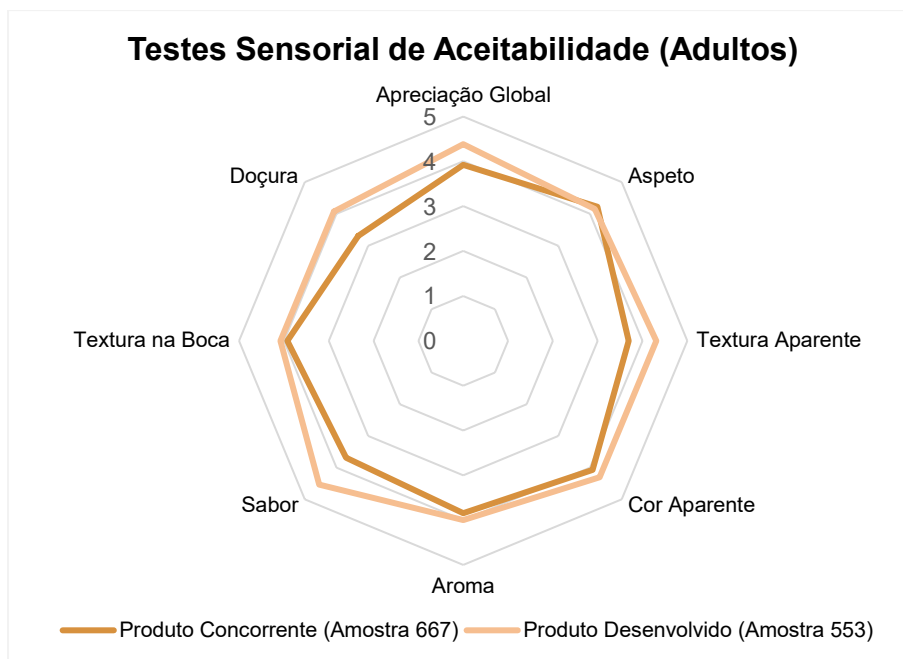


Figura 4.2-6. Perfil sensorial das médias das classificações atribuídas a cada atributo – Apreciação Global, Aspecto, Textura Aparente, Cor Aparente, Aroma, Sabor, Textura na boca e Doçura – para o produto desenvolvido e para o produto concorrente, na prova sensorial realizada aos participantes adultos.

Através deste gráfico é possível observar que, no geral, a classificação obtida para o produto desenvolvido é agradável para todos os atributos sensoriais, rondando os 4 valores médios que corresponde ao “Gosto” da escala hedónica de 5 pontos. Em comparação com o produto concorrente é possível verificar que existem algumas diferenças para os atributos sensoriais: “Apreciação Global”, “Textura Aparente”, “Sabor” “Doçura”, apresentando o produto desenvolvido uma melhor classificação. De modo a perceber se estas diferenças são estatisticamente significativas, realizou-se uma análise estatística recorrendo ao software *IBM SPSS Statistics*.

Primeiramente, foi testada a normalidade dos resultados (presente no **Apêndice C** na **Tabela C4-1**). Através da coluna de “*Shapiro-Wilk*” (teste não paramétrico utilizado para analisar a normalidade dos dados quando dimensão amostral é inferior a 50) é possível perceber que as variáveis da diferença “dif_Textura_Aparente”, “dif_Aroma”, “dif_Sabor” e “dif_Doçura” seguem uma distribuição normal dado que o valor de prova (sig.) é superior a 5%. Assim, estes atributos (Textura Aparente, Aroma, Sabor e Doçura) foram submetidos ao **teste t-student para duas amostras emparelhadas**.

Já as variáveis da diferença “dif_Apreciação_Global”, “dif_Aspecto” e “dif_Cor_Aparente”, não seguem uma distribuição normal, dado que o valor de prova é inferior a 5%. Relativamente à variável “dif_Textura_Boca”, o valor de prova apesar de ser superior a 5%, trata-se de um valor muito próximo, não sendo muito elevada a probabilidade de não rejeitar a hipótese nula, pelo que se assumiu que não seguia uma distribuição normal. Posteriormente, foi necessário verificar os valores de simetria e do erro padrão presentes na **Tabela C4-2**. A partir dos resultados, foi possível perceber que para todas as variáveis em questão, o valor de simetria a dividir pelo erro padrão é inferior a 2 em valor absoluto, pelo que as variáveis não são fortemente assimétricas. Assim, optou-se por realizar o **teste Wilcoxon para duas amostras emparelhadas** para os atributos sensoriais “Apreciação Global”, “Aspecto”, “Cor Aparente” e “Textura na Boca”.

Posto isto, começou-se por realizar o teste de *Wilcoxon*. Analisando os resultados obtidos na **Tabela C4-3**, verifica-se que o valor de prova é bastante superior a 5% para todos os atributos, logo é possível afirmar, que a um grau de confiança de 95%, não há evidências estatísticas suficientes para se rejeitar a H_{0D1} , ou seja, não há diferenças significativas entre as amostras para os atributos sensoriais avaliados. Isto é corroborado pela **Tabela C4-4**, onde se verifica que os rankings dos grupos positivos são similares aos rankings dos grupos negativos. Por exemplo, para o atributo sensorial “Apreciação Global” existem 4 participantes que atribuíram uma pontuação superior à amostra 667, já 5 participantes atribuíram uma pontuação superior à amostra 553 e 4 participantes atribuíram a mesma pontuação à amostra 553 e 667.

Posteriormente, foi realizado o teste *t-student* para duas amostras emparelhadas para os restantes atributos sensoriais. Analisando os resultados obtidos na **Tabela C4-5**, verifica-se que os valores de prova são superiores a 5% para todos os atributos sensoriais avaliados, pelo que não há evidências suficientes para se rejeitar a H_{0D2} . Observa-se ainda que em todos os atributos sensoriais, os intervalos de confiança a 95% variam de 1 valor negativo até 1 valor positivo, ou seja, o zero está incluído nesse intervalo, reforçando assim que a H_{0D2} pode acontecer. Assim, a um nível de significância de 95%, pode-se concluir que não há evidências estatísticas suficientes para afirmar que as amostras são diferentes entre si. Esta conclusão é reforçada quando se observa que as médias das duas amostras para os diferentes atributos são semelhantes (**Tabela C4-6**).

Conclui-se assim, para o teste de aceitabilidade realizado aos participantes adultos, que não existem diferenças estatisticamente significativas entre a amostra 553 e 667 para os atributos sensoriais avaliados, estando o produto desenvolvido à altura do produto concorrente.

Relativamente ao teste de aceitabilidade realizado às crianças participantes, calculou-se a médias e os desvios-padrão dos resultados obtidos para os diferentes atributos sensoriais: Aspeto, Textura Aparente, Cor, Aroma, Sabor e Doçura (**Tabela 4.2-3**) e reuniram-se as médias dos vários atributos para ambas as amostras no gráfico radar da **Figura 4.2-7**.

Tabela 4.2-3. Média e desvio-padrão obtidos no teste sensorial de aceitabilidade para os vários atributos sensoriais avaliados pelas crianças participantes.

	Produto Desenvolvido (Amostra 553)	Produto Concorrente (Amostra 667)
Aspeto	3,33 ± 1,155	3,67 ± 0,577
Textura Aparente	3,00 ± 1,000	4,00 ± 0,000
Cor	3,33 ± 1,155	3,33 ± 0,577
Aroma	3,00 ± 1,000	3,33 ± 0,577
Sabor	3,33 ± 1,528	4,33 ± 0,577
Doçura	4,33 ± 0,577	4,33 ± 0,577

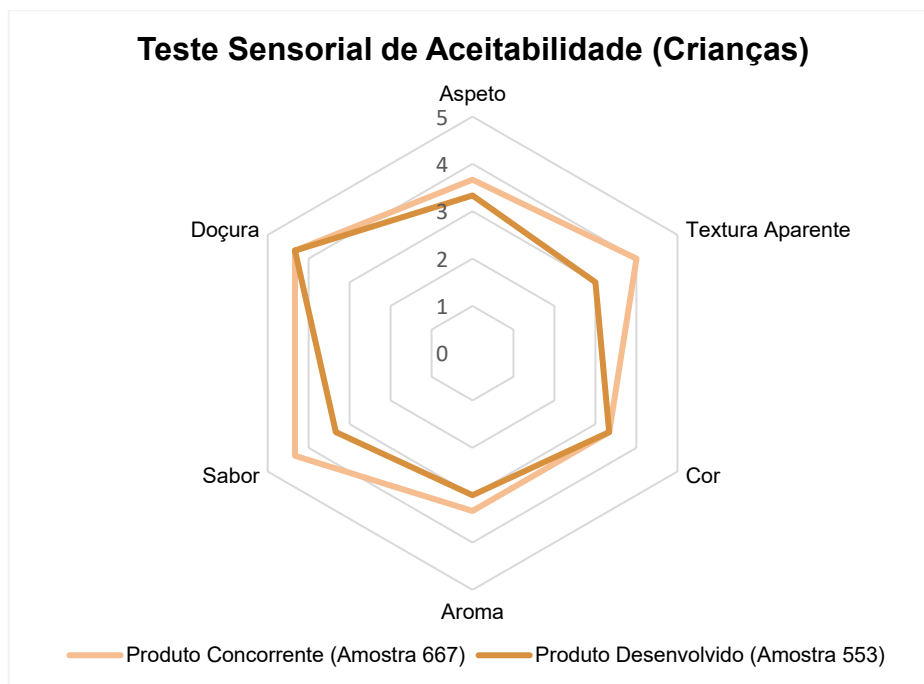


Figura 4.2-7. Perfil sensorial das médias das classificações atribuídas a cada atributo – Aspecto, Textura Aparente, Cor, Aroma, Sabor e Doçura – para o produto desenvolvido e para o produto concorrente, na prova sensorial realizada às crianças.

Com base nos resultados obtidos, é possível verificar que a pontuação atribuída à amostra do produto concorrente (amostra 667) é ligeiramente superior para a maioria dos atributos sensoriais, comparativamente com o produto desenvolvido (amostra 553). Principalmente, os atributos “Textura Aparente” e “Sabor” podem ser um aspecto a melhorar no produto desenvolvido. Tal como mencionado no capítulo 2 e perante os resultados obtidos na **Figura 4.2-4**, o sabor é um dos atributos primários nas crianças, que determina a aceitação de um produto alimentar, não sendo, neste caso, para o produto desenvolvido, do agrado das crianças participantes, dado o resultado obtido. A nível de textura, talvez fosse preferível para as crianças uma textura menos espessa.

No entanto, dado que se trata de um estudo que não é representativo, devido ao baixo número de crianças participantes, seria necessário realizar uma prova sensorial com um maior número de crianças, de forma a comprovar os resultados obtidos neste estudo e de perceber quais os atributos que deveriam ser melhorados para uma maior aceitação por parte das crianças. Realça-se ainda, que se trata de um grupo-alvo especial e com gostos bem assentes. Além disso, também se deve ter em consideração que o inquérito das crianças foi preenchido com a ajuda parental, podendo ter ocorrido alguma falha de interpretação por parte dos mesmos.

Após a realização dos testes de aceitabilidade, as amostras foram submetidas a um teste de preferência, no qual os participantes teriam de escolher se preferiram a amostra 553 ou a amostra 667. Os resultados encontram-se na seguinte figura:

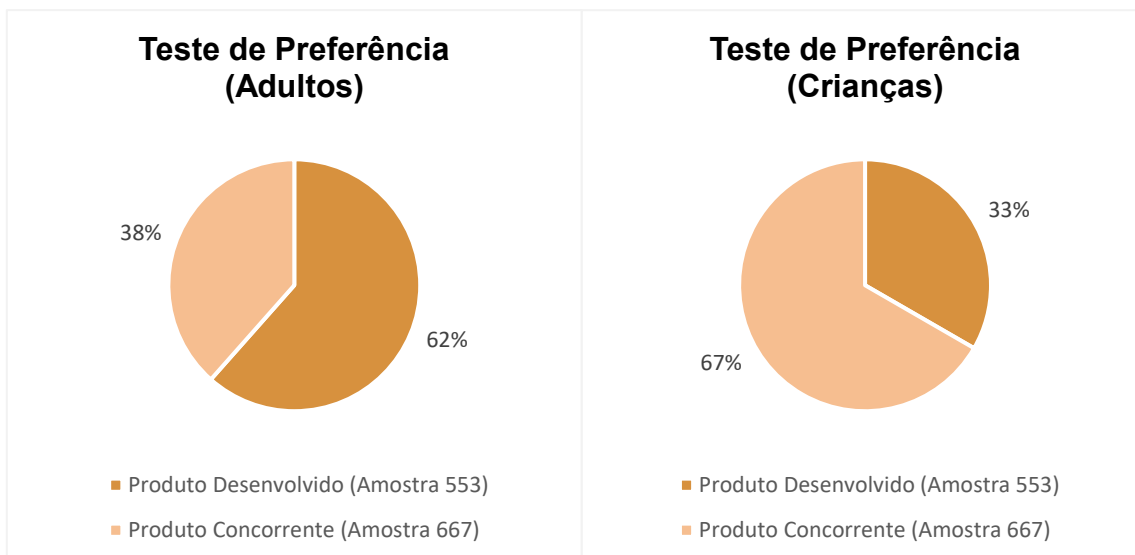


Figura 4.2-8. Resultados obtidos no teste de preferência das crianças e dos adultos, entre o produto desenvolvido (amostra 553) e o produto concorrente (amostra 667).

Relativamente aos participantes adultos, 8 apreciaram mais a amostra do produto desenvolvido (62%) e 5 apreciaram mais o produto concorrente (38%). Os dados desta análise sensorial foram sujeitos a um Teste Binomial (**Tabela C4-7**). Verifica-se que, a um nível de significância de 5%, o valor de prova é 58,1%, sendo um valor muito superior a 5%, logo não há evidências estatísticas suficientes para rejeitar a H_{0E} , ou seja, a um intervalo de confiança de 95%, a percentagem da preferência do produto desenvolvido não apresenta diferenças significativas relativamente ao produto concorrente, apesar de o produto desenvolvido apresentar uma maior percentagem de preferência.

Quanto às crianças participantes é possível verificar que duas preferiram a amostra do produto concorrente (67%) e uma preferiu a amostra do produto desenvolvido (33%). Este resultado demonstra que o produto desenvolvido não é o mais apreciado, no entanto, isto pode ser justificado pelas mesmas razões sobreditas no teste de aceitabilidade.

Por último, foi questionado aos inqueridos se estariam dispostos a comprar o produto desenvolvido, caso o mesmo se encontrasse no mercado a um preço conveniente. Realça-se que no inquérito das crianças quem respondia eram as mães, dado que são elas que compram os produtos alimentares para os seus filhos. Os resultados obtidos encontram-se na **Figura 4.2-9**.

Através da **Figura 4.2-9** é possível perceber que para os participantes adultos a maioria estaria disposta a comprar o produto, demonstrando assim o potencial do produto desenvolvido. Já para as mães das crianças participantes, apenas uma estaria disposta a comprar o produto desenvolvido, tratando-se de um resultado não muito promissor que pode dever-se às justificações mencionadas anteriormente.

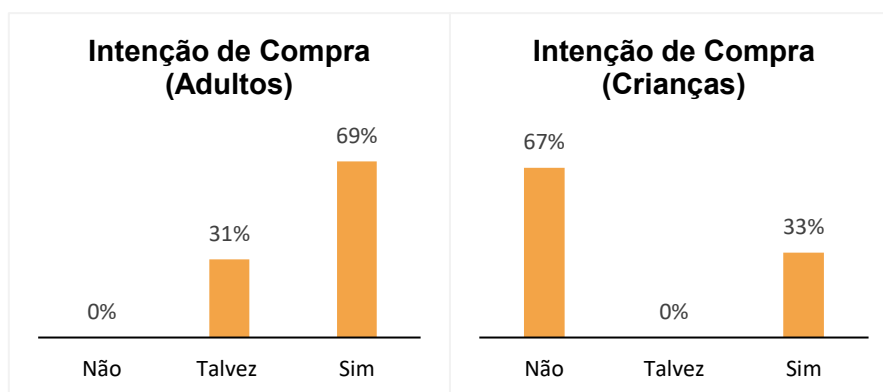


Figura 4.2-9. Resultados dos participantes relativamente à intenção de compra do produto desenvolvido.

Por fim, os participantes dispõem de um espaço para comentários para que pudessem justificar as suas avaliações e/ou dar uma opinião acerca dos produtos. Na seguinte tabela são citados alguns dos comentários das provas sensoriais:

Tabela 4.2-4. Comentários obtidos no inquérito da análise sensorial às papas free from.

Provadores	Produto Desenvolvido (Amostra 553)	Produto Concorrente (Amostra 667)
1	“Esta amostra é muito boa, mas em relação à textura não é tão suave como a amostra 667”	
2	“Esta amostra é mais doce”	“Esta amostra apresenta uma doçura mais suave e agradável”
3	“Esta amostra tem um agradável sabor, mesmo que suave, e nessa sua delicadeza de sabor é acompanhada por uma boa textura que apresenta pequenos vestígios de qualquer coisa (fruta talvez? Cereais sem glúten?) dá-lhe alguma graça e entusiasmo ao degustar. A papa em si apresenta uma ótima espessura. Aconselho vivamente a lançarem a amostra 553! Gostei muito e é mesmo muito boa.”	“Esta amostra falha na ausência de sabor e textura. Trata-se de papa insípida e demasiado simples, não sendo uma papa que apeteça consumir, quer seja por crianças, adultos ou pessoas doentes”
4	“Achei interessante esta amostra ter uma moagem mais grossa, com aparentes cereais menos processados, tornando a papa mais grossa e com sabor interessante dos cereais no que respeita ao paladar”	“Gostei mais desta amostra por ser menos doce, moagem mais fina, mas tornou a papa muito aquosa”
6	“A amostra 553 é a mais apelativa”	

De acordo com os comentários e com os resultados obtidos nos testes realizados, é possível perceber que o produto desenvolvido foi do agrado da maioria dos participantes, demonstrando que pode vir a ter um bom potencial no mercado, caso o mesmo venha a ser comercializado. No entanto, a textura do mesmo foi um dos atributos que os provadores acharam que deveria ser melhorado, apesar de a papa ficar com uma boa espessura. Assim, a textura é um dos atributos a ser melhorado, recorrendo a uma granulometria mais fina (por exemplo, através da aquisição de um equipamento industrial), mas sem alterar a espessura a papa, dado que foi do agrado da maioria dos participantes. O sabor, também foi um atributo que, segundo os participantes, poderia ser melhorado de forma a não obter uma papa tão doce.

CAPÍTULO 5. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

5.1. Conclusões

A presente dissertação foi motivada pelo elevado interesse da Germen no desenvolvimento e comercialização de produtos que possam satisfazer as necessidades dos consumidores, principalmente daqueles que devido a situações crônicas, como a doença celíaca, são obrigados a restringir a sua alimentação. Desta forma, o principal objetivo do presente trabalho foi desenvolver dois preparados *free from* que pudessem satisfazer os consumidores, tanto a nível organolético como nutricional.

De acordo com os resultados estatísticos obtidos na análise sensorial realizada ao pão *free from*, no geral foi possível obter uma classificação satisfatória para o produto desenvolvido (os resultados variaram de 6 e 7 valores numa escala hedónica de 9 pontos), sendo que o mesmo apresentou uma classificação estatisticamente semelhante ao produto comercial, demonstrando assim o seu potencial. Os resultados obtidos no teste de aceitabilidade utilizando a escala hedónica corroboram com os resultados obtidos no teste de preferência. Contudo, é necessário realizar melhorias a alguns dos atributos sensoriais, principalmente a nível de textura e de cor, de forma a obter uma melhor classificação e ser bem aceite pela maioria dos consumidores.

Relativamente ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas, de acordo com os resultados obtidos na análise sensorial realizada aos adultos, foi possível obter uma classificação bastante satisfatória para o produto desenvolvido (os resultados obtidos rondaram os 4 valores numa escala hedónica de 5 pontos). Ao comparar estatisticamente os resultados obtidos do produto desenvolvido com o produto comercial, não foi possível verificar que existam diferenças significativas. No entanto, a classificação obtida para o produto desenvolvido foi ligeiramente superior, demonstrando assim o potencial que o produto desenvolvido pode apresentar no mercado. Quanto aos resultados obtidos no teste de preferência, apesar de apresentar uma maior percentagem de preferência para o produto desenvolvido, também foram estatisticamente semelhantes. Contudo, é necessário realizar algumas melhorias aos atributos que não foram tão bem aceites pelos provadores, principalmente a textura e o sabor doce, de forma a obter um produto que seja bem aceite e desejado pela maioria dos consumidores. Foi também realizada uma análise sensorial com crianças, mas devido ao baixo número de participantes não foi possível realizar uma análise estatística. Porém, foi possível perceber que, no geral, o produto desenvolvido não foi muito bem aceite pelas crianças provadoras, sendo necessário realizar uma nova análise sensorial com mais crianças, de forma averiguar os resultados e para perceber quais os atributos a serem melhorados, no ponto de vista das crianças.

Relativamente à intenção de compra, no geral, ambos os produtos obtiveram bons resultados, demonstrando o potencial que o produto poderá vir a ter, numa eventual comercialização.

A nível nutricional, para o preparado para pães *free from*, observando os resultados obtidos analiticamente, foi possível concluir que o produto desenvolvido apresenta apenas uma alegação nutricional “Alto teor em fibra”. No entanto de acordo com os resultados estimados, o produto deveria

obter as seguintes alegações: “Alto teor em fibra” e “Fonte de Proteína”. Desta forma, é necessário realizar uma nova análise nutricional ou ajustar os valores de proteína na formulação desenvolvida.

Quando ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas, foi possível concluir que, o produto desenvolvido apresentava uma alegação nutricional de “Fonte de Fibra” e, dado que o produto não apresentava açúcares adicionados, também é possível alegar como a menção “Sem Adição de Açúcares”. No entanto, de acordo com os resultados estimados, o produto em questão deveria obter uma alegação de “Alto Teor em Fibra”, pelo que será necessário realizar uma nova análise nutricional de forma a confirmar os resultados obtidos ou ajustar os valores de fibra na formulação desenvolvida.

Um dos maiores desafios enfrentados no desenvolvimento de ambos os projetos, foi obter produtos com boas características sensoriais, essencialmente, a nível de textura e de sabor, conjuntamente, com um elevado conteúdo nutricional em fibras e proteínas e, simultaneamente, que permitisse ir de encontro aos padrões esperados pelos consumidores.

A nível de objetivos pessoais, o estágio curricular realizado na Germen na área de I&D, possibilitou um primeiro contacto real com a indústria do setor agroalimentar, permitindo compreender o papel fundamental de um Engenheiro Alimentar. Através desta experiência profissional, foi possível perceber a forma de atuação no desenvolvimento e inovação de produtos, de forma a ir de encontro às expectativas e necessidades do consumidor final. Ao mesmo tempo, permitiu perceber a forma de atuação de outros departamentos, como o departamento de qualidade. Além disso, permitiu consolidar e aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do Mestrado em Engenharia Alimentar, desenvolver novos conhecimentos e competências através das várias atividades desenvolvidas e integrar numa equipa multidisciplinar em contexto laboratorial, que permitiu colmatar as dificuldades sentidas ao longo do período do estágio curricular.

5.2. Trabalho Futuro

Numa fase inicial de desenvolvimento de projetos, ambiciona-se que todos os objetivos propostos sejam cumpridos dentro do tempo útil disponível, contudo, devido a vários fatores incontornáveis, nem sempre é possível.

O presente trabalho, como parte de uma fase inicial de desenvolvimento de dois produtos alimentares, apresenta vários aspetos que devem ser melhorados e várias metas ainda por atingir. Desta forma, de seguida são sugeridas as principais propostas de melhoria e de trabalho futuro para a continuação dos desenvolvimentos, e para uma eventual comercialização dos mesmos:

- Melhorar organoleticamente os atributos negativos referidos pelos consumidores através da reformulação e testagem dos protótipos à escala laboratorial;
- Melhorar nutricionalmente os produtos finais, com o intuito de atingir as alegações nutricionais pretendidas;
- Realizar novas análises sensoriais aos produtos após as melhorias efetuadas, com o intuito de perceber se as alterações permitiram obter uma maior aceitabilidade dos produtos, através da comparação com as análises sensoriais realizadas neste trabalho;
- Adquirir um equipamento à escala industrial para a produção da farinha de maçã. Desenvolver uma farinha com outra variedade de frutas, para posterior incorporação e desenvolvimento de uma nova gama do alimento de farinha de arroz para preparação de papas *free from*;
- Testar o alimento de farinha de arroz com outras bebidas vegetais alternativas ao leite;
- Determinar o *shelf-life* de ambos os produtos;
- Averiguar a viabilidade de produção na escala industrial e a inclusão das matérias-primas que não se encontram presentes na linha de produção *free from*;
- Retificar se os produtos cumprem com os requisitos legais aplicáveis;
- Realizar estudo mais aprofundado do mercado e da viabilidade económica, bem como delinear uma estratégia de Marketing, de forma a determinar o possível sucesso e risco de insucesso, aquando de um potencial lançamento dos produtos no mercado;
- Desenvolvimento de uma embalagem para os produtos desenvolvidos, com o respetivo rótulo alimentar, modo de preparação e menções das alegações nutricionais obtidas, além dos restantes requisitos legais necessários.

BIBLIOGRAFIA

- Adilac. (2020). *La intolerancia - ¿QUÉ ES LA IL?* Disponível: <https://lactosa.org/la-intolerancia/que-es-la-il/> [data da consulta:01/04/22].
- Alkalay, M. J. (2021). Nutrition in patients with lactose malabsorption, celiac disease, and related disorders. *Nutrients*, 14(1), pag. 2.
- Alvelos, H. M. P. P. D. (2002). *Análise, desenvolvimento e teste de métodos e técnicas para controlo estatístico em análise sensorial*. [Dissertação apresentada para obtenção do grau de Doutor em Ciências de Engenharia, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto].
- Antunes, H., Abreu, I., Nogueiras, A., Sá, C., Gonçalves, C., Cleto, P., Garcia, F., Alves, A., & Lemos, D. (2006). First determination of the prevalence of celiac disease in a Portuguese population. *Acta medica portuguesa*, 19(2), 115-120.
- APC. (2022a). *Doença Celíaca - Alergia ao Trigo e SGNC*. Disponível: <https://www.celiacos.org.pt/alergia-ao-trigo-e-sgnc/> [data da consulta:18 mar. 2022].
- APC. (2022b). *Doença Celíaca - Tratamento*. Disponível: <https://www.celiacos.org.pt/tratamento/> [data da consulta:18/03/22].
- APC. (2022c). *O que é o ELS*. Disponível: <https://www.celiacos.org.pt/como-obter-o-simbolo-internacional-els/> [data da consulta:18/03/22].
- Arendt, E., & Dal Bello, F. (2011). *Gluten-free Cereal Products and Beverages*. Elsevier.
- Ashish. (2022). *What Is Lactose Intolerance?* Disponível: <https://www.scienceabc.com/humans/what-is-lactose-intolerance-signs-symptoms-lactase-enzyme.html> [data da consulta:28/03/22].
- Asri, N., & Rostami-Nejad, M. (2022). Gluten-related Disorders Definition. In *Gluten-Related Disorders* (pp. 49-57). Elsevier.
- Bai, J. C., Fried, M., Corazza, G. R., Schuppan, D., Farthing, M., Catassi, C., Greco, L., Cohen, H., Ciacci, C., & Eliakim, R. (2013). World Gastroenterology Organisation Global Guidelines on Celiac Disease. *Journal of clinical gastroenterology*, 47(2), 121-126.
- Barak, S., Mudgil, D., & Khatkar, B. S. (2014). Influence of gliadin and glutenin fractions on rheological, pasting, and textural properties of dough. *International Journal of Food Properties*, 17(7), 1428-1438. <https://doi.org/10.1080/10942912.2012.717154>
- Barbaro, M. R., Cremon, C., Stanghellini, V., & Barbara, G. (2018). Recent advances in understanding non-celiac gluten sensitivity. *F1000Research*, 7. <https://doi.org/10.12688/f1000research.15849.1>
- Belorio, M., & Gómez, M. (2020). Effect of Hydration on Gluten-Free Breads Made with Hydroxypropyl Methylcellulose in Comparison with Psyllium and Xanthan Gum. *Foods* 9, 1548. <https://doi.org/10.3390/foods9111548>
- Belorio, M., & Gómez, M. (2022). Psyllium: a useful functional ingredient in food systems. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(2), 527-538. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1822276>

- Beltrão Martins, R., Nunes, M. C., Gouvinhas, I., Ferreira, L. M. M., Peres, J. A., Barros, A. I. R. N. A., & Raymundo, A. (2022). Apple flour in a sweet gluten-free bread formulation: Impact on nutritional value, glycemic index, structure and sensory profile. *Foods* 11(20), 3172.
- Biesiekierski, J. R. (2017). What is gluten? *J Gastroenterol Hepatol*, 32 Suppl 1, 78-81. <https://doi.org/10.1111/jgh.13703>
- Bold, J. (2022). Chapter 3 - Gluten and its main food sources and other components of grains that may impact on health. In M. Rostami-Nejad (Ed.), *Gluten-Related Disorders* (pp. 33-48). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821846-4.00007-3>
- BRF Ingredients. (2020). *The importance of adding natural flavours to processed foods*. Disponível: <https://www.brfindredients.com/en/blog/posts/natural-flavours-processed-foods/> [data da consulta:28/10/2022].
- Caio, G., Volta, U., Sapone, A., Leffler, D. A., De Giorgio, R., Catassi, C., & Fasano, A. (2019). Celiac disease: a comprehensive current review. *BMC medicine*, 17(1), 1-20.
- Cappelli, A., Oliva, N., & Cini, E. (2020). A systematic review of gluten-free dough and bread: Dough rheology, bread characteristics, and improvement strategies. *Applied Sciences*, 10(18), 6559.
- Carini, E., Scazzina, F., Curti, E., Fattori, F., Mazzeo, T., & Vittadini, E. (2015). Physicochemical, sensory properties and starch in vitro digestion of gluten-free breads. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 66(8), 867-872. <https://doi.org/10.3109/09637486.2015.1098591>
- Carrapatoso, I., Prates, S., & Costa, C. (2017). Alergia Alimentar: Conceitos, Conselhos e Precauções. *Brasil, Thermo Fischer*, 1, 103-111.
- Casper, J. L., & Atwell, W. (2016). *Gluten-free Baked Products*. Elsevier.
- Castillo, N. E., Theethira, T. G., & Leffler, D. A. (2015). The present and the future in the diagnosis and management of celiac disease. *Gastroenterology report*, 3(1), 3-11. <https://doi.org/10.1093/gastro/gou065>
- Chantal, J., Hercberg, S., & Organization, W. H. (2017). Development of a new front-of-pack nutrition label in France: the five-colour Nutri-Score. *Public health panorama*, 3(04), 712-725.
- Civille, G. V., & Carr, B. T. (2015). *Sensory Evaluation Techniques*. CRC Press.
- Coeliac UK (2022). *Lactose intolerance*. Disponível: <https://www.coeliac.org.uk/information-and-support/coeliac-disease/conditions-linked-to-coeliac-disease/lactose-intolerance/> [data da consulta:18/04/22].
- Craveiro, C., Tristão, I., Barbosa, M., Xará, S., Rodrigues, T., & Carvalho, T. (2017). Rotulagem alimentar: um guia para uma escolha consciente. *Associação Portuguesa dos Nutricionistas: Coleção E-books APN*.
- Crockett, R., Ie, P., & Vodovotz, Y. (2011). Effects of soy protein isolate and egg white solids on the physicochemical properties of gluten-free bread. *Food Chemistry*, 129(1), 84-91. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.030>
- Culetu, A., Duta, D. E., Papageorgiou, M., & Varzakas, T. (2021). The role of hydrocolloids in gluten-free bread and pasta; rheology, characteristics, staling and glycemic index. *Foods* 10(12), 3121.
- Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2007). *Fennema's food chemistry*. CRC press.

- Demirkesen, I., & Ozkaya, B. (2022). Recent strategies for tackling the problems in gluten-free diet and products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(3), 571-597. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1823814>
- Djordjević, M., Djordjević, M., Šoronja-Simović, D., Nikolić, I., & Šereš, Z. (2022). Delving into the role of dietary fiber in gluten-free bread formulations: Integrating fundamental rheological, technological, sensory, and nutritional aspects. *Polysaccharides*, 3(1), 59-82. <https://www.mdpi.com/2673-4176/3/1/3>
- Do Nascimento, K. D. O., Paes, S., & Augusta, I. M. (2018). A review "Clean Labeling": Applications of natural ingredients in bakery products. *J. Food Nutr. Res*, 6(5), 285-294.
- EFSA Panel on Dietetic Products, N., & Allergies. (2011). Scientific Opinion on the substantiation of a health claim related to barley beta-glucans and lowering of blood cholesterol and reduced risk of (coronary) heart disease pursuant to Article 14 of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA Journal*, 9(12), 2470.
- El Khoury, D., Balfour-Ducharme, S., & Joye, I. J. (2018). A Review on the gluten-free diet: Technological and nutritional challenges. *Nutrients*, 10(10), 1410. <https://doi.org/10.3390/nu10101410>
- Elli, L., Branchi, F., Tomba, C., Villalta, D., Norsa, L., Ferretti, F., Roncoroni, L., & Bardella, M. T. (2015). Diagnosis of gluten related disorders: Celiac disease, wheat allergy and non-celiac gluten sensitivity. *World journal of gastroenterology*, 21(23), 7110-7119. <https://doi.org/10.3748/wjg.v21.i23.7110>
- Encina-Zelada, C. R., Cadavez, V., Teixeira, J. A., & Gonzales-Barron, U. (2019). Optimization of quality properties of gluten-free bread by a mixture design of xanthan, guar, and hydroxypropyl methyl cellulose gums. *Foods* 8(5), 156.
- Eyra. (2020). *Origem* Disponível: <https://eyra.pt/origem/> [data da consulta:02/03/22].
- FDF & BRC. (2015). *Guidance on "Free-From" Allergen Claims*. Disponível: <https://www.reading.ac.uk/foodlaw/pdf/BRC-FDF%20Guidance%20on%20Free-From%20Allergen%20Claims.pdf> [data da consulta:17/03/22].
- Feliciano, R. P., Antunes, C., Ramos, A., Serra, A. T., Figueira, M., Duarte, C. M., de Carvalho, A., & Bronze, M. R. (2010). Characterization of traditional and exotic apple varieties from Portugal. Part 1–Nutritional, phytochemical and sensory evaluation. *Journal of functional foods*, 2(1), 35-45.
- Ferreira, S. M., Caliari, M., Soares Júnior, M. S., & Del Pino Beleia, A. (2014). Infant dairy-cereal mixture for the preparation of a gluten free cream using enzymatically modified rice flour. *LWT - Food Science and Technology*, 59(2, Part 1), 1033-1040. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.06.047>
- Forsgård, R. A. (2019). Lactose digestion in humans: intestinal lactase appears to be constitutive whereas the colonic microbiome is adaptable. *The American journal of clinical nutrition*, 110(2), 273-279. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqz104>
- Franco, V. A., Garcia, L. G. C., & Silva, F. A. d. (2020). Addition of hydrocolloids in gluten-free bread and replacement of rice flour for sweet potato flour. *Food Science and Technology*, 40, 88-96.

- Gallagher, E. (2009). *Gluten-free Food Science and Technology*. John Wiley & Sons.
- Genevois, C. E., Grenóvero, M. S., & de Escalada Pla, M. F. (2021). Use of different proportions of rice milling fractions as strategy for improving quality parameters and nutritional profile of gluten-free bread. *Journal of Food Science and Technology* 58(10), 3913-3923. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04852-1>
- Germen. (2022a). *Manual da Empresa*. Germen - Moagem de Cereais S.A.
- Germen. (2022b). *Manual de Acolhimento*. Germen - Moagem de Cereais S.A.
- Guinard, J. (2000). Sensory and consumer testing with children. *Trends in Food Science & Technology*, 11(8), 273-283.
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2011). Global food losses and food waste. In: FAO Rome.
- Han, A., Romero, H. M., Nishijima, N., Ichimura, T., Handa, A., Xu, C., & Zhang, Y. (2019). Effect of egg white solids on the rheological properties and bread making performance of gluten-free batter. *Food Hydrocolloids*, 87, 287-296. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.08.022>
- Hartmann, C., Hieke, S., Taper, C., & Siegrist, M. (2018). European consumer healthiness evaluation of 'Free-from' labelled food products. *Food Quality and Preference*, 68, 377-388. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.12.009>
- Heller, L. (2009). *Commercial aspects of gluten-free products* (Vol. 1). Wiley-Blackwell Oxford, UK.
- Herberg, S., Touvier, M., Salas-Salvadó, J., & Morze, J. (2021). The Nutri-Score nutrition label: A public health tool based on rigorous scientific evidence aiming to improve the nutritional status of the population. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 92. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000722>
- Heredia, F. J., González-Miret, M. L., Meléndez-Martínez, A. J., & Vicario, I. M. (2013). 19 - Instrumental assessment of the sensory quality of juices. In D. Kilcast (Ed.), *Instrumental Assessment of Food Sensory Quality* (pp. 565-610e). Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1533/9780857098856.3.565>
- Hinkes, C., & Christoph-Schulz, I. (2020). No palm oil or certified sustainable palm oil? Heterogeneous consumer preferences and the role of information. *Sustainability*, 12(18), 7257.
- Horstmann, S. W., Belz, M. C. E., Heitmann, M., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2016). Fundamental study on the impact of gluten-free starches on the quality of gluten-free model breads. *Foods (Basel, Switzerland)*, 5(2), 30. <https://doi.org/10.3390/foods5020030>
- Horstmann, S. W., Lynch, K. M., & Arendt, E. K. (2017). Starch characteristics linked to gluten-free products. *Foods (Basel, Switzerland)*, 6(4), 29. <https://doi.org/10.3390/foods6040029>
- Imtiyaz, H., Soni, P., & Yukongdi, V. (2021). Role of sensory appeal, nutritional quality, safety, and health determinants on convenience food choice in an academic environment. *Foods* 10(2), 345. <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/2/345>
- Ingredion Incorporated. (2014). *The Clean Label Guide to Europe*. Disponível: <http://www.alimentatec.com/wp-content/uploads/2014/10/The-Clean-Label-Guide-To-Europe.pdf>

- INSA. (2021). *Tabela da Composição de Alimentos. Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, I.P. - INSA. v 5.0 - 2021*. Disponível: <https://portfir-insa.min-saude.pt/>
- ISO 8586. (2012). *Sensory analysis — General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors*. Geneva: International Organization for Standardization.
- Sensory analysis — General guidance for the design of test rooms., (2007).
- ISO 11136. (2014). *Sensory Analysis — Methodology — General guidance for conducting hedonic tests with consumers in a controlled area*.
- Kemp, S., Hollowood, T., & Hort, J. (2013). *Sensory Evaluation: A Practical Handbook*. <https://doi.org/10.1002/9781118688076>
- Kırbaş, Z., Kumcuoglu, S., & Tavman, S. (2019). Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties. *Journal of food science and technology*, 56(2), 914-926. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-03554-z>
- Koehler, P., Wieser, H., & Konitzer, K. (2014). Chapter 1 - Celiac Disease—A Complex Disorder. In P. Koehler, H. Wieser, & K. Konitzer (Eds.), *Celiac Disease and Gluten* (pp. 1-96). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-420220-7.00001-8>
- Kohajdová, Z., & Karovičová, J. (2009). Application of hydrocolloids as baking improvers. *Chemical papers*, 63(1), 26-38.
- Koletzko, S., Niggemann, B., Arató, A., Dias, J., Heuschkel, R., Husby, S., Mearin, M., Papadopoulou, A., Ruemmele, F., & Staiano, A. (2012). Diagnostic approach and management of cow's-milk protein allergy in infants and children: ESPGHAN GI Committee practical guidelines. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 55(2), 221-229.
- Kučerová, J., Šottníková, V., & Nedomová, Š. (2013). Influence of dietary fibre addition on the rheological and sensory properties of dough and bakery products. *Czech Journal of Food Sciences*, 31(4), 340-346.
- La Vieille, S., Pulido, O. M., Abbott, M., Koerner, T. B., & Godefroy, S. (2016). Celiac disease and gluten-free oats: a Canadian position based on a literature review. *Canadian Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 2016.
- Lebwohl, B., & Rubio-Tapia, A. (2021). Epidemiology, presentation, and diagnosis of celiac disease. *Gastroenterology*, 160(1), 63-75. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.06.098>
- Lei n.º 75/09. (2009). *Estabelece normas com vista à redução do teor de sal no pão bem como informação na rotulagem de alimentos embalados destinados ao consumo humano*. *Diário da República n.º 155/2009, 1.ª Série, de 12 de agosto de 2009*.
- Lerner, A., O'Bryan, T., & Matthias, T. (2019). Navigating the gluten-free boom: The dark side of gluten free diet. *Frontiers in Pediatrics*, 7, 1-8. <https://doi.org/10.3389/fped.2019.00414>
- Mariotti, M., & Lucisano, M. (2014). Sugar and sweeteners. *Bakery products science and technology*, 199-221.
- Markets and Markets. (2020). *Gluten-Free Products Market by Type (Bakery products, Snacks & RTE products, Condiments & dressings, Pizzas & pastas), Distribution channel (Conventional stores, Specialty stores and Drugstores & Pharmacies), Form & Region - (2020-2025)*. Disponível:

- <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/gluten-free-products-market-738.html> [data da consulta:08/06/2022].
- Martínez, M. M., Díaz, Á., & Gómez, M. (2014). Effect of different microstructural features of soluble and insoluble fibres on gluten-free dough rheology and bread-making. *Journal of Food Engineering* 142, 49-56. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.06.020>
- Martins, Z. E., Pinho, O., & Ferreira, I. M. P. L. V. O. (2017). Food industry by-products used as functional ingredients of bakery products. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 106-128. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.003>
- Mayo Clinic. (2021). *Celiac disease*. Disponível: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/celiac-disease/symptoms-causes/syc-20352220#dialogId46443419> [data da consulta:16 mar. 2022].
- Melini, F., Melini, V., Luziatelli, F., & Ruzzi, M. (2017). Current and forward-looking approaches to technological and nutritional improvements of gluten-free bread with legume flours: a critical review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 16(5), 1101-1122.
- Mennella, J. A., Pepino, M. Y., & Reed, D. R. (2005). Genetic and environmental determinants of bitter perception and sweet preferences. *Pediatrics*, 115(2), e216-e222.
- Micka, A., Siepelmeyer, A., Holz, A., Theis, S., & Schön, C. (2017). Effect of consumption of chicory inulin on bowel function in healthy subjects with constipation: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 68(1), 82-89.
- Miñarro, B., Albanell, E., Aguilar, N., Guamis, B., & Capellas, M. (2012). Effect of legume flours on baking characteristics of gluten-free bread. *Journal of cereal science*, 56(2), 476-481.
- Mirjalali, H., & Tavakoli, S. (2022). Genetic and environmental factors of gluten-related disorders. In *Gluten-Related Disorders* (pp. 83-94). Elsevier.
- Mordor Intelligence. (2022a). *FREE-FROM-FOOD MARKET - GROWTH, TRENDS, COVID-19 IMPACT, AND FORECASTS (2022 - 2027)*. Disponível: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/free-from-food-market> [data da consulta:20/04/22].
- Mordor Intelligence. (2022b). *GLUTEN-FREE BAKERY MARKET - GROWTH, TRENDS, COVID-19 IMPACT, AND FORECASTS (2022 - 2027)*. Disponível: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-gluten-free-bread-products-cookies-snacks-market-industry> [data da consulta:01/04/22].
- Moskowitz, H. R., Beckley, J. H., & Resurreccion, A. V. (2012). *Sensory and Consumer Research in Food Product Design and Development*. John Wiley & Sons.
- Mousan, G., & Kamat, D. (2016). Cow's milk protein allergy. *Clinical pediatrics*, 55(11), 1054-1063.
- Mozzon, M., Foligni, R., & Tylewicz, U. (2018). Chemical characteristics and nutritional properties of hybrid palm oils. *Palm Oil*, 149, 149-170.
- Muthayya, S., Sugimoto, J. D., Montgomery, S., & Maberly, G. F. (2014). An overview of global rice production, supply, trade, and consumption. *Annals of the new york Academy of Sciences*, 1324(1), 7-14.
- Ngemakwe, P. N., Le Roes-Hill, M., & Jideani, V. A. (2015). Advances in gluten-free bread technology. *Food Science and Technology International*, 21(4), 256-276.

- Ouazib, M., Garzon, R., Zaidi, F., & Rosell, C. M. (2016). Germinated, toasted and cooked chickpea as ingredients for breadmaking. *Journal of food science and technology*, 53(6), 2664-2672.
- Phimolsiripol, Y., Mukprasirt, A., & Schoenlechner, R. (2012). Quality improvement of rice-based gluten-free bread using different dietary fibre fractions of rice bran. *Journal of Cereal Science* 56(2), 389-395. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.06.001>
- Pico, J., Bernal, J. L., & Gómez, M. (2017). Influence of different flours and starches on gluten-free bread aroma. *Journal of food science and technology*, 54(6), 1433-1441.
- Pintado, M. E., & Teixeira, J. A. (2015). Valorização de subprodutos da indústria alimentar: obtenção de ingredientes de valor acrescentado. *Boletim de Biotecnologia*, 2(6), 10-12.
- Porzi, M., Burton-Pimentel, K. J., Walther, B., & Vergères, G. (2021). Development of personalized nutrition: applications in lactose intolerance diagnosis and management. *Nutrients*, 13(5), 1503. <https://doi.org/10.3390/nu13051503>
- Preichardt, L., & Gularte, M. (2014). Gluten-free Bakery products. In (pp. 117-133). Eixo de Produção Alimentícia, Instituto Federal Farroupilha, Rua Fábio João Andolhe, Augusto, RS, Brasil. Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.
- Raimundo, L., Batalha, M., & Sans, P. (2016). *Consumo de alimento de conveniência: Identificação de determinantes por meio de revisão sistemática da literatura*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29745.99687>
- Regulamento nº828. (2014). Regulamento de Execução (UE) Nº 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 *Jornal Oficial da União Europeia*.
- Regulamento nº1169. (2011). Regulamento (UE) Nº 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. *Jornal Oficial da União Europeia*.
- Regulamento nº 231. (2022). Regulamento (CE) Nº 231/2012 da Comissão de 9 de março de 2012, que estabelece especificações para os aditivos alimentares enumerados nos anexos II e III do Regulamento (CE) n.º 1333/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho Texto relevante para efeitos do EEE. *Jornal Oficial da União Europeia*, 83.
- Regulamento nº 432. (2012). Regulamento (UE) Nº 432/2012 Do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de maio de 2012 que estabelece uma lista de alegações de saúde permitidas relativas a alimentos que não referem a redução de um risco de doença ou o desenvolvimento e a saúde das crianças. *Jornal Oficial da União Europeia*.
- Regulamento nº 1333. (2022). Regulamento (CE) Nº 1333/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro de 2008 relativo aos aditivos alimentares. *Jornal Oficial da União Europeia*, 354, 16-31.
- Regulamento nº 1924. (2006). Regulamento (CE) Nº 1924/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho de 20 de Dezembro de 2006 relativo às alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos. *JO L404 de*, 30(06).

- Regulamento nº 2314. (2015). Regulamento (UE) 2015/2314 da Comissão de 7 de dezembro de 2015 que autoriza uma alegação de saúde relativa a alimentos que não refere a redução de um risco de doença ou o desenvolvimento e a saúde das crianças, e que altera o Regulamento (UE) n.o 432/2012. *Jornal Oficial da União Europeia*
- Ruiz-Capillas, C., & Herrero, A. M. (2021). Sensory Analysis and Consumer Research in New Product Development. *FOODS*, 10(3), 582. <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/3/582>
- Rusinek, R., Gawrysiak-Witulska, M., Siger, A., Oniszczuk, A., Ptaszyńska, A. A., Knaga, J., Malagotobola, U., & Gancarz, M. (2021). Effect of supplementation of flour with fruit fiber on the volatile compound profile in bread. *Sensors*, 21(8), 2812.
- Sabor Sur. (s.d.). *Manual de formação. ANÁLISE SENSORIAL DE ALIMENTOS: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES. CURSO I.*
- Saha, D., & Bhattacharya, S. (2010). Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *Journal of Food Science and Technology* 47(6), 587-597.
- Santos, F. G., Aguiar, E. V., Centeno, A. C. L. S., Rosell, C. M., & Capriles, V. D. (2020). Effect of added psyllium and food enzymes on quality attributes and shelf life of chickpea-based gluten-free bread. *LWT*, 134, 110025. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110025>
- Savage, J. H., Kaeding, A. J., Matsui, E. C., & Wood, R. A. (2010). The natural history of soy allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 125(3), 683-686.
- Savarese, M., Wismer, W., & Graffigna, G. (2021). Conceptualizing “free-from” food consumption determinants: A systematic integrative literature review focused on gluten and lactose. *Food Quality and Preference*, 90, 104170. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104170>
- Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. (2019). The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 77-95.
- Sharma, G. M., & Rallabhandi, P. (2015). Chapter 36 - The effects of processing on gluten from wheat, rye, and barley, and its detection in foods. In V. Preedy (Ed.), *Processing and Impact on Active Components in Food* (pp. 303-308). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404699-3.00036-6>
- Shoib, M., Shehzad, A., Omar, M., Rakha, A., Raza, H., Sharif, H. R., Shakeel, A., Ansari, A., & Niazi, S. (2016). Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate Polymers*, 147, 444-454. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.04.020>
- Skendi, A., Papageorgiou, M., & Varzakas, T. (2021). High protein substitutes for gluten in gluten-Free bread. *Foods* 10(9), 1997.
- Šmídová, Z., & Rysová, J. (2022). Gluten-free bread and bakery products technology. *Foods* 11(3), 480. <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/3/480>
- SNS. (2018). *Guia para a atribuição do Selo Pão “Menos sal, mesmo sabor”*. Disponível: https://www.sns.gov.pt/wp-content/uploads/2018/04/selo_excelencia_pao_com_menos_sal_regulamento.pdf [data da consulta:15/02/2022].

- Stone, H., & Sidel, J. L. (2004). 1 - Introduction to Sensory Evaluation. In H. Stone & J. L. Sidel (Eds.), *Sensory Evaluation Practices (Third Edition)* (pp. 1-19). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-012672690-9/50005-6>
- Świąder, K., & Marczewska, M. (2021). Trends of using sensory evaluation in new product development in the food industry in countries that belong to the EIT Regional Innovation Scheme. *Foods* 10(2), 446. <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/2/446>
- Terciolo, C., Dapoigny, M., & Andre, F. (2019). Beneficial effects of *Saccharomyces boulardii* CNCM I-745 on clinical disorders associated with intestinal barrier disruption. *Clinical and experimental gastroenterology*, 12, 67.
- Tønnesen, M. T., Hansen, S., Laasholdt, A. V., & Lähteenmäki, L. (2022). The impact of positive and reduction health claims on consumers' food choices. *Food Quality and Preference*, 98, 104526. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104526>
- Vale, P. (2022). *Soja - Origem e Benefícios*. Disponível: <https://www.celeiro.pt/cuide-de-si/temas-de-saude/soja> [data da consulta:31/03/22].
- Vargas, M. C. A., & Simsek, S. (2021). Clean Label in Bread. *FOODS*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/foods10092054>
- Verakis. (2019). *Nutri-Score: Sistema francês de rotulagem nutricional*. Disponível: <https://verakis.com/nutri-score-sistema-frances-de-rotulagem-nutricional/> [data da consulta:23/08/2022].
- Walter, M., Marchezan, E., & Avila, L. A. d. (2008). Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural*, 38, 1184-1192.
- Wang, S., Li, C., Copeland, L., Niu, Q., & Wang, S. (2015). Starch retrogradation: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 14(5), 568-585.
- Whiteman, H. (2020). *Is a gluten-free diet good for your health?* Medical News Today. Disponível: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/288406> [data da consulta:17/03/22].
- Wrigley, C., Békés, F., & Bushuk, W. (2006). Gluten: A balance of gliadin and glutenin. *Gliadin and glutenin: The unique balance of wheat quality*, 3-32.
- Wu, T., Wang, L., Li, Y., Qian, H., Liu, L., Tong, L., Zhou, X., Wang, L., & Zhou, S. (2019). Effect of milling methods on the properties of rice flour and gluten-free rice bread. *LWT*, 108, 137-144. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.050>
- WWF. (s.d.). *8 Things to know about Palm Oil* Disponível: [data da consulta:01/04/22].
- Khakollari, V., Canavari, M., & Osman, M. (2018). Factors affecting consumers' adherence to gluten-free diet, a systematic review. *Trends in Food Science & Technology*, 85. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.12.005>
- Zhao, G., Zhang, R., Dong, L., Huang, F., Tang, X., Wei, Z., & Zhang, M. (2018). Particle size of insoluble dietary fiber from rice bran affects its phenolic profile, bioaccessibility and functional properties. *Lwt* 87, 450-456. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.09.016>
- Zilić, S., Barać, M., Pešić, M., Dodig, D., & Ignjatović-Mičić, D. (2011). Characterization of proteins from grain of different bread and durum wheat genotypes. *International journal of molecular sciences*, 12(9), 5878-5894. <https://doi.org/10.3390/ijms12095878>

Bibliografia

Zoumpopoulou, G., & Tsakalidou, E. (2019). Gluten-free products. In *The Role of Alternative and Innovative Food Ingredients and Products in Consumer Wellness* (pp. 213-237). Elsevier.

APÊNDICES

Apêndice A. Análise da Concorrência

Tabela A-1. Análise da concorrência de mercado para o preparado para pães free from.

Marca/Produto	Lista de Ingredientes	Modo de preparação	Declaração Nutricional (por 100g)	Preço
HACENDADO: Preparado Panificação Sem Glúten – Farinha composta de arroz e amido de milho para usos culinários (820g)	Farinha de arroz, amido de milho, açúcar, espessante (fibra psyllium, hidroxipropilmetilcelulose), sal e proteína de ervilha.	Preparação na máquina de pão: 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. Adicionar o fermento fresco por cima do preparado. Usar o programa “sem glúten” ou “pão normal” Preparação manual: Dissolver 18g de levedura fresca em 330 ml de água a uma temperatura inferior a 30°C. Misturar a água com o fermento com 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.	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	2,68 €/kg
NACIONAL: Mistura com base em amido de milho isenta de glúten para usos culinários (500g)	Amido de milho, glucose, espessante (goma de guar e hidroxipropilmetilcelulose), regulador de acidez (glucano-delta-lactona)	Preparação na máquina de pão: 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. Preparação manual: 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	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	4,92 €/kg

(a continuar)

Tabela A-1. (continuação).

<p>SCHAR: 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>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 de plástico 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 8-10 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 levar 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>Valor Energético: 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>5,20€/kg</p>
<p>PROZIS: 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 (Hidroxipropilmetilcelulose), Enzimas (Amilase, Transglutaminase), Antioxidante (Ácido cítrico) .</p>	<p>Preparação manual: 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 levdar 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>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>6,99 €/kg</p>
<p>Continente: Mistura para pães sem glúten (1kg)</p>	<p>Amido de milho, farinha de arroz, dextrose, psyllium, fibra de maçã, estabilizador (hidroxipropilmetilcelulose), ovo em pó, sal.</p>	<p>Preparação manual: Colocar 500g do preparado para pão isento de glúten na tigela da batedeira. Dispersar 25g de fermento fresco em 450 ml de água. Adicionar 50g de óleo vegetal. Misturar durante 4-5 minutos na batedeira. Moldar o pão em formas de pão. Cobrir com um pano húmido até a massa dobrar o seu tamanho (cerca 50 minutos). Pré-aquecer o forno a 200°C. Assar durante 25 minutos (pães pequenos) ou 40-50 minutos (pão grande), dependendo do tamanho e peso do pão. Retirar o pão com cuidado e deixar arrefecer à temperatura ambiente. Preparação na máquina de pão: Adicionar 400 ml de água e 65g de óleo no recipiente da máquina de pão, acrescentando 500g do preparado para pão isento de glúten e dispersar 15g de fermento fresco sobre ele. Colocar a tampa da máquina de pão e defina o programa de pão isento de glúten. Assim que o programa terminar, retirar o pão com cuidado e deixar arrefecer à temperatura ambiente.</p>	<p>Energia: 1457 kJ/343 kcal; Lípidos: 0,6 g, dos quais saturados: 0,2 g; Hidratos de Carbono:80,7 g, dos quais açúcares 8,0 g; Fibra: 4,1g; Proteínas: 1,8 g; Sal:1,5 g</p>	<p>2,99 €/kg</p>

Apêndices

Tabela A-2. Análise da concorrência de mercado para o alimento de farinha de arroz para preparação de papas free from.

Marca/Produto	Alegações	Lista de Ingredientes	Sugestão de utilização	Declaração Nutricional (por 100g)	Preço (€/kg)
NESTLÉ: NESTUM ARROZ SEM GLÚTEN (250g)	“Sem glúten” “Fonte de fibra” “Sem adição de açúcares” “Cereais 100% Naturais”	Farinha de arroz parcialmente hidrolisada (92,8%), inulina, óleos vegetais (colza, girassol), carbonato de cálcio, vitaminas (C, niacina, ácido pantotênico, tiamina, B6, riboflavina, B12, ácido fólico), ferro reduzido, aroma (vanilina), cultura de bifidobactérias.	1. Deitar numa tigela ou num prato fundo 160ml de leite quente ou frio; 2. Juntar seis colheres de sopa cheias (35g) de Nestum e mexer bem. Bebidas Alternativas: Bebida de arroz, bebida de amêndoa, bebida de soja, bebida de aveia	Energia: 1629kJ/ 385kcal; Lípidos: 2,50 g, dos quais ácidos gordos saturados: 0,60 g; Hidratos de carbono: 81g, dos quais açúcares: 4,40g; Fibras: 5,50 g; Proteínas: 6,80 g; Sal: 0,11 g; Vitamina C: 55 mg; Tiamina: 1.3 mg; Riboflavina: 0,6 mg; Niacina: 9,8 mg; Vitamina B-6: 1 mg; Ácido fólico: 85 µg; vitamina B-12: 0,9 µg; Ácido pantotênico: 3,8 mg; Cálcio: 168 mg; Ferro: 6,5 mg	9,96 €/kg
Nutribén: Creme de Arroz Não Láctea (250 g)	“Sem glúten” “Sem açúcares adicionados” “Sem óleo de palma”	Farinha de arroz 64%, maltodextrina, minerais (cálcio e fósforo), vitaminas (C, niacina, E, ácido pantotênico, B1, B6, A, ácido fólico, K1, biotina e D3) e aroma (baunilha). Pode conter vestígios de soja .	1. Colocar leite morno (50 °C) num prato, de acordo com a quantidade indicada na tabela de dosagem; 2. Juntar a quantidade de colheres de sopa de farinha Nutribén® indicada na tabela de dosagem; 3. Mexer cuidadosamente com um garfo até à sua completa dissolução. Não adicionar sal nem açúcar.	Energia: 1622kJ/ 382kcal; Lípidos: 0,6 g, dos quais ácidos gordos saturados: 0,15 g; Hidratos de carbono: 89 g, dos quais açúcares: 3,2 g; Fibras: 0,6g; Proteínas: 4,8g; Sal: 0,04 g; Cálcio: 145 mg; Fósforo: 186 mg; Vitamina A (ER): 420 µg; Vitamina D3: 7,5 µg; Vitamina E: 7,5 µg; Vitamina K1: 25 µg; Tiamina: 0,6 mg; Vitamina B6: 0,36 mg; Vitamina C: 30 mg; Niacina (EN): 5 mg; Ácido pantotênico: 2,5 mg; Ácido fólico: 50 µg; Biotina 12 µg	9,56 €/kg

(a continuar)

Tabela A-2. (continuação).

<p>Nutribén: Multifrutos sem glúten (250 g)</p>	<p>“Sem glúten” “Sem açúcares adicionados” “Sem óleo de palma” “Enriquecida com minerais e vitaminas” “Sem leite, sem lactose e sem vestígios de leite” “Livre de transgênicos”</p>	<p>Cereais 40% (farinha de milho e amido de milho), frutas 30% (maçã, pera, banana e sumo concentrado de laranja), açúcar, maltodextrina, gordura vegetal (palma), minerais (cálcio e fósforo), vitaminas (C, niacina, E, ácido pantotênico, B1, B6, A, ácido fólico, K1, biotina e D3), emulsionante (*lecitina de soja) e aromatizante (vanilina). Pode conter vestígios de leite.</p>	<p>1.Colocar leite morno (50 °C) num prato, de acordo com a quantidade indicada na tabela de dosagem; 2. Juntar a quantidade de colheres de sopa de farinha Nutribén® indicada na tabela de dosagem; 3. Mexer cuidadosamente com um garfo até à sua completa dissolução. Não adicionar sal nem açúcar.</p>	<p>Energia: 1683kJ/ 396kcal; Lípidos: 1 g, dos quais ácidos gordos saturados: 0,16 g; Hidratos de carbono: 92,1 g, dos quais açúcares: 12,6 g; Fibras: 1,5 g; Proteínas: 4 g; Sal: 0.04 g</p>	<p>2,39 €/kg</p>
<p>Nestlé: Cerelac Farinha Primeira Papa Arroz Sem Glúten (250g)</p>	<p>“Sem açúcares adicionados”</p>	<p>Farinha de arroz parcialmente hidrolisada (97,6%), óleos vegetais (óleo de girassol, colza), substâncias minerais (carbonato de cálcio, fumarato ferroso, sulfato de zinco, iodeto de potássio), vitaminas (C, E, PP, B1, A, B6, ácido fólico, D), aroma (vanilina), cultura de bifidobactérias. Pode conter leite.</p>	<p>1. Utilizar 160ml de leite materno ou prepare 160 ml do leite habitual do bebé; 2. Adicionar 25g ou 4/5 colheres de sopa rasas de CERELAC 1ª Papa; 3. Mexer com um garfo até obter uma papa homogénea. Dar de imediato ao bebé, utilizando uma colher limpa.</p>	<p>Energia: 398 kcal; Lípidos: 3 g, dos quais ácidos gordos saturados: 0,3 g; Hidratos de carbono: 83 g, dos quais açúcares: 4 g; Fibras: 1 g; Proteínas: 7 g; Sal: 0,1 g</p>	<p>€13,40/kg</p>
<p>Nestlé: Farinha Cerelac Láctea Multifrutos Sem Glúten (250g)</p>	<p>“Sem açúcares adicionados”</p>	<p>Farinha de arroz hidrolisada (52 4%), LEITE em pó magro (22 7%), frutas desidratadas (15 6%) [maçã, banana, amido de milho, maltodextrina, pera, emulsionante (lecitina de girassol)], óleos vegetais (girassol, colza), substâncias minerais (carbonato de cálcio, fumarato ferroso, sulfato de zinco, iodeto de potássio), vitaminas (C, PP, E, B1, ácido pantotênico, A, B6, K, ácido fólico, biotina, D) cultura de bifidobactérias, aroma (vanilina).</p>	<p>1. Ferver água potável durante 5 minutos. Deixar arrefecer. Medir 150ml e deitar a água morna na tigela do bebé; 2. Adicionar 50g ou 9 colheres de sopa rasas de CERELAC 1ª Papa; 3. Mexer com um garfo até obter uma papa homogénea. Dar de imediato ao bebé, utilizando uma colher limpa.</p>	<p>Energia: 1814kJ / 430 kcal; Lípidos: 11 g, dos quais ácidos gordos saturados: 1,50 g, dos quais ácidos gordos poliinsaturados: 2,50 g; Hidratos de carbono: 70 g, dos quais açúcares: 25,5 g; Fibras: 1,60 g; Proteínas: 12 g; Sal: 0,29 g; Vitamina A: 320 µg; Vitamina D: 7,50 µg; Vitamina E: 3,20 mg; Vitamina K: 30 µg; Vitamina C: 66 mg; Tiamina: 0,90 mg; Niacina: 6,50 mg; Vitamina B-6: 0,30 mg; ácido fólico: 32 µg; Biotina: 2,50 µg; ácido pantotênico: 1,80 mg; Cálcio: 400 mg; Ferro: 8 mg; Zinco: 3,70 mg; Iodo: 50 µg</p>	<p>12,88 €/Kg</p>

(a continuar)

Tabela A-2. (continuação).

<p>NESTLÉ SINLAC (250g)</p>	<p>“Sem leite e sem lactose” “Sem glúten” “Sem soja”</p>	<p>Farinha de arroz hidrolisada (71,7%), farinha de semente de alfarroba (17,3%), óleos vegetais (colza, girassol), substâncias minerais (carbonato de cálcio, fumarato ferroso, sulfato de zinco, iodeto de potássio), regulador de acidez (ácido cítrico), vitaminas (C, PP, E, B1, ácido pantotênico, A, B6, B2, biotina, ácido fólico, D, B12).</p>	<p>1. Ferver água potável durante 5 minutos. Deixe arrefecer. Medir 150ml e deitar a água morna na tigela do bebê; 2. Adicionar 9 colheres de sopa rasas de NESTLÉ SINLAC; 3. Mexer com um garfo até obter uma papa homogênea.</p>	<p>Energia: 428 kcal; Lípidos: 11,5g, dos quais ácidos gordos saturados: 0,9g; Hidratos de carbono: 64,5g, dos quais açúcares: 5g; Fibras: 3g; Proteínas: 15,2 g; Sal: 0,39g; Vitamina A: 430 µg; Vitamina D: 5,1 µg; Vitamina E: 3,8 mg; Vitamina C: 60mg; Tiamina: 0,85 mg; Niacina: 3 mg; Vitamina B-6: 0,30 mg; ácido fólico: 15,40 µg; Vitamina B-12: 0,85 µg; Biotina : 17 mcg; ácido pantotênico: 0,80 mg; Cálcio: 465 mg; Ferro: 8 mg; Zinco: 6,30 mg; Iodo: 50 µg.</p>	<p>14,96€/Kg</p>
<p>Hero baby – Farinha S/glúten (340g)</p>	<p>“Fonte de fibra” “Adição de vitaminas” “Sem adição de açúcares”</p>	<p>Farinha de cereais sem glúten (96%) (milho e arroz), fruto-oligossacarídeos, minerais (cálcio e ferro), aroma natural e vitaminas (C, niacina, E, B6, B1, A, ác. fólico e D).</p>	<p>1. Utilizar 160ml de leite materno ou leite de fórmula infantil morno; 2. Deitar numa tigel; 3. Adicionar 3 colheres rasas (17g aprox.) de farinha infantil; 4. Mexer com um garfo até obter uma consistência suave. Não adicionar sal e/ou açúcar. Cada colher de sopa equivale a 5/6 g aprox. Adicionar mais ou menos cereais de acordo com a consistência desejada.</p>	<p>Energia: 1603 kJ / 378 kcal; Lípidos: 1,10 g, dos quais ácidos gordos saturados: 0,20 g; Hidratos de carbono: 82 g, dos quais açúcares: 0,50 g; Fibras: 4,40 g; Proteínas: 7,50 g; Sal: 0,03 g; Vitamina A: 375 µg; Vitamina D: 10 µg; Vitamina E: 2,80 mg; Vitamina C: 30 mg; Niacina: 8,50 mg; Vitamina B-6: 0,30 mg; ácido fólico: 70 µg; Cálcio: 160 mg; Ferro: 7,50 mg</p>	<p>10,06 €/Kg</p>
<p>Blédina – Papinhas do bebê Arroz (200 g)</p>	<p>“Sem glúten” “Sem adição de açúcares”</p>	<p>Farinha de arroz (99,9%), mononitrato e tiamina. Pode conter vestígios de leite e soja. Isento de glúten</p>	<p>1. Deitar num prato cerca de 200 mL de leite previamente preparado (leite do bebê); 2. Adicionar gradualmente 5 colheres de sopa (20g) de produto; 3. Mexer bem, cerca de 2 minutos, e está pronto!</p>	<p>Energia: 1634 kJ / 385 kcal; Lípidos: 1,2 g, dos quais ácidos gordos saturados: 0,2 g; Hidratos de carbono: 85,6 g, dos quais açúcares: 0,4 g; Fibras: 0,5 g; Proteínas: 7,7 g; Sal: 0,02 g; Vitaminas (B1)/Tiamina: 0,9g</p>	<p>10,25 €/Kg</p>

(a continuar)

Tabela A-2. (continuação).

<p>Holle Arroz Bio (250g)</p>	<p>“Sem glúten” “Sem leite” “Sem adição de açúcares” “Contém açúcares naturalmente presentes”</p>	<p>Farinha integral de arroz*, vitamina B1 (mononitrato de tiamina). * de agricultura biodinâmica.</p>	<p>1. Preparar 170ml de leite; 2. Deitar num prato e misturar 18g de Papa de flocos de arroz Bio (cerca de 3-4 colheres de sopa); 3. Deixar engrossar e arrefecer até à temperatura de ingestão (cerca de 37°C).</p>	<p>Energia: 1646 kJ / 389 kcal; Lípidos: 3,1 g, dos quais ácidos gordos saturados: 0,8 g; Hidratos de carbono: 80,3 g, dos quais açúcares: 0,7 g; Proteínas: 8,2 g; Sal: 0,009 g; Vitaminas B1/Tiamina: 1,24g</p>	<p>15,56 €/Kg</p>
--	---	--	---	---	-------------------

Apêndice B. Análise Sensorial ao Preparado para Pães *Free From*

B1. Divulgação da Prova Sensorial

Análise Sensorial a um Pão Isento de Glúten

No âmbito da unidade curricular "Estágio/Tese" do Mestrado em Engenharia Alimentar da Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica do Porto, será realizada um análise sensorial com o intuito de avaliar a aceitação do produto desenvolvido: Preparado para pães *free from* (isento de glúten, trigo, leite, lactose, soja e palma). Esta prova sensorial será realizada no dia 14 de junho (terça-feira), na sala de análise sensorial da ESB (piso -1). Caso tenha interesse e disponibilidade em participar, dirija-se, por favor, à sala de análise sensorial no dia 14 de junho entre as 9-18h.

Muito obrigada pelo seu contributo!
Francisca Nascimento (aluna do 2ºano do Mestrado em Engenharia Alimentar)

Figura B1-1. Mensagem divulgada para a análise sensorial ao pão free from a todos os colaboradores da ESB-UCP.

B2. Prova Sensorial



Figura B2-2. Sala da prova sensorial ao pão free from.

B3. Inquérito da Prova Sensorial

ANÁLISE SENSORIAL

No âmbito da unidade curricular estágio/tese de Mestrado em Engenharia Alimentar da Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa do Porto, foi elaborado o seguinte inquérito com o intuito de avaliar a aceitação do produto desenvolvido: Preparado para pães *free from* (isento de glúten, trigo, leite, lactose, soja e palma).

Idade: _____ Sexo: Feminino | Masculino | Outro

Profissão: _____

Possui alguma intolerância e/ou alergia alimentar? Sim | Não

Se sim, qual(is): _____

Faz uma alimentação isenta de glúten? Sim | Esporadicamente | Não

Dá preferência a produtos isentos de glúten? Sim | Não

Dá preferência a produtos com alegações nutricionais em fibra? Sim | Não

Dá preferência a produtos com alegações nutricionais em proteína? Sim | Não

Costuma consumir pão? Pequeno-Almoço
 Almoço
 Lanche
 Jantar
 Ceia
 Não consumo
 Outro: _____

Costuma consumir pão sem glúten? Sim | Não

Com que frequência consome pão sem glúten? Mais de uma vez por dia
 Diariamente
 Semanalmente
 Mensalmente
 Raramente
 Nunca



Prove, por favor, as amostras **668** e **565** e classifique os vários atributos indicados de acordo com a seguinte escala hedónica:

1 – Desgostei extremamente; **2** – Desgostei muito; **3** – Desgostei moderadamente; **4** – Desgostei ligeiramente; **5** – Indiferente; **6** – Gostei ligeiramente; **7** – Gostei moderadamente; **8** – Gostei muito; **9** – Gostei extremamente.

Amostra 668

Apreciação global: 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 Aspeto: 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 Cor do miolo: 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 Aroma: 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 Textura na boca: 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 Sabor: 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Amostra 565

Apreciação global: 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 Aspeto: 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 Cor do miolo: 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 Aroma: 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 Textura na boca: 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 Sabor: 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Apreciação Global

Qual das amostras gostou mais? 668 565

Intenção de compra

Se os produtos estivessem disponíveis no mercado, a um preço conveniente, estaria interessado em comprar (pontue cada uma das amostras de acordo com a sua opinião)?

Amostra 668: Não | Talvez | Sim

Amostra 565: Não | Talvez | Sim

Comentários: _____

Muito obrigada pela sua colaboração!

Figura B3-3. Inquérito utilizado na análise sensorial ao pão *free from*.

B4. Resultados da Análise Estatística da Prova Sensorial

Tabela B4-1. Teste t-student para duas amostras emparelhadas aos resultados obtidos na prova sensorial ao pão free from.

		Teste de amostras emparelhadas								
		Diferenças emparelhadas				t	df	Significância		
		Média	Desvio Padrão	Erro de média padrão	95% Intervalo de Confiança da Diferença			Unilateral p	Bilateral p	
					Inferior					Superior
Par 1	Apreciação Global (Amostra 668) - Apreciação Global (Amostra 565)	,063	1,564	,277	-,502	,627	,226	31	,411	,823
Par 2	Aspeto (Amostra 668) - Aspeto (Amostra 565)	-,062	1,076	,190	-,450	,325	-,329	31	,372	,745
Par 3	Cor do Miolo (Amostra 668) - Cor do Miolo (Amostra 565)	-,156	1,743	,308	-,785	,472	-,507	31	,308	,616
Par 4	Aroma (Amostra 668) - Aroma (Amostra 565)	-,281	1,420	,251	-,793	,231	-1,121	31	,135	,271
Par 5	Textura na boca (Amostra 668) - Textura na boca (Amostra 565)	,063	1,900	,336	-,622	,747	,186	31	,427	,854
Par 6	Sabor - Amostra 668 - Sabor (Amostra 565)	,000	1,760	,311	-,634	,634	,000	31	,500	1,000

Tabela B4-2. Estatísticas de amostras emparelhadas aos resultados obtidos na prova sensorial ao pão free from.

		Estatísticas de amostras emparelhadas			
		Média	N	Desvio Padrão	Erro de média padrão
Par 1	Apreciação Global (Amostra 668)	6,72	32	1,350	,239
	Apreciação Global (Amostra 565)	6,66	32	1,382	,244
Par 2	Aspeto (Amostra 668)	7,19	32	1,355	,239
	Aspeto (Amostra 565)	7,25	32	1,218	,215
Par 3	Cor do Miolo (Amostra 668)	7,03	32	1,492	,264
	Cor do Miolo (Amostra 565)	7,19	32	1,401	,248
Par 4	Aroma (Amostra 668)	6,44	32	1,413	,250
	Aroma (Amostra 565)	6,72	32	1,420	,251
Par 5	Textura na boca (Amostra 668)	5,94	32	1,703	,301
	Textura na boca (Amostra 565)	5,88	32	2,106	,372
Par 6	Sabor (Amostra 668)	6,34	32	1,619	,286
	Sabor (Amostra 565)	6,34	32	1,789	,316

Tabela B4-3. Teste Binomial para o teste de preferência realizado na análise sensorial ao pão free from.

		Teste binomial				
		Categoria	N	Proporção observada	Proporção de teste	Sig exata (2 extremidades)
Preferência	Grupo 1	Amostra 565	15	,47	,50	,860
	Grupo 2	Amostra 668	17	,53		
	Total		32	1,00		

Apêndice C. Análise Sensorial ao Alimento de Farinha de Arroz para Preparação de Papas *Free From*

C1. Divulgação da Prova Sensorial



Associação Portuguesa de Celiacos



A Germen - Moagem de Cereais, S.A., está a promover uma **prova sensorial a um alimento de farinha de arroz** para a preparação de papas *free from* (isentas de glúten, trigo, leite, lactose, soja e palma) com alegações nutricionais em fibra e sem adição de açúcares.

O nosso parceiro procura, pelo menos, 8 participantes celiacos (residentes em Portugal Continental), que consumam habitualmente papas e estejam dispostos a colaborar neste teste.

A prova sensorial consiste na preparação e consumo de duas amostras e no preenchimento de um breve inquérito que avalia os hábitos de consumo dos participantes e os atributos sensoriais de cada uma das amostras.

Desta forma, os participantes irão receber em sua casa duas amostras, juntamente com o modo de preparação e um código QR para o acesso ao inquérito (será também enviado por e-mail). Após a prova e o preenchimento do inquérito por parte de todos os participantes, será efetuada uma pré-análise aos resultados obtidos e, posteriormente, será realizada uma breve reunião online (não mais de 30 minutos) com todos os participantes em data e hora a combinar, para transmitir os resultados obtidos e para o esclarecimento de alguma questão.

Caso tenha interesse, envie um e-mail com os seus dados pessoais (nome, telemóvel e morada) para: qualidade@germoagem.com.

Germen - Moagem de Cereais, S.A. garante que toda a informação recolhida será analisada, unicamente, para fins de investigação e será mantida a sua confidencialidade.

INSCRIÇÃO



Associação Portuguesa de Celiacos
Rua Gago Coutinho, N.º1, estúdio/ atelier, 2675-510 Odívetas, Lisboa
Copyright © 2017 APC - Associação Portuguesa de Celiacos. All rights reserved.

[Veja este email online](#)

Se não quer receber mais emails da APC, [clique aqui](#).

Figura C1-1. Divulgação realizada pela APC para a realização da prova sensorial ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas *free from*.

C2. Carta Enviada aos Participantes



Senhora da Hora, 20 de junho de 2022

Assunto: Prova sensorial de papas sem glúten – Alimento de farinha de arroz

Estimado participante,

Gostaríamos de agradecer o seu interesse na realização da prova sensorial a um alimento de farinha de arroz para a preparação de papas *free-from* (isentas de glúten, trigo, leite, lactose, soja e palma) com alegações nutricionais em fibra e sem adição de açúcares, partilhado pela APC. Esta prova surge no âmbito de um estágio de mestrado em Engenharia Alimentar da Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa do Porto.

A sua contribuição é essencial para avaliar a aceitação do produto desenvolvido. Esta prova sensorial consiste na preparação e no consumo das duas amostras enviadas e no preenchimento de um breve inquérito que avalia os hábitos de consumo dos participantes e os atributos sensoriais de cada uma das amostras. Deve realizar a prova de acordo com as seguintes etapas:

1. Aceder ao inquérito através do código QR disponível em cada uma das amostras ou através do *link* enviado por e-mail (basta aceder a um dos códigos, preenchendo o inquérito apenas uma vez);
2. Preencher as primeiras 8 perguntas relativas aos seus hábitos de consumo de papas;
3. Preparar cada uma das amostras, de acordo com o modo de preparação indicado: colocar 160ml de leite num prato/tigela, juntar a amostra e mexer bem;
4. Provar cada uma das amostras e preencher as restantes perguntas do inquérito.

Durante o preenchimento do inquérito, agradecemos que partilhe uma opinião honesta sobre o produto, com o intuito de melhorar o seu desenvolvimento.

Solicitamos ainda que realize a prova e preencha o inquérito se possível até ao dia 26 de junho, data após a qual iremos agendar um pequeno encontro online (não mais de 30 minutos) no sentido de agregarmos todo o *feedback*.

Para qualquer dúvida ou pedido de informação, por favor, utilize o e-mail: qualidade@germoagem.com.

Esperamos que aprecie as amostras enviadas e agradecemos uma vez mais a sua importante participação nesta prova sensorial!

Com os melhores cumprimentos,

Ema Dias, Responsável de Qualidade e I&D
Germen – Moagem de Cereais, S.A.

Francisca Leitão Nascimento
Mestrado em Engenharia Alimentar da UCP

Germen – Moagem de Cereais
Rua Joaquim Pinto, 91, 4461-901 Senhora da Hora
Contactos Gerais:
+351 229577 140 | geral@germoagem.com

Figura C2-2. Carta enviada aos participantes juntamente com as amostras, para a realização da prova sensorial.

C3. Inquérito Prova Sensorial - Adultos

Prova Sensorial (adultos)

No âmbito de uma tese de Mestrado em Engenharia Alimentar da Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa do Porto, foi elaborado o presente inquérito com o intuito de avaliar a aceitação do produto desenvolvido em conjunto com a Germen - Moagem de Cereais S.A.: Alimento de farinha de arroz para preparação de papas "free from" (isentas de glúten, trigo, leite, lactose, soja e palma). Toda a informação recolhida será analisada, unicamente, para fins de investigação e será mantida a sua confidencialidade. Os dados recolhidos serão reportados em grupo. As amostras partilhadas cumprem com os padrões de higiene e segurança alimentar requeridos e está garantida a isenção de glúten.

Solicitamos, por favor, que realize a prova e preencha o inquérito até ao dia 26 de junho. Agradecemos desde já a colaboração! Para qualquer dúvida ou pedido de informação, por favor, utilize o e-mail: qualidade@germoagem.com e/ou franciscan1998@gmail.com.

1. Género *

- Feminino
 Masculino
 Outro

2. Idade *

- 18-25
 26-45
 46-65
 >65

3. É consumidor habitual de papas (tipo Nestum, Cerelac e/ou outros) ? *

- Sim
 Não

4. Qual a frequência de consumo dessas papas? *

- Mais de uma vez por dia
 Diariamente
 Semanalmente
 Mensalmente
 Raramente
 Nunca

5. Em que refeições do dia é habitual consumir papas? *

- Pequeno-almoço
 Almoço
 Lanche
 Jantar
 Ceia

6. Que marcas de papas consome habitualmente? *

- Nestum
 Cerelac
 Blédina
 Hero Baby
 Nutribén
 Holle
 Shine
 Outra: _____

7. Classifique de 1 a 5 (sendo que: 1 "Nada Importante", 5 "Muito Importante") * qual a importância que atribui aos atributos sensoriais mencionados abaixo em relação às papas:

	1	2	3	4	5
Aspeto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aroma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Doçura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Classifique de 1 a 5 (sendo que: 1 "Nada Importante", 5 "Muito Importante") * qual a importância que atribui às alegações nutricionais mencionadas abaixo:

	1	2	3	4	5
Fibra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sem adição açúcares	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Obrigada pelas respostas anteriores. Passaremos agora à prova e análise das amostras recebidas.

9. Prove, por favor, a amostra 667 e classifique os seguintes atributos de acordo com a escala apresentada (sendo que: 1 "Não Gostei Nada", 3 "Não Gostei nem Desgostei", 5 "Gostei Muito"):

	1	2	3	4	5
Apreciação global	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aspeto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura Aparente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cor Aparente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aroma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura na Boca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Doçura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Prove, por favor, a amostra 553 e classifique os seguintes atributos sensoriais, de acordo com a escala apresentada (sendo que: 1 "Não Gostei Nada", 3 " Não Gostei nem Desgostei", 5 "Gostei Muito"): *

	1	2	3	4	5
Apreciação global	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aspeto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura Aparente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cor Aparente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aroma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura na Boca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Doçura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. No geral, qual o produto que mais gostou? *

Amostra 667

Amostra 553

12. Se os produtos estivessem disponíveis no mercado, a um preço conveniente, * estaria interessado em comprar (por favor, pontue cada uma das amostras de acordo com a sua opinião)?

	Não	Talvez	Sim
Amostra 667	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Amostra 553	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Se tiver alguma questão, opinião ou comentário a acrescentar, por favor, mencione aqui:

A sua resposta _____

Muito obrigada pela sua colaboração!

C4. Análise Estatística aos Resultados Obtidos na Prova Sensorial dos Adultos

Tabela C4-1. Teste da normalidade aos resultados obtidos na prova sensorial ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas, realizada aos adultos.

	Testes de Normalidade					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
dif_Apreciação_Global	,236	13	,047	,864	13	,044
dif_Aspeto	,296	13	,003	,859	13	,037
dif_Textura_Aparente	,180	13	,200*	,950	13	,605
dif_Cor_Aparente	,282	13	,006	,862	13	,041
dif_Aroma	,240	13	,039	,898	13	,126
dif_Sabor	,227	13	,065	,907	13	,165
dif_Textura_Boca	,229	13	,061	,879	13	,069
dif_Doçura	,286	13	,005	,901	13	,138

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Tabela C4-2. Descritivas dos resultados obtidos na prova sensorial ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas, realizada aos adultos.

Descritivas		Estatística	Estatística do teste Padrão	
dif_Apreciação_Global	Média	-,46	,418	
	95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	-1,37	
		Limite superior	,45	
	5% da média aparada	-,35		
	Mediana	,00		
	Variância	2,269		
	Erro Padrão	1,506		
	Mínimo	-4		
	Máximo	1		
	Amplitude	5		
	Amplitude interquartil	3		
	Assimetria	-1,124	,616	
	Curtose	1,068	1,191	
dif_Aspeto	Média	,08	,366	
	95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	-,72	
		Limite superior	,87	
	5% da média aparada	,09		

	Mediana		1,00	
	Variância		1,744	
	Erro Padrão		1,320	
	Mínimo		-2	
	Máximo		2	
	Amplitude		4	
	Amplitude interquartil		2	
	Assimetria		-,421	,616
	Curtose		-1,239	1,191
dif_Cor_Aparente	Média		-,23	,281
	95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	-,84	
		Limite superior	,38	
	5% da média aparada		-,20	
	Mediana		,00	
	Variância		1,026	
	Erro Padrão		1,013	
	Mínimo		-2	
	Máximo		1	
	Amplitude		3	
	Amplitude interquartil		2	
	Assimetria		-,599	,616
	Curtose		-,363	1,191
	dif_Textura_Boca	Média		-,15
95% de Intervalo de Confiança para Média		Limite inferior	-1,17	
		Limite superior	,86	
5% da média aparada		-,06		
Mediana		,00		
Variância		2,808		
Erro Padrão		1,676		
Mínimo		-4		
Máximo		2		
Amplitude		6		
Amplitude interquartil		3		
Assimetria		-1,097	,616	
Curtose		,847	1,191	

Tabela C4-3. Estatísticas do teste de Wilcoxon para duas amostras emparelhadas dos resultados obtidos na prova sensorial ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas.

	Estatísticas de teste ^a			
	Apreciação_Global_553 - Apreciação_Global_667	Aspeto_553 - Aspeto_667	Cor_Aparente_667 - Cor_Aparente_553	Textura_Boca_553 - Textura_Boca_667
Z	-1,040 ^b	-,165 ^c	-,879 ^c	-,209 ^b
Significância Sig. (2 extremidades)	,298	,869	,380	,834

a. Teste de Classificações Assinadas por Wilcoxon

b. Com base em postos negativos.

c. Com base em postos positivos.

Tabela C4-4. Rakings dos grupos do teste de Wilcoxon para duas amostras emparelhadas dos resultados obtidos na prova sensorial ao alimento de farinha para preparação de papas.

Postos		N	Posto médio	Soma de Classificações
Apreciação_Global_553 - Apreciação_Global_667	Classificações Negativas	4 ^a	3,50	14,00
	Classificações Positivas	5 ^b	6,20	31,00
	Empates	4 ^c		
	Total	13		
Aspeto_553 - Aspeto_667	Classificações Negativas	7 ^d	5,86	41,00
	Classificações Positivas	5 ^e	7,40	37,00
	Empates	1 ^f		
	Total	13		
Cor_Aparente_553 - Cor_Aparente_667	Classificações Negativas	3 ^g	3,00	9,00
	Classificações Positivas	4 ^h	4,75	19,00
	Empates	6 ⁱ		
	Total	13		
Textura_Boca_553 - Textura_Boca_667	Classificações Negativas	6 ^j	4,25	25,50
	Classificações Positivas	4 ^k	7,38	29,50
	Empates	3 ^l		
	Total	13		

a. Apreciação_Global_553 < Apreciação_Global_667

b. Apreciação_Global_553 > Apreciação_Global_667

c. Apreciação_Global_553 = Apreciação_Global_667

d. Aspeto_553 < Aspeto_667

e. Aspeto_553 > Aspeto_667

f. Aspeto_553 = Aspeto_667

g. Cor_Aparente_553 < Cor_Aparente_667

h. Cor_Aparente_553 > Cor_Aparente_667

i. Cor_Aparente_553 = Cor_Aparente_667

j. Textura_Boca_553 < Textura_Boca_667

k. Textura_Boca_553 > Textura_Boca_667

l. Textura_Boca_553 = Textura_Boca_667

Tabela C4-5. Teste t-student para duas amostras emparelhadas da prova sensorial ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas free from.

		Teste de amostras emparelhadas								
		Diferenças emparelhadas					t	df	Significância	
		Média	Desvio Padrão	Erro de média padrão	95% Intervalo de Confiança da Diferença				Unilateral p	Bilateral p
					Inferior	Superior				
Par 1	Textura_Aparente_667 - Textura_Aparente_553	-,615	1,710	,474	-1,649	,418	-1,298	12	,109	,219
Par 2	Aroma_667 - Aroma_553	-,154	1,281	,355	-,928	,620	-,433	12	,336	,673
Par 3	Sabor_667 - Sabor_553	-,846	1,463	,406	-1,730	,038	-2,085	12	,030	,059
Par 4	Doçura_667 - Doçura_553	-,769	1,739	,482	-1,820	,282	-1,594	12	,068	,137

Tabela C4-6. Estatísticas de amostras emparelhadas da prova sensorial ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas free from.

		Estatísticas de amostras emparelhadas			
		Média	N	Desvio Padrão	Erro de média padrão
Par 1	Textura_Aparente_667	3,69	13	1,251	,347
	Textura_Aparente_553	4,31	13	,855	,237
Par 2	Aroma_667	3,85	13	1,345	,373
	Aroma_553	4,00	13	,707	,196
Par 3	Sabor_667	3,69	13	1,437	,398
	Sabor_553	4,54	13	,519	,144
Par 4	Doçura_667	3,31	13	1,316	,365
	Doçura_553	4,08	13	,954	,265

Tabela C4-7. Teste binomial para o teste de preferência realizado na prova sensorial ao alimento de farinha de arroz para preparação de papas free from.

		Teste binomial				
		Categoria	N	Proporção observada	Proporção de teste	Sig exata (2 extremidades)
Preferência	Grupo 1	Amostra 553	8	,62	,50	,581
	Grupo 2	Amostra 667	5	,38		
	Total		13	1,00		

C5. Inquérito Prova Sensorial - Crianças

Prova Sensorial (crianças)

No âmbito de uma tese de Mestrado em Engenharia Alimentar da Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa do Porto, foi elaborado o presente inquérito com o intuito de avaliar a aceitação do produto desenvolvido em conjunto com a Germen - Moagem de Cereais S.A.: Alimento de farinha de arroz para preparação de papas "free from" (isentas de glúten, trigo, leite, lactose, soja e palma). Toda a informação recolhida será analisada, unicamente, para fins de investigação e será mantida a sua confidencialidade. Os dados recolhidos serão reportados em grupo. As amostras partilhadas cumprem com os padrões de higiene e segurança alimentar requeridos e está garantida a isenção de glúten.

Solicitamos, por favor, que realize a prova e preencha o inquérito até ao dia 26 de junho. Agradecemos desde já a colaboração! Para qualquer dúvida ou pedido de informação, por favor, utilize o e-mail: qualidade@germoagem.com e/ou franciscan1998@gmail.com.

1. Género

- Feminino
- Masculino
- Outro

2. Idade do seu filho(a)

- 3-5
- 6-8
- 9-12
- 13-15

3. O seu filho(a) consome habitualmente papas (tipo Nestum, Cerelac e/ou outros)?

- Sim
- Não

4. Qual a frequência de consumo dessas papas?

- Mais de uma vez por dia
- Diariamente
- Semanalmente
- Mensalmente
- Raramente
- Nunca

5. Em que refeições do dia é habitual o seu filho(a) consumir papas?

- Pequeno-almoço
- Almoço
- Lanche
- Jantar
- Ceia
- Outra: _____

6. Que marca de papas o seu filho(a) consome?

- Nestum
- Cerelac
- Blédina
- Hero Baby
- Nutribén
- Holle
- Shine
- Outra: _____

Apêndices

7. Classifique de 1 a 5 (sendo que: 1 "Nada Importante", 5 "Muito Importante") qual a importância que o seu filho(a) atribui aos atributos sensoriais mencionados abaixo em relação às papas:

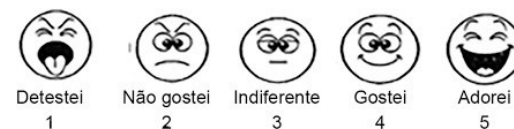
	1 - Nada importante	2	3	4	5 - Muito importante
Aspeto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aroma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Doçura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Classifique de 1 a 5 (sendo que 1 "Nada importante", 5 "Muito importante"), qual a importância que, você mãe, atribui às alegações nutricionais mencionadas abaixo:

	1 - Nada importante	2	3	4	5 - Muito importante
Fibra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sem adição de açúcares	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Obrigada pelas respostas anteriores. Passaremos agora à prova e análise das amostras recebidas.

9. Dê a provar ao seu filho(a) a amostra 667 e classifique os seguintes atributos de acordo com a opinião dele(a):



1 - Detestei 2 3 - Indiferente 4 5 - Adorei

	1 - Destestei	2	3 - Indiferente	4	5 - Adorei
Aspeto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura Aparente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aroma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Doçura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Dê a provar ao seu filho(a) a amostra 553 e classifique de 1 a 5 os seguintes atributos de acordo com a opinião dele(a):



	1 - Detestei	2	3 - Indiferente	4	5 - Adorei
Aspeto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura Aparente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aroma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Doçura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. No geral, qual o produto que o seu filho(a) mais gostou?

- Amostra 667
- Amostra 553

12. Se o produto estivesse disponível no mercado, a um preço conveniente, estaria interessado em comprá-lo para o seu filho (por favor, pontue cada uma das amostras de acordo com a sua opinião):

	Não	Talvez	Sim
Amostra 667	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Amostra 553	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Se tiver alguma questão, opinião ou comentário a acrescentar, por favor, mencione aqui:

A sua resposta _____

Muito obrigada pela sua colaboração e pela do seu filho(a)!