

Pão sem glúten, fortificado em proteína vegetal e pré- congelado: Desenvolvimento do produto e estudo da perceção do consumidor celíaco

Diogo Emanuel Mendes Pereira

Mestrado em Ciências do Consumo e Nutrição

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território

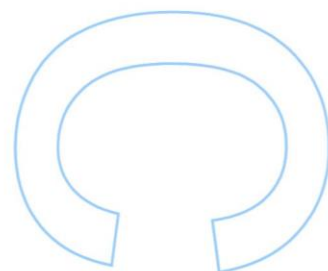
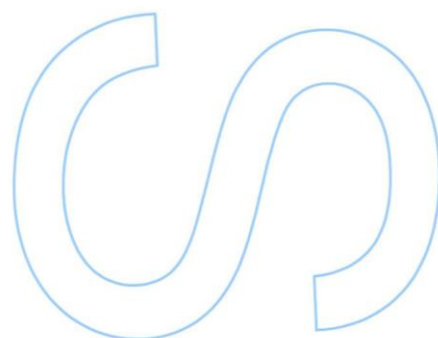
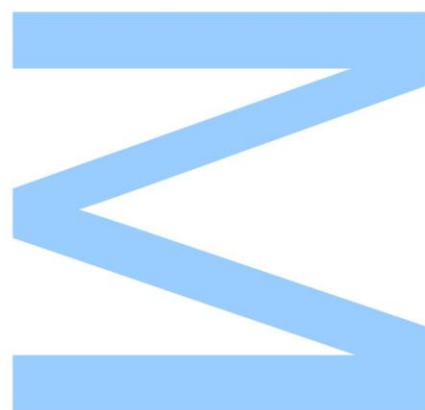
2022

Orientador

Doutora Susana Caldas Fonseca, Professora Auxiliar Convidada, FCUP

Coorientador

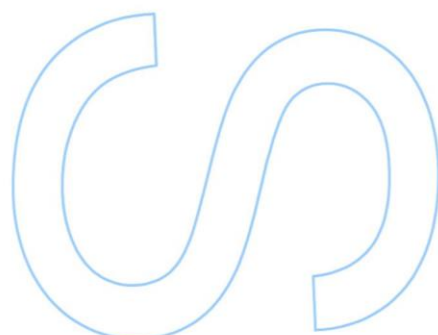
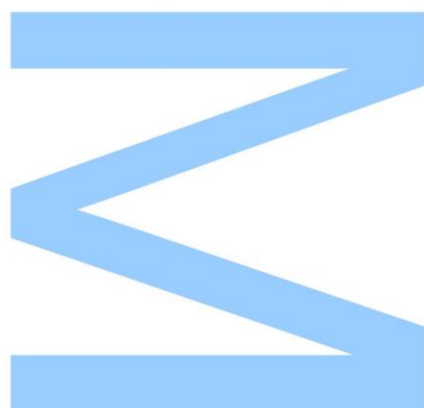
Doutor Luís Miguel Cunha, Professor Associado, FCUP





Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.
O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Declaração de Honra

Eu, Diogo Emanuel Mendes Pereira, inscrito(a) no Mestrado em Ciências do Consumo e Nutrição da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto declaro, nos termos do disposto na alínea a) do artigo 14.º do Código Ético de Conduta Académica da U. Porto, que o conteúdo da presente dissertação reflete as perspetivas, o trabalho de investigação e as minhas interpretações no momento da sua entrega.

Ao entregar esta dissertação, declaro, ainda, que a mesma é resultado do meu próprio trabalho de investigação e contém contributos que não foram utilizados previamente noutros trabalhos apresentados a esta ou outra instituição.

Mais declaro que todas as referências a outros autores respeitam escrupulosamente as regras da atribuição, encontrando-se devidamente citadas no corpo do texto e identificadas na secção de referências bibliográficas. Não são divulgados na presente dissertação quaisquer conteúdos cuja reprodução esteja vedada por direitos de autor.

Tenho consciência de que a prática de plágio e auto-plágio constitui um ilícito académico.

Diogo Emanuel Mendes Pereira

Porto, 30 de setembro de 2022

Agradecimentos

No decorrer desta difícil, mas recompensadora etapa da minha vida, e que agora termino, houve várias pessoas que contribuíram para que isto fosse possível.

Em primeiro lugar quero agradecer à minha orientadora, Prof. Doutora Susana Fonseca, por desde o início ter demonstrado total disponibilidade e dedicação. Agradeço também por todo o conhecimento que me foi transmitindo ao longo das diferentes etapas desta dissertação, e pelo grande apoio que me deu na revisão e redação da mesma.

Ao meu coorientador, Prof. Doutor Luís Cunha, pelo conhecimento que me transmitiu e pelas críticas construtivas que sem dúvida enriqueceram este trabalho.

À empresa Sense Test que gentilmente colaborou na distribuição do questionário.

Aos meus amigos que estão comigo desde o ensino primário, e alguns desde o ensino secundário, em especial o Nelson, Mariana, Filipe, Tânia, Pedro, Liliana, Paulo e Rui, por todo o apoio, amizade, noitadas, momentos de diversão, viagens, e principalmente por me mostrarem que podemos ser família mesmo não sendo do mesmo sangue.

Aos amigos que fiz desde que iniciei este percurso na faculdade (Raquel, Manuel, Babi, David, Chica, Alex, Mariana e Delfim), por me terem apoiado, pelos resumos, amizade, brincadeiras, e por tornarem este trajeto menos difícil.

Ao meu avô, José Mendes, por desde pequenino me ter incentivado a ter boas classificações na escola, e por olhar para as minhas conquistas sempre com um brilho nos olhos.

Por fim, o agradecimento mais importante vai para os meus pais, Conceição Mendes e Emanuel Pereira, por todo o amor e suporte. Sempre me incentivaram a seguir os meus sonhos, e criaram todas as condições para que isso fosse possível. São a minha maior inspiração para alcançar todos os meus objetivos. Pai, a tua força, otimismo e alegria estarão sempre comigo, e, passe os anos que passarem, usarei sempre esse “combustível” para me superar e vencer cada etapa.

Resumo

O glúten é uma rede proteica estrutural presente em vários produtos alimentares à base de trigo, centeio e cevada, e é constituída essencialmente pelas proteínas gliadina e glutenina. A doença celíaca é caracterizada pela sensibilidade ao glúten, provocando complicações gastrointestinais, entre outros sintomas, com um forte impacto na qualidade de vida dos indivíduos que padecem desta patologia e cuja única forma de evitar que os sintomas se manifestem é a eliminação total do glúten da sua alimentação.

De forma a minimizar o impacto desta doença, tem crescido o número de produtos sem glúten no mercado. Como substituintes da farinha de trigo, centeio ou cevada têm sido utilizadas diversas farinhas tais como farinha de arroz, de milho, de grão-de-bico, de soja, de alfarroba, entre outras. Contudo, o pão resultante da utilização destes produtos não satisfaz as expectativas dos consumidores, quando comparado em termos sensoriais com o pão com farinha de trigo.

De forma a perceber melhor a realidade dos consumidores celíacos portugueses, e a criar um produto que possa ajudar a mitigar a falta de qualidade e diversidade dos produtos sem glúten já existentes, os principais objetivos deste estudo foram o estudo da perceção do consumidor celíaco português sobre produtos da panificação sem glúten existentes no mercado, e o desenvolvimento de um pão sem glúten, fortificado em proteína vegetal e pré-congelado.

Realizou-se assim o primeiro estudo em Portugal que aborda a perceção do consumidor celíaco sobre produtos da panificação, em especial o pão sem glúten, pois os estudos que foram anteriormente realizados abordam a dieta celíaca de uma forma geral, não focando especificamente na temática dos produtos da panificação. Tal como descrito em outros estudos, realizados noutros países, a dificuldade de consumo em locais públicos, a menor qualidade das características organoléticas do pão sem glúten (textura, cor, sabor, etc.), a baixa diversidade da oferta, e o elevado preço, foram os principais problemas apontados pelos consumidores celíacos. No presente estudo, 84,1% dos inquiridos classificaram como extremamente difícil consumir pão sem glúten em restaurantes, e 92,8% em cafés, bares e similares. A diversidade dos produtos existentes foi considerada baixa ou muito baixa por 84,1% dos inquiridos. A pertinência deste estudo ficou demonstrada pelo facto de 64% dos inquiridos considerar a existência de um pão sem glúten pré-congelado, que possa ser cozido de forma rápida, prática e com a qualidade de um pão fresco como interessante ou extremamente interessante, e

45,5% considerar extremamente relevante a existência de um pão sem glúten rico em proteína.

No desenvolvimento de um pão sem glúten foram utilizados diversos ingredientes, tais como, farinha de milho, farinha de arroz, farinha de grão-de-bico, farinha de banana, farinha de batata-doce, farinha de tremçoço, proteína de ervilha, goma xantana, amido de milho, especiarias (canela, açafrão, alho em pó e erva doce), etc., que levou a diversas combinações de ingredientes e das suas concentrações.

Assim, neste estudo foi criada uma formulação base com farinha de milho (22,6%) e farinha de arroz (11,7%), e uma formulação com fortificação proteica com farinha de milho (18,7%), farinha de arroz (7,7%) e farinha de amendoim (7,0%). A fortificação proteica era um dos principais objetivos do trabalho, tendo se obtido um pão sem glúten com 10,2% de teor proteico. A formulação base apresentou uma cor amarelada e um teor de água de $42,8\% \pm 1,1\%$ (m/m), enquanto a formulação proteica apresentou uma cor bege e um teor de água de $36,0\% \pm 0,8\%$ (m/m). A textura e sabor da formulação proteica foram características que obtiveram os resultados mais positivos na prova de análise sensorial.

Palavras-chave

Pão, sem glúten, proteína vegetal, doença celíaca, farinha de arroz, farinha de milho, farinha de grão-de-bico, farinha de amendoim

Abstract

Gluten is a structural protein network present in several wheat-, rye-, and barley-based food products, and is essentially composed of the proteins gliadin and glutenin. Celiac disease is characterized by sensitivity to gluten, causing gastrointestinal complications, among other symptoms, with a strong impact on the quality of life of individuals who suffer from this pathology and whose only way to prevent the symptoms from manifesting is the total elimination of gluten from their diet.

In order to minimize the impact of this disease, the number of gluten-free products on the market has been growing. Various flours have been used as substitutes for wheat, rye or barley flour, such as rice flour, corn flour, chickpea flour, soy flour, carob flour, among others. However, the bread resulting from the use of these products does not meet consumers' expectations when compared in sensory terms with bread with wheat flour.

In order to better understand the reality of portuguese celiac consumers, and to create a product that can help mitigate the lack of quality and diversity of existing gluten-free products, the main objectives of this study were to study the perception of the portuguese celiac consumer about gluten-free bakery products on the market, and to develop a gluten-free bread, fortified in vegetable protein and pre-frozen.

This was the first study in Portugal to address the celiac consumer's perception of gluten-free bakery products, especially gluten-free bread, since previous studies have addressed the celiac diet in general, not focusing specifically on the issue of bakery products. As described in other studies conducted in other countries, the difficulty of consumption in public places, the lower quality of the organoleptic characteristics of gluten-free bread (texture, color, flavor, etc.), the low diversity of supply, and the high price were the main problems pointed out by celiac consumers. In this study, 84.1% of the respondents considered it extremely difficult to consume gluten-free bread in restaurants, and 92.8% in cafes, bars and similar establishments. The diversity of existing products was considered low or very low by 84.1% of the respondents. The relevance of this study was demonstrated by the fact that 64% of respondents considered the existence of a pre-frozen gluten-free bread that can be baked quickly, practically and with the quality of a fresh bread as interesting or extremely interesting, and 45.5% considered extremely relevant the existence of a gluten-free bread rich in protein.

In the development of a gluten-free bread, several ingredients were used, such as corn flour, rice flour, chickpea flour, banana flour, sweet potato flour, lupin flour, pea protein, xanthan gum, corn starch, spices (cinnamon, saffron, garlic powder and sweet grass), etc., which led to various combinations of ingredients and their concentrations.

Thus, in this study, a base formulation with corn flour (22.6%) and rice flour (11.7%), and a formulation with protein fortification with corn flour (18.7%), rice flour (7.7%), and peanut flour (7.0%) were created. The protein fortification was one of the main objectives of the work, and a gluten free bread with 10.2% protein content was obtained. The base formulation had a yellowish color and a water content of $42.8\% \pm 1.1\%$ (m/m), while the protein formulation had a beige color and a water content of $36.0\% \pm 0.8\%$ (m/m). The texture and flavor of the protein formulation were characteristics that obtained the most positive results in the sensory analysis test.

Keywords

Bread, gluten-free, plant protein, celiac disease, rice flour, corn flour, chickpea flour, peanut flour

Índice

Lista de tabelas.....	11
Lista de figuras	14
Lista de abreviaturas.....	15
1. Introdução.....	16
1.1. Pão.....	16
1.2. Glúten.....	18
1.3. Doenças derivadas da sensibilidade ao glúten	19
1.3.1. Doença celíaca.....	19
1.3.2. Sensibilidade ao glúten não celíaca.....	20
1.3.3. Alergia ao trigo	20
1.4. Pão sem glúten.....	21
2. Objetivos gerais e específicos	24
3. Material e métodos	25
3.1. Estudo da percepção do consumidor celíaco português sobre produtos da panificação sem glúten.....	25
3.1.1. Elaboração e estrutura do questionário	25
3.1.2. Considerações éticas	27
3.1.3. Consentimento informado.....	27
3.1.4. Distribuição do questionário e recolha dos dados.....	28
3.1.5. Análise dos resultados.....	28
3.2. Desenvolvimento de um pão sem glúten, fortificado em proteína vegetal e pré-congelado, à base de um pão tradicional português.....	28
3.2.1. Matérias-primas.....	28
3.2.2. Formulações e modo de preparação	29
3.2.3. Parâmetros avaliados	33
3.2.4. Avaliação da aceitabilidade do produto desenvolvido	34
3.2.5. Análise estatística dos resultados.....	36
4. Resultados e Discussão	36

4.1. Estudo da perceção do consumidor celíaco português sobre produtos da panificação sem glúten.....	36
4.1.1. Caracterização sociodemográfica dos inquiridos	36
4.1.2. Caracterização do consumidor com doença celíaca	39
4.1.3. Consumo de produtos da panificação isentos de glúten	42
4.1.4. Compra de produtos da panificação isentos de glúten.....	44
4.1.5. Avaliação das características do pão sem glúten em função do perfil dos inquiridos	50
4.1.6. Perfil e avaliação da recetividade dos inquiridos ao género de produtos alimentares que foram desenvolvidos no âmbito deste estudo	50
4.2. Desenvolvimento da formulação base	53
4.3. Desenvolvimento da formulação com fortificação proteica.....	56
4.4. Análise dos dois pães comerciais	59
4.5. Prova de análise sensorial.....	61
5. Conclusões.....	70
6. Referências bibliográficas.....	71
7. Anexos	76
Anexo 1.....	76
Anexo 2.....	82
Anexo 3.....	83

Lista de tabelas

Tabela 1. Farinhas alternativas à farinha de trigo, e seu respetivo teor proteico e teor em água (Pontes, 2018)	22
Tabela 2. Lista de ingredientes utilizados em cada formulação dos ensaios 1, 2 e 3, a sua massa (g) e as respetivas percentagens (%(m/m)).	29
Tabela 3 . Lista de ingredientes utilizados em cada formulação dos ensaios 4, 5 e 6, a sua massa (g) e as respetivas percentagens (%(m/m))	30
Tabela 4. Lista de ingredientes utilizados em cada formulação dos ensaios 7, 8 e 9, a sua massa (g) e as respetivas percentagens (%(m/m))	30
Tabela 5. Lista de ingredientes utilizados em cada formulação dos ensaios 10, 11, e 12, a sua massa (g) e as respetivas percentagens (%(m/m))	31
Tabela 6. Lista de ingredientes utilizados em cada formulação dos ensaios 13 e 14, a sua massa (g) e as respetivas percentagens (%(m/m))	31
Tabela 7. Lista de ingredientes utilizados em cada formulação do ensaio 15, a sua massa (g) e as respetivas percentagens (%(m/m))	33
Tabela 8. Lista de ingredientes utilizados em cada formulação dos ensaios 16 e 17, a sua massa (g) e as respetivas percentagens (%(m/m))	33
Tabela 9. Dados sociodemográficos dos inquiridos	39
Tabela 10. Dados da caracterização do consumidor com doença celíaca, com os valores em percentagem (%)	40
Tabela 11. Dados do consumo de produtos da panificação isentos de glúten, com os valores em percentagem (%)	43
Tabela 12. Dados do consumo de produtos da panificação isentos de glúten, com os valores em percentagem (%)	44
Tabela 13. Dados da compra de produtos da panificação isentos de glúten, com os valores em percentagem (%)	46
Tabela 14. Dados da compra de produtos da panificação isentos de glúten, com os valores em percentagem (%)	47
Tabela 15. Dados da compra de produtos da panificação isentos de glúten, com os valores em percentagem (%)	49
Tabela 16. Comparação da classificação da oferta de um pão sem glúten pré-congelado e da classificação da existência de um pão sem glúten rico em proteínas com as habilitações literárias dos inquiridos, com o respetivo valor de N, a média, desvio padrão e p-value (obtido com a realização do Teste de Mann-Whitney para amostras independentes)	52

Tabela 17. Comparação da classificação da oferta de um pão sem glúten pré-congelado e da classificação da existência de um pão sem glúten rico em proteínas com o cumprimento da dieta isenta de glúten dos inquiridos, com o respetivo valor de N, a média, desvio padrão e p-value (obtido com a realização do Teste de Mann-Whitney para amostras independentes)	52
Tabela 18. Associações entre a classificação da oferta de um pão sem glúten pré-congelado e a classificação da existência de um pão sem glúten rico em proteínas, e alguns dados pertinentes recolhidos no inquérito, com recurso à correlação de Spearman	52
Tabela 19. Resultados da análise ao teor de água obtidos no ensaio 10 (“PP “representa o peso (g) da placa de Petri, “PP+Amostra” representa o peso (g) da placa de Petri mais a amostra, e “PP+Amostra (peso seco)” representa o peso (g) da placa de Petri mais a amostra após o processo de secagem)	55
Tabela 20. Resultados da análise à cor obtidos no ensaio 10, com os valores médios de “L”, “a” e “b”, e os respetivos desvios padrão	55
Tabela 21. Resultados da análise ao teor de proteína da formulação F2 do ensaio 10, sendo apresentados os valores de proteína (g) e de kcal de cada ingrediente, a proteína por 100g, a massa total (g), kcal totais, kcal por 100g, kcal em proteína, e a percentagem de kcal em proteína (% de teor proteico)	55
Tabela 22. Resultados da análise ao teor de água obtidos no ensaio 17 (“PP “representa o peso (g) da placa de Petri, “PP+Amostra” representa o peso (g) da placa de Petri mais a amostra, e “PP+Amostra (peso seco)” representa o peso (g) da placa de Petri mais a amostra após o processo de secagem)	57
Tabela 23. Resultados da análise à cor obtidos no ensaio 17, com os valores médios de “L”, “a” e “b”, e os respetivos desvios padrão	57
Tabela 24. Resultados da análise ao teor de proteína da formulação F2 do ensaio 17, sendo apresentados os valores de proteína (g) e de kcal de cada ingrediente, a proteína por 100g, a massa total (g), kcal totais, kcal por 100g, kcal em proteína, e a percentagem de kcal em proteína (% de teor proteico)	58
Tabela 25. Resultados da análise ao teor de água das duas formulações comerciais utilizadas na prova de análise sensorial (“PP “representa o peso (g) da placa de Petri, “PP+Amostra” representa o peso (g) da placa de Petri mais a amostra, e “PP+Amostra (peso seco) representa o peso (g) da placa de Petri mais a amostra após o processo de secagem).....	60

Tabela 26. Resultados da análise à cor dos pãezinhos sem glúten comerciais utilizados na prova de análise sensorial com os valores médios de “L”, “a” e “b”, e os respetivos desvios padrão	60
Tabela 27. Resultados da análise à cor do pão de forma sem glúten comercial utilizado na prova de análise sensorial com os valores médios de “L”, “a” e “b”, e os respetivos desvios padrão	60
Tabela 28. Resultados da análise ao teor de proteína das duas formulações comerciais utilizadas na prova de análise sensorial, sendo apresentados os valores de proteína por 100g, kcal por 100g, kcal em proteína, e a percentagem de kcal em proteína (% de teor proteico).....	61
Tabela 29. Perguntas da folha de prova da prova de análise sensorial, as respostas que foram dadas pelos inquiridos, e as respetivas percentagens	62
Tabela 30. Perguntas da folha de prova da prova de análise sensorial, as respostas que foram dadas pelos inquiridos, e as respetivas percentagens	63
Tabela 31. Perguntas da folha de prova da prova de análise sensorial, as respostas que foram dadas pelos inquiridos, e as respetivas percentagens	64
Tabela 32. Perguntas da folha de prova da prova de análise sensorial, as respostas que foram dadas pelos inquiridos, e as respetivas percentagens	65
Tabela 33. Comparação da classificação atribuída à cor da crosta e cor do miolo das 4 formulações apresentadas na prova de análise sensorial, e as respetivas médias, desvio padrão e p-value (obtido com realização do teste de Friedman)	66
Tabela 34. Comparação da classificação atribuída à textura da crosta e textura do miolo das 4 formulações apresentadas na prova de análise sensorial, e as respetivas médias, desvio padrão e p-value (obtido com realização do teste de Friedman).....	67
Tabela 35. Comparação da classificação atribuída ao sabor das 4 formulações apresentadas na prova de análise sensorial, e as respetivas médias, desvio padrão e p-value (obtido com realização do teste de Friedman)	67
Tabela 36. Comparação da classificação atribuída à aceitação global das 4 formulações apresentadas na prova de análise sensorial, e as respetivas médias, desvio padrão e p-value (obtido com realização do teste de Friedman)	68

Lista de figuras

Figura 1. Fotografia das amostras devidamente codificadas, o copo de água e 2 bolachas de água e sal (dentro do guardanapo) apresentados aos provadores durante a prova de análise sensorial	35
Figura 2. Fotografia da sala onde decorreu a prova de análise sensorial (vista geral)	36
Figura 3. Distribuição das idades dos inquiridos	37
Figura 4. Número de pessoas do agregado familiar (incluindo o próprio) dos inquiridos	38
Figura 5. Distribuição do local de residência dos inquiridos	38
Figura 6. Fotografia do pão obtido através da confeção da fórmula F2 do ensaio 10 .	56
Figura 7. Fotografia do pão obtido através da confeção da fórmula F2 do ensaio 17 (pão inteiro)	58
Figura 8. Fotografia do pão obtido através da confeção da fórmula F2 do ensaio 17 (pão fatiado)	59

Lista de abreviaturas

AT- Alergia ao trigo

DC- Doença celíaca

FP- Pãezinhos sem glúten comerciais

FPF- Pão de forma sem glúten comercial

PP- Peso da placa de Petri

SGNC- Sensibilidade ao glúten não celíaca

1. Introdução

1.1. Pão

O pão é um alimento básico da alimentação de milhões de pessoas, e o seu consumo é transversal a todas as culturas e continentes, atravessando diversas civilizações ao longo do tempo (Callejo, 2011). Em Portugal, este alimento mantém o lugar de destaque que obtém no resto do mundo, sendo um dos cinco principais produtos elaborados pelas indústrias alimentares (Torrinha et al., 2019). A sua composição tem por base diferentes cereais, sendo o principal cereal cultivado em todo o mundo, o trigo, o mais frequentemente utilizado, especialmente a espécie *Triticum aestivum* (Shewry & Hey, 2015; Torrinha et al., 2019).

O seu processo de fabrico assenta em três etapas fundamentais: a mistura dos ingredientes para formar a massa, a fermentação e a cozedura (Skaf, Nassar, Lefebvre, & Nongaillard, 2009; Tian, Chen, Tilley, & Li, 2021). Da mistura dos ingredientes resulta uma massa composta por proteínas, lípidos, hidratos de carbono e água. É nesta fase que ocorre a incorporação de bolhas de ar na massa e também onde se forma a matriz de glúten propicia para a retenção desse mesmo ar (gás), processos indispensáveis para o aumento de volume nas fases posteriores (Romano, Toraldo, Cavella, & Masi, 2007; Skaf et al., 2009). A fermentação é apontada por muitos especialistas e investigadores como a fase mais crucial no processo de desenvolvimento do pão (Skaf et al., 2009). *Saccharomyces cerevisiae* (também conhecida como fermento de padeiro) é a levedura utilizada para a fermentação, sendo responsável por contribuir para a transformação química dos hidratos de carbono em dióxido de carbono e álcool etílico. Este dióxido de carbono formado vai migrar para as bolhas de ar que tinham sido incorporadas na massa aquando do processo de mistura dos ingredientes, aumentando o seu volume (Rezaei et al., 2014; Romano et al., 2007; Skaf et al., 2009). Além disso, a levedura contribui também para o sabor característico do pão (Rezaei et al., 2014). A fase de cozedura é marcada pelo aumento de volume e pelas reações de Maillard que influenciam a cor característica do pão (Callejo, 2011).

Este alimento tem um elevado valor nutricional derivado a ser uma fonte de energia, rico em hidratos de carbono (amido), e fonte de energia, proteínas, fibras e vitaminas B e E, aliado ao seu baixo teor em gordura (Torrinha et al., 2019). Além da qualidade nutricional, o pão ganha notoriedade junto dos consumidores pelas suas propriedades sensoriais. O sabor a trigo/centeio e o sabor salgado são dos descritores de sabor mais referidos e importantes para o consumidor, sendo que o odor característico do pão (especialmente quando ainda quente) também é um dos

parâmetros que mais influenciam a aceitação dos consumidores. A cor pode ser influenciada pelos ingredientes utilizados, porém, esta característica está principalmente associada às reações de Maillard que se desenrolam aquando da fase de cozedura em forno a altas temperaturas. A textura elástica é altamente influenciada pela quantidade e qualidade do glúten que é concedido à massa pela presença da farinha de trigo, e que resulta do aumento do volume e da maciez do pão (Callejo, 2011).

O tempo de vida útil relativamente curto do pão de trigo (entre 1 e 7 dias dependendo dos ingredientes utilizados, tipo de embalagem e de armazenamento) é um dos problemas atualmente existentes na indústria da panificação, gerando desperdícios e prejuízos económicos para essa indústria, bem como para os consumidores (Dal Bello et al., 2007). O processo de deterioração do pão pode ocorrer por envelhecimento normal, provocado pela perda de água (endurecimento), recristalização da amilose e pelas interações proteína-amido (Bárcenas & Rosell, 2005; Dal Bello et al., 2007). Além disso, pode também ocorrer por atividade microbiana (geralmente por fungos, sendo os mais comuns pertencentes aos géneros *Penicillium*, *Aspergillus*, *Monilia*, *Mucor*, *Endomyces*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Rhizopus*), o que aliado ao facto de poderem ocorrer problemas de saúde pública devido à presença de micotoxinas produzidas por bolores, faz com que sejam desenvolvidos métodos para a prevenir (Dal Bello et al., 2007; Rahman et al., 2022). Os métodos mais frequentemente utilizados são o uso de embalagem de atmosfera modificada e a adição de conservantes, podendo ainda ser utilizados outros métodos alternativos como é o caso da biopreservação (Dal Bello et al., 2007; Rahman et al., 2022) e a congelação (Bárcenas & Rosell, 2006).

No método de biopreservação são introduzidas na massa do pão bactérias do ácido láctico tendo efeitos relevantes na qualidade e retardamento do envelhecimento do produto. Um estudo testou a introdução da bactéria *Lactobacillus plantarum* FST 1.7, demonstrando que esta apresentou atividade contra todas as bactérias e fungos, com exceção para *Penicillium roqueforti*, aumentando o tempo de vida útil do pão, e melhorando ainda o processo de fermentação, conferindo à massa melhor capacidade de retenção de gás, o que aumenta o volume do pão, tornando o miolo mais macio (Dal Bello et al., 2007).

Outro estudo, concluiu que a cozedura parcial do pão com posterior armazenamento a temperaturas de congelação, retarda o processo de endurecimento deste produto (Bárcenas & Rosell, 2006).

O pão apesar de ser um elemento relevante na dieta humana, tem alguns inconvenientes para a saúde dos consumidores quando são utilizadas formulações com adição de açúcar (por exemplo no pão de hambúrguer), agravando quadros clínicos de diabetes, obesidade e doenças cardiovasculares (Sahin, Axel, Zannini, & Arendt, 2018). No pão de hambúrguer, o açúcar é adicionado para garantir a textura e sabor diferenciadores deste produto (Sahin et al., 2018). Tradicionalmente, um pão de hambúrguer tem 120 g kg^{-1} de açúcar, podendo este valor variar consoante o país, sendo que o valor mínimo de 70 g kg^{-1} é fulcral para atingir a qualidade que é espectável neste produto (Sahin, Axel, & Arendt, 2017).

Apesar de ser importante para a saúde humana que se reduzam os valores de açúcar adicionados, uma redução significativa leva ao aumento da atividade da água, originando a diminuição do tempo de vida útil (Sahin et al., 2017). Nesse sentido têm sido realizados estudos que visam encontrar substitutos ao açúcar que não comprometam a saúde dos consumidores e o tempo de vida útil do alimento. Uma investigação recente substituiu o açúcar por xilitol, manitol e maltitol, porém, ocorreu uma diminuição da qualidade da fermentação sendo inclusive mais demorada, menor desenvolvimento e extensibilidade da massa, originando um pão com menor volume e textura mais dura. Ficou também comprovado que o açúcar é mais eficaz contra a atividade microbiana do que as três alternativas utilizadas (Sahin et al., 2018).

1.2. Glúten

O glúten é tradicionalmente definido como a massa resultante da remoção dos grânulos de amido e do material solúvel em água após lavagem cuidadosa da massa de trigo com recurso a água ou solução diluída de sal (Shewry, 2019). Em termos bioquímicos, é composto por proteínas estruturais, e está presente nos produtos da panificação à base de trigo, centeio e cevada (Wieser, 2007).

As proteínas constituintes do glúten podem ser divididas em dois grupos, as gliadinas e as gluteninas, sendo estas proteínas que vão conferir aos produtos da panificação tradicionais as suas características únicas, e que elevam a sua qualidade (Wieser, 2007). As gliadinas conferem à massa a viscosidade e extensibilidade necessárias, enquanto as gluteninas oferecem coesão e elasticidade (Wieser, 2007).

Assim, o glúten tem um papel fundamental no aumento do volume do pão e na sua textura fofa e elástica, parâmetros sensoriais essenciais para o consumidor (Demirkesen, Mert, Sumnu, & Sahin, 2010).

1.3. Doenças derivadas da sensibilidade ao glúten

Antigamente o número de pessoas que apresentavam sensibilidade ao glúten, sofrendo de patologias como a doença celíaca (DC), sensibilidade ao glúten não celíaca (SGNC) e alergia ao trigo (AT), era extremamente diminuta, principalmente fora da Europa. Porém, atualmente esse número tem crescido e julga-se que atinja 1% no caso da DC e entre 3 e 6% no caso da SGNC da população mundial, permanecendo subdiagnosticada na maioria dos países (Arslain, Gustafson, Baishya, & Rose, 2021; Biesiekierski & Iven, 2015; Demirkesen et al., 2014; Sapone et al., 2012). Em Portugal, a prevalência é similar à verificada no resto do mundo, sendo de 1% no caso da DC, o que corresponde a mais de 100 mil doentes celíacos (APC, 2022).

1.3.1. Doença celíaca

A DC é uma das doenças de origem alimentar que surge com maior frequência em toda a população mundial, ocorrendo em qualquer faixa etária e género, em indivíduos com predisposição genética (Arslain et al., 2021; Biesiekierski & Iven, 2015; Catassi & Fasano, 2008; Green & Jabri, 2006). Em indivíduos geneticamente predispostos, a ingestão de alimentos que contenham glúten leva ao surgimento de reações adversas, devido à sensibilidade destes às proteínas do glúten (Iversen & Sollid, 2022).

A DC é uma doença crónica, autoimune, que surge pela ingestão de glúten em indivíduos geneticamente suscetíveis e que provoca a atrofia das vilosidades do intestino delgado. O glúten desencadeia, no intestino delgado, uma resposta inflamatória mediada pelo sistema imunitário, originando a progressiva destruição da mucosa, traduzindo-se na atrofia das vilosidades intestinais e hiperplasia da cripta. Essa destruição leva, assim, à diminuição da sua capacidade de absorção dos nutrientes e a sintomas intrainestinais (como diarreia crónica, etc.) e extraintestinais (como anemia, baixa estatura, etc.) (APC, 2022; Catassi & Fasano, 2008; Rodrigo, 2006).

Alguns estudos referem que está intimamente ligada com os genes HLA-DQ2 e HLA-DQ8, localizados no cromossoma 6p21, sendo que estes genes HLA são responsáveis por 40% da influência genética (Biesiekierski & Iven, 2015; Green & Jabri, 2006; Rodrigo, 2006). Parece ter uma relação estreita com o surgimento de várias doenças neurológicas e endócrinas, vários tipos de cancro e outras doenças autoimunes (Demirkesen & Ozkaya, 2022; Rodrigo, 2006). Pode ser diagnosticada com recurso a

biópsia duodenal, testes genéticos e/ou análises sanguíneas (Catassi & Fasano, 2008; Rodrigo, 2006).

1.3.2. Sensibilidade ao glúten não celíaca

A SGNC é uma síndrome que foi descoberta há relativamente poucos anos, e também pode ser denominada por hipersensibilidade ao glúten, alguns investigadores acreditam que é a doença de intolerância ao glúten com maior prevalência na população, embora não existam dados concretos que permitam sustentar tal afirmação (Czaja-Bulsa, 2015). Parece haver uma maior predisposição para ocorrer em mulheres e em adultos jovens ou de meia-idade, sendo que aproximadamente 13% dos diagnosticados são familiares de primeiro grau de pacientes com DC (Czaja-Bulsa, 2015).

A SGNC surge em resultado da ingestão de glúten por parte dos indivíduos, provocando uma resposta do sistema imunitário. Apesar de ser uma questão que ainda levanta muitas dúvidas, esta resposta parece estar mais associada a mecanismos de imunidade inata do que a mecanismos de imunidade adaptativa, uma vez que se verifica a ausência de anticorpos específicos (Scricciolo et al., 2022). Podem surgir diversos sintomas tais como dor de cabeça, contrações musculares, fadiga crónica, diarreia, distensão e dor abdominal, perda de massa corporal, entre outros, mas ao contrário do que se verifica na DC não se desenvolvem os anticorpos típicos da DC nem lesões na mucosa duodenal, sendo estes os principais fatores diferenciadores em relação à DC (Czaja-Bulsa, 2015). Este quadro pode ficar ainda mais severo quando provoca sintomas tais como depressão e ansiedade, o que agrava o estado de preocupação do paciente perante a doença, o que resulta em claros danos para o seu normal funcionamento físico e principalmente mental (Biesiekierski & Iven, 2015).

1.3.3. Alergia ao trigo

A AT é uma reação imunológica adversa às proteínas constituintes do glúten, nomeadamente às gliadinas, e é diagnosticada com mais frequência em crianças e indivíduos que trabalhem constantemente com trigo, como é o caso de padeiros, derivado da contínua exposição a esse estímulo (Biesiekierski & Iven, 2015; Cianferoni, 2016; Hitchenhuber et al., 2006; Sapone et al., 2012). Os principais sintomas são comichão e inchaço na boca, nariz, olhos e garganta, erupção cutânea, manifestações gastrointestinais típicas da DC (mas sem danos permanentes para o paciente), e nos casos mais graves pode ocorrer anafilaxia e consequente morte do indivíduo

(Biesiekierski & Iven, 2015; Sapone et al., 2012). Estas reações alérgicas podem ocorrer de forma mais imediata (poucas horas após a ingestão de glúten) ou de forma mais tardia (várias horas ou dias após o consumo) (Cianferoni, 2016; Hischenhuber et al., 2006). Algumas investigações têm tentado estudar qual a dose mínima a partir da qual ocorrem essas reações adversas, mas tal ainda não é unanimemente aceite (Hischenhuber et al., 2006).

1.4. Pão sem glúten

Uma vez que não existe tratamento para estas doenças, a única forma de evitar que os sintomas se manifestem é eliminar por completo os produtos que contenham glúten da dieta dos pacientes, nomeadamente o pão que tenha como ingredientes farinha de trigo, de centeio ou de cevada. Assim, a indústria da panificação tem desenvolvido produtos que substituam estas farinhas por outras que não apresentem glúten na sua constituição tais como farinha de arroz, de milho, de grão-de-bico, de soja, de alfarroba, entre outras (Miñarro, Albanell, Aguilar, Guamis, & Capellas, 2012; Pontes, 2018). Porém, o glúten presente na farinha de trigo é responsável pelo aumento do volume do pão e pela textura adequada, existindo dificuldades em contornar a sua ausência (Demirkesen et al., 2010).

Miñarro et al. (2012) testou a utilização da farinha de grão-de-bico, farinha de ervilha, farinha de alfarroba e farinha de soja como farinhas alternativas, tendo concluído que a farinha de grão-de-bico foi a que apresentou melhores resultados no aumento do volume do pão, em oposição à farinha de alfarroba que apresentou os piores resultados neste aspeto. A farinha de grão-de-bico foi também considerada pelos consumidores a que produziu um pão mais macio na sensação na boca, contudo, o pão de soja foi o preferido dos consumidores. Foi referido ainda a utilização de hidrocolóides nas quatro formulações desenvolvidas, como forma de aumentar a elasticidade da massa, sendo os mais comuns a goma xantana e a hidroxipropilmetilcelulose, tendo outra investigação reportado que estes hidrocolóides têm também um papel importante para prolongar a vida útil dos produtos da panificação (Demirkesen et al., 2014; Miñarro et al., 2012).

Pontes (2018) desenvolveu diversas formulações de pães sem glúten utilizando farinha de quinoa, de alfarroba, de grão-de-bico, de tremço, entre outras, estando os seus valores de teor proteico e de água na Tabela 1. Para isso partiu de uma formulação controle que tinha na sua base a utilização da farinha de arroz, e substituiu 50% ou 100% da farinha de arroz pelas farinhas acima mencionadas. Foi realizada uma análise sensorial com 23 indivíduos celíacos e não celíacos, sendo provadores não treinados.

Os provadores realizaram um Teste de Aceitação utilizando uma escala hedónica de 1 a 5 para classificar as diferentes amostras, em que 1 representava “muito desagradável” e 5 “muito agradável”. As características a serem avaliadas foram a cor do miolo, aroma, aspeto, sabor, consistência, apreciação global e intenção de compra. A nível de aroma, sabor, consistência e apreciação global, o pão de grão-de-bico (50% farinha de grão-de-bico e 50% farinha de arroz) obteve o melhor desempenho, na avaliação que diz respeito aos provadores celíacos. Esses mesmos provadores avaliaram o pão de grão-de-bico e o pão de quinoa como agradáveis, no que diz respeito à cor e aspeto. Quanto à intenção de compra demonstraram que provavelmente comprariam o pão de grão-de-bico. (Pontes, 2018).

Tabela 1. Farinhas alternativas à farinha de trigo, e seu respetivo teor proteico e teor em água (Pontes, 2018)

<i>Farinhas alternativas</i>	<i>Teor proteico (g/100g)</i>	<i>Teor em água (g/100g)</i>
Farinha de tremçoço	41,0	12,0
Farinha de grão-de-bico	19,0	8,0
Farinha de arroz	6,7	13,9
Farinha de milho	4,8	9,6
Farinha de alfarroba	4,2	3,2

Outros estudos referem que a utilização de enzimas e emulsificantes na massa do pão ajuda a aumentar a coesão e elasticidade, estabilizam a massa durante a cozedura, acrescentando que a aplicação de fibra dietética melhora a qualidade do pão, uma vez que compensa a perda de fibra resultante da não utilização da farinha de trigo, aumentando ainda a viscosidade da massa (Demirkessen et al., 2014; El Khoury, Balfour-Ducharme, & Joye, 2018; Roman, Belorio, & Gomez, 2019). Demirkessen et al. (2010) corroboraram a ideia de que a adição de emulsificantes melhora as propriedades físicas do pão, tendo a goma xantana-guar e xantana-LBG (“Locust Bean Gum”) obtido valores de volume da massa e firmeza relevantes.

A incorporação de gorduras e óleos na massa do pão aumenta a humidade do miolo, principalmente os óleos vegetais, que auxiliam também no aumento de volume do pão. Entre os óleos mais comumente utilizados estão o óleo de girassol, óleo de soja,

azeite, óleo de coco, gordura de palma, óleo de milho, entre outros. Outro método para incorporar óleos passa pela incorporação de sementes (por exemplo chia, papoila, abóbora, etc.), melhorando ainda o sabor (Roman et al., 2019).

Contudo, os pães existentes no mercado não satisfazem as expectativas dos consumidores, quando comparado em termos sensoriais com o pão com farinha de trigo. Entre os problemas reportados (através de questionários e análises sensoriais) estão a estrutura pouco elástica e quebradiça, a sensação na boca de baixa qualidade, estrutura quebradiça, a baixa humidade, a qualidade inferior a nível de sabor, cor demasiado esbranquiçada (pálida) e falta de aroma característico do pão (de Kock & Magano, 2020; Miñarro et al., 2012). Muitos consumidores celíacos apontam ainda o risco de contaminação cruzada, a indisponibilidade de bens alimentares sem glúten em diversos espaços públicos (nomeadamente cafés, restaurantes e cantinas), e o elevado preço dos produtos existentes como causas para o incumprimento da dieta isenta de glúten que teriam de seguir (Afonso, Jorge, & Moreira, 2016; de Kock & Magano, 2020; de Lima, 2019).

De forma a conhecer melhor a realidade do mercado português realizamos uma pesquisa de mercado aos produtos disponíveis. Essa pesquisa foi realizada nos hiper e supermercados Continente, Auchan e Pingo-doce, na zona de Vila Nova de Gaia, nos dias 19 e 22 de setembro de 2021. Os dados recolhidos foram a marca, a denominação de venda, os ingredientes, as alegações nutricionais, o tempo de vida e o preço (por Kg), estando esses dados compilados na tabela do Anexo 3.

As marcas presentes no mercado português são Schar, Garcia, Airos, Schnitzer, Bezgluten, e as marcas brancas dos três hipermercados referidos anteriormente. As denominações de venda utilizadas são pão de forma clássico, pão de forma branco, pão de forma com cereais, pães rústicos, pães com sementes e pãezinhos. Os ingredientes mais comumente utilizados na confeção destes produtos são farinha de arroz, farinha de milho, amido de milho, fibras vegetais (como o psyllium, etc.), óleo de girassol, hidroxipropilmetilcelulose, dextrose, goma xantana, entre outros. No que diz respeito às alegações nutricionais, além da alegação “sem glúten”, verificou-se a presença de outras alegações, tais como, “sem lactose”, “sem leite”, “sem conservantes”, “alto teor de fibra”, “fonte de fibra”, “sem óleo de palma”, “sem ovo” e “produto biológico”. Comprovou-se ainda que os preços destes produtos são elevados, estando na sua maioria entre os 9 e os 12€ por kg, chegando mesmo aos 16,67€ por kg (pãezinhos da marca Schar). Em geral, os preços dos produtos de marca branca são mais baratos, sendo o mais barato de 5,57€ por kg (pão de forma da marca Continente).

Apesar dos pontos negativos acima referidos e o baixo teor proteico, de fibras e micronutrientes, verifica-se uma tendência crescente do consumo de pão sem glúten na população que não sofre de nenhuma patologia associada ao consumo de glúten (Aguiar, Santos, Centeno, & Capriles, 2021; Sapone et al., 2012). A crença de que os alimentos sem glúten são mais saudáveis pode ser a explicação para o facto de haver um número de indivíduos a seguir uma dieta isenta de glúten superior ao número de indivíduos que sofrem de DC, SGNC e AT, o que resultou em 2,18 mil milhões de euros em vendas globais, em 2010, tendo chegado aos 6,09 mil milhões de euros, em 2021. As previsões são para que as vendas globais sejam de 6,60 mil milhões de euros, no presente ano de 2022, e atinjam os 14,1 mil milhões de euros, em 2030 (valores em dólares convertidos para euros, segundo a taxa de cambio atual) (Research, 2022; Sapone et al., 2012).

2. Objetivos gerais e específicos

1. Estudo da perceção do consumidor celíaco português sobre produtos da panificação sem glúten existentes no mercado:
 - 1.1. Caracterização do cumprimento da dieta sem glúten do consumidor celíaco;
 - 1.2. Caracterização do consumo de produtos da panificação isentos de glúten do consumidor celíaco;
 - 1.3. Avaliação da perceção do consumidor celíaco na compra de produtos da panificação isentos de glúten;
 - 1.4. Avaliação do conceito de um pão sem glúten, fortificado em proteína vegetal e pré-congelado.
2. Desenvolvimento de um pão sem glúten, fortificado em proteína vegetal e pré-congelado:
 - 2.1. Desenvolvimento da formulação base;
 - 2.2. Otimização da formulação base com fortificação proteica;
 - 2.3. Avaliação da aceitabilidade do produto desenvolvido.

3. Material e métodos

3.1. Estudo da percepção do consumidor celíaco português sobre produtos da panificação sem glúten

3.1.1. Elaboração e estrutura do questionário

Para estudar a percepção do consumidor celíaco português sobre produtos da panificação sem glúten foi realizado um questionário (Anexo 1) com a utilização da plataforma LimeSurvey.

Este questionário é composto por perguntas de escolha múltipla, de resposta aberta, e com recurso a uma escala de 1 a 7 para classificar o grau de dificuldade, diversidade, satisfação, preço, interesse e relevância, bem como uma escala hedónica de 1 a 7 para classificar o grau de satisfação com o produto em termos sensoriais. Nele consta uma nota introdutória onde são explicados os objetivos deste estudo, a garantia de anonimato e confidencialidade, e onde também são fornecidos os contactos que deverão ser utilizados caso os participantes queiram obter mais informações sobre este estudo.

Após a nota introdutória, é apresentada a página do consentimento informado, onde o inquirido confirma que leu a nota introdutória e aceita responder ao questionário. Caso o inquirido rejeite, o questionário é encerrado imediatamente.

Seguidamente, é apresentado o primeiro de quatro grupos de perguntas com o título “Caracterização do consumidor com doença celíaca”. Na primeira questão é pedido ao participante que responda se foi diagnosticado com doença celíaca, em caso de resposta afirmativa o questionário prossegue, mas em caso de resposta negativa o questionário é encerrado automaticamente, uma vez que o objetivo deste estudo é avaliar exclusivamente a opinião de doentes celíacos, cujo diagnóstico tenha sido realizado por um médico, e não através de um autodiagnóstico. Depois, é perguntado há quanto tempo foi estabelecido esse diagnóstico (tendo quatro opções de resposta, sendo “Menos de 1 ano”, “1 ano a 5 anos”, “Mais de 5 anos a 10 anos” e “Mais de 10 anos”), e também se o paciente sofre de outras patologias que condicionem a sua dieta, sendo que em caso afirmativo é direcionado para uma pergunta onde é apresentado um conjunto de opções de resposta múltipla (“intolerância à lactose”, “alergia à soja”, “alergia a amendoins”, “alergia aos ovos” e “alergia ao leite”) e também um campo onde o participante pode escrever outras doenças que tenha mas não constem na lista apresentada. Foi também elaborada uma questão dicotómica (sim, não) para saber se o doente cumpre com a dieta isenta de glúten, e em caso de não cumprimento qual a

frequência desse incumprimento (“Nunca”, “Menos de 1 vez por mês”, “1 a 3 vezes por mês”, “1 vez por semana”, “2 a 6 vezes por semana”, “1 vez por dia” e “Sem restrição”). Caso a resposta seja de incumprimento, é apresentada uma nova pergunta onde o inquirido explicita quais os produtos com glúten que consome (“pão”, “bolachas”, “massa”, “bolos”, “cereais de pequeno-almoço”, “pizza” ou “outros”) e a sua frequência (“nunca”, “menos de 1 vez por mês”, “1 a 3 vezes por mês”, “1 vez por semana”, “2 a 6 vezes por semana”, “1 vez por dia”, ou “sem restrição”) para cada um dos alimentos.

O segundo grupo de perguntas é intitulado “Consumo de produtos da panificação isentos de glúten”. Nele é avaliada a frequência com que o paciente consumia pão sem glúten antes do diagnóstico e com que frequência o faz atualmente, bem como, o local onde ocorre esse consumo (“casa”, “restaurantes”, “café, bares e similares”, “hotéis”, “cantinas”, ou “outros”), e o grau de dificuldade desse consumo nos locais públicos referidos, numa escala de 1 a 7 pontos, em que 1 é “extremamente difícil” e 7 é “extremamente fácil”, tendo ainda a opção “não se aplica ao meu caso”. É também perguntado em que refeições ocorre o consumo de pão sem glúten: “em casa” ou “fora de casa”. Por último, é aferido se, para consumo doméstico, o inquirido “costuma comprar o pão já confeccionado” ou “se compra os ingredientes, e faz o seu próprio pão em casa”. Caso a resposta seja que compra o pão já confeccionado, é direcionado para o terceiro grupo de perguntas “Compra de produtos da panificação isentos de glúten”, por outro lado, se responder que compra os ingredientes, é automaticamente encaminhado para o quarto e último grupo de perguntas de caracterização sociodemográfica.

No terceiro conjunto de questões é pretendido perceber o grau de dificuldade em comprar pão sem glúten, numa escala de 1 a 7, em que 1 é “extremamente difícil” e 7 é “extremamente fácil”, e o grau de diversidade do mesmo, numa escala de 1 a 7, em que 1 é “extremamente baixa” e 7 é “extremamente elevada”. De seguida, são avaliadas as características (aparência da crosta, aparência do miolo, cor da crosta, cor do miolo, textura da crosta, textura do miolo e sabor) do pão sem glúten existente no mercado, sendo para isso utilizada uma escala hedónica de 1 a 7, em que 1 é “extremamente insatisfeito” e 7 é “extremamente satisfeito”. É também avaliada a percepção que os consumidores portadores de doença celíaca têm sobre o preço do pão sem glúten, numa escala de 1 a 7, em que 1 é “extremamente barato” e 7 é “extremamente caro”. Subsequentemente, e de forma a estreitar a relação deste questionário com o outro objetivo do presente estudo, que passa pelo desenvolvimento de um pão sem glúten fortificado em proteína vegetal, é perguntado como é que o inquirido consideraria a oferta em loja de um pão sem glúten pré-congelado, que possa ser cozido de forma rápida, prática e com a qualidade de um pão fresco,

numa escala de 1 a 7, em que 1 é "extremamente desinteressante" e 7 é "extremamente interessante". No seguimento da pergunta anterior, é pedido ao participante que classifique como consideraria a existência de um pão sem glúten rico em proteínas, numa escala de 1 a 7, em que 1 é "extremamente irrelevante" e 7 é "extremamente relevante".

No quarto grupo constam os dados sociodemográficos, onde estão incluídos a idade, sexo, habilitações literárias, número de pessoas do agregado familiar, local de residência e nacionalidade. O sexo está dividido em duas opções de resposta, "feminino" ou "masculino", por sua vez, as habilitações literárias estão divididas em três opções, sendo elas "ensino básico (1º ao 9º ano)", "ensino secundário (10º ao 12º ano)", e "ensino superior". A idade, o número de pessoas do agregado familiar (incluindo o próprio), e a nacionalidade são de resposta aberta. Para o local de residência, as áreas regionais definidas têm por base as áreas pré-estabelecidas no NUTS II, ou seja, "Norte", "Centro", "Área Metropolitana de Lisboa", "Alentejo", "Algarve", "Região Autónoma da Madeira", e "Região Autónoma dos Açores".

3.1.2. Considerações éticas

A aplicação deste questionário seguiu todas as diretrizes definidas para este tipo de estudo, sendo previamente submetida à Comissão de Ética da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, tendo sido aprovado (CE2022/p21, 2022).

3.1.3. Consentimento informado

Antes de responder ao questionário é apresentado ao inquirido o termo do consentimento informado, onde consta a seguinte informação: "No âmbito da Dissertação de Mestrado em Ciências do Consumo e Nutrição da Universidade do Porto, este questionário pretende avaliar a percepção do consumidor com doença celíaca sobre os produtos da panificação, especificamente o pão sem glúten. Toda a informação recolhida é anónima e confidencial, sendo os dados apenas utilizados para fins científicos. O preenchimento deste questionário destina-se a pessoas com doença celíaca, e demorará cerca de 5 minutos. Caso pretenda obter mais informações sobre o estudo deverá entrar em contacto através do email up201506456@up.pt. Gratos pela sua colaboração.". Após a sua leitura, o inquirido confirma que leu e aceita responder ao questionário.

3.1.4. Distribuição do questionário e recolha dos dados

O questionário online ficou disponível durante o mês de junho de 2022.

O questionário é destinado apenas a doentes celíacos (com diagnóstico médico), e que sejam maiores de idade (18 ou mais anos).

Durante este procedimento foram utilizadas duas vias. Na primeira via, foi pedida a colaboração da “Sense Test – Sociedade de Estudos de Análise Sensorial a Produtos Alimentares”, que recorreu à sua base de dados de doentes celíacos, apelando à participação dos mesmos neste estudo, sendo-lhes dado o acesso ao questionário. Na segunda via, foi feito o levantamento e análise dos grupos portugueses de doentes celíacos na rede social Facebook, e foram realizadas publicações nos grupos mais relevantes, explicando o teor deste estudo e facultando o link de acesso ao questionário.

A recolha das respostas foi realizada automaticamente pela plataforma LimeSurvey.

3.1.5. Análise dos resultados

As respostas ao questionário foram compiladas e analisadas com recurso ao programa IBM SPSS Statistics 28. Foram realizados o Teste de Mann-Whitney para amostras independentes e a correlação de Spearman entre variáveis de estudo.

3.2. Desenvolvimento de um pão sem glúten, fortificado em proteína vegetal e pré-congelado, à base de um pão tradicional português

3.2.1. Matérias-primas

Os ingredientes utilizados foram farinha de milho (Ceifeira), farinha de arroz (Ceifeira), farinha de trigo (Espiga), farinha de grão-de-bico (Nacional), farinha de banana (Prozis), farinha de batata-doce (Prozis), farinha de tremçoço (Próvida), farinha de amendoim (Nature Foods), mix de farinhas (Schar), proteína de ervilha (Iswari), água da torneira, fermento (sem glúten) (Fermipan), sal (Vatel), goma xantana (Freee), óleo de girassol (Fula), azeite (Galo), açúcar (Sidul), dextrose (VWR/ BDH PROLABO), amido de milho (Maizena), canela (Continente), açafrão (Margão), alho em pó (Espiga) e erva doce (Margão).

3.2.2. Formulações e modo de preparação

Inicialmente, foi utilizada como formulação base uma receita de pão tradicional português, sendo substituída a farinha de trigo por uma mistura de farinha de arroz e farinha de milho, farinha de arroz e farinha de grão-de-bico, e farinha de milho e farinha de grão-de-bico, sendo testadas várias formulações. Os ingredientes, massa e as respetivas percentagens de cada ensaio e formulação podem ser observados na Tabela 2, Tabela 3, Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6.

Tabela 2. Lista de ingredientes utilizados em cada formulação dos ensaios 1, 2 e 3, a sua massa (g) e as respetivas percentagens (%(m/m)).

Ingredientes	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3	
	T		GA		T		MA		F1	
	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)
F. Milho	0	0	0	0	0	0	85,65	31,145	154,17	17,53
F. Arroz	0	0	85,65	31,145	0	0	85,65	31,145	359,72	40,91
F. Grão-de-bico	0	0	85,65	31,145	0	0	0	0	0	0
F. Trigo	171,3	62,29	0	0	171,3	62,29	0	0	0	0
F. Batata-doce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F. Banana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mix farinhas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Água	96,3	35,02	96,3	35,02	96,3	35,02	96,3	35,02	328,90	37,41
Fermento	5,5	2	5,5	2	5,5	2	5,5	2	16,50	1,88
Sal	1,9	0,69	1,9	0,69	1,9	0,69	1,9	0,69	5,7	0,65
Goma xantana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Óleo girassol	0	0	0	0	0	0	0	0	14,27	1,62
Açúcar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dextrose	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amido de milho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Azeite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Açafrão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alho em pó	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erva doce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	275	100	275	100	275	100	275	100	879,26	100

“T” representa a formulação com farinha de trigo, “GA” representa a formulação com farinha de grão-de-bico e farinha de arroz,

“MA” representa a formulação com farinha de milho e farinha de arroz, e “F1” representa a formulação F1.

Tabela 3 . Lista de ingredientes utilizados em cada formulação dos ensaios 4, 5 e 6, a sua massa (g) e as respetivas percentagens (%(m/m))

Ingredientes	Ensaio 4				Ensaio 5						Ensaio 6			
	F1		F. Comercial		F1		F2		F3		F1		F2	
	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)
F.Milho	52,31	17,63	0	0	43,44	14,48	0	0	35,74	11,91	83,39	27,8	33,04	11,01
F.Arroz	122,07	41,15	0	0	101,37	33,79	101,37	33,79	83,39	27,8	35,74	11,91	77,09	25,7
F. Grão-de-bico	0	0	0	0	0	0	43,44	14,48	0	0	0	0	0	0
F.Trigo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F. Batata-doce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F. Banana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mix farinhas	0	0	250	49,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Água	108,81	36,69	225	44,15	132,45	44,15	132,45	44,15	150	50	150	50	150	50
Fermento	5	1,69	10,5	2,06	6,18	2,06	6,18	2,06	9	3	9	3	9	3
Sal	1,9	0,64	4	0,79	2,37	0,79	2,37	0,79	2,37	0,79	2,37	0,79	2,37	0,79
Goma xantana	1,79	0,6	0	0	2,4	0,8	2,4	0,8	4,5	1,5	4,5	1,5	4,5	1,5
Óleo girassol	4,76	1,6	20	3,93	11,79	3,93	11,79	3,93	15	5	15	5	24	8
Açúcar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dextrose	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amido de milho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Azeite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Açafrão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alho em pó	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erva doce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	296,64	100	509,5	100	300	100	300	100	300	100	300	100	300	100

Tabela 4. Lista de ingredientes utilizados em cada formulação dos ensaios 7, 8 e 9, a sua massa (g) e as respetivas percentagens (%(m/m))

Ingredientes	Ensaio 7		Ensaio 8				Ensaio 9					
	F1, F2 e F3		F1		F. Comercial		F1		F2		F3	
	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)
F.Milho	83,39	27,8	111,20	27,8	0	0,00	56,99	11,4	95,24	19,05	95,24	19,05
F.Arroz	35,74	11,91	47,64	11,91	0	0,00	56,56	11,31	40,81	8,16	40,81	8,16
F. Grão-de-bico	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0
F.Trigo	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0
F. Batata-doce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F. Banana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mix farinhas	0	0	0	0	500	49,07	0	0	0	0	0	0
Água	150	50	200	50	450	44,16	250	50	225	45	225	45
Fermento	9	3	12	3	21	2,06	15	3	15	3	15	3
Sal	2,37	0,79	3,16	0,79	8	0,79	3,95	0,79	3,95	0,79	3,95	0,79
Goma xantana	4,5	1,5	6	1,5	0	0,00	7,5	1,5	0	0	0	0
Óleo girassol	15	5	20	5	40	3,93	25	5	25	5	0	0
Açúcar	0	0	0	0	0	0	10	2	10	2	10	2
Dextrose	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	10	2
Amido de milho	0	0	0	0	0	0	75	15	75	15	75	15
Azeite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	5
Canela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Açafrão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alho em pó	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erva doce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	300	100	400	100	1019	100	500	100	500	100	500	100

Tabela 5. Lista de ingredientes utilizados em cada formulação dos ensaios 10, 11, e 12, a sua massa (g) e as respetivas percentagens (%(m/m))

Ingredientes	Ensaio 10				Ensaio 11						Ensaio 12					
	F1		F2		F1		F2		F3		F1		F2		F3	
	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)
F.Milho	95,24	19,05	112,80	22,56	112,80	22,56	112,80	22,56	112,80	22,56	132,80	26,56	132,80	26,56	132,80	26,56
F.Arroz	40,81	8,16	58,25	11,65	58,25	11,65	58,25	11,65	58,25	11,65	78,25	15,65	78,25	15,65	78,25	15,65
F. Grão-de-bico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F.Trigo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F. Batata-doce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F. Banana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mix farinhas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Água	225	45	190	38	190	38	190	38	190	38	150	30	150	30	150	30
Fermento	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3
Sal	3,95	0,79	3,95	0,79	3,95	0,79	3,95	0,79	3,95	0,79	3,95	0,79	3,95	0,79	3,95	0,79
Goma xantana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Óleo girassol	25	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25	5
Açúcar	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2
Dextrose	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2
Amido de milho	75	15	75	15	75	15	75	15	75	15	75	15	75	15	75	15
Azeite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canela	0	0	0	0	5	1	2,5	0,5	2,5	0,5	1,25	0,25	0	0	0	0
Açafrão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,25	0,25	1,25	0,25
Alho em pó	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,25	0,25
Erva doce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	500	100	500	100	505	101	502,5	100,5	502,5	100,5	501	100	501	100	503	100

Tabela 6. Lista de ingredientes utilizados em cada formulação dos ensaios 13 e 14, a sua massa (g) e as respetivas percentagens (%(m/m))

Ingredientes	Ensaio 13				Ensaio 14			
	F1		F2		F1		F2	
	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)
F.Milho	100,30	20,06	100,30	20,06	100,30	20,06	100,30	20,06
F.Arroz	45,75	9,15	45,75	9,15	45,75	9,15	45,75	9,15
F. Grão-de-bico	0	0	0	0	0	0	0	0
F.Trigo	0	0	0	0	0	0	0	0
F. Batata-doce	25	5	0	0	0	0	0	0
F. Banana	0	0	25	5	40	8	40	8
Mix farinhas	0	0	0	0	0	0	0	0
Água	190	38	190	38	175	35	175	35
Fermento	15	3	15	3	15	3	15	3
Sal	3,95	0,79	3,95	0,79	3,95	0,79	3,95	0,79
Goma xantana	0	0	0	0	0	0	0	0
Óleo girassol	25	5	25	5	25	5	25	5
Açúcar	10	2	10	2	10	2	10	2
Dextrose	10	2	10	2	10	2	10	2
Amido de milho	75	15	75	15	75	15	75	15
Azeite	0	0	0	0	0	0	0	0
Canela	0	0	0	0	0	0	0	0
Açafrão	0	0	0	0	0	0	0	0
Alho em pó	0	0	0	0	0	0	0	0
Erva doce	0	0	0	0	0	0	0,75	0,15
TOTAL	500	100	500	100	500	100	500	100

A metodologia aplicada na confeção das formulações sofreu alterações ao longo dos diferentes ensaios, no sentido de ser cada vez mais eficiente.

Durante os 7 primeiros ensaios os ingredientes foram pesados e posteriormente misturados manualmente, até a massa ficar homogénea. Após a mistura dos ingredientes, a massa passou por um processo de fermentação. Do 1º ao 6º ensaio, o

tempo de fermentação não sofreu alteração, e foi de 1 hora e 30 minutos. No 7º ensaio foram testadas três tempos de fermentação diferentes, 1 hora, 2 horas e 3 horas.

Após a fermentação, a massa foi dividida em porções iguais e moldada manualmente de maneira a ficar com a forma pretendida. De seguida, os pães foram colocados em tabuleiros e levados ao forno. A temperatura do forno foi mantida igual durante os 5 primeiros ensaios, 200 °C, mas foi reduzida para 180 °C no 6º ensaio, e para 170 °C no 7º ensaio. O tempo de cozedura foi de 9 minutos no 1º ensaio, 10 minutos no 2º ensaio, 12 minutos do 3º ao 5º ensaio, 25 minutos no 6º ensaio, e 35 minutos no 7º ensaio.

A partir do 8º ensaio foi utilizada uma nova metodologia, que se revelou mais eficaz, produzindo melhores resultados, sendo, por isso, adotada nos restantes ensaios. Assim, os ingredientes foram previamente pesados e de seguida colocados na máquina de fazer pão (que serve apenas como batadeira), sendo primeiro adicionado os ingredientes secos, depois a água com o fermento dissolvido, e por fim as gorduras. Após um pré-aquecimento de 20 minutos, os ingredientes são amassados por 13 minutos, depois passam por um processo de fermentação durante 25 minutos, sendo novamente amassados por 12 minutos, e finalizando com novo processo de fermentação durante 35 minutos.

Findado este processo, a massa foi na cuba da máquina de fazer pão diretamente para o forno. Por fim, os pães foram cozidos a uma temperatura de 200 ° C durante 25 minutos.

Tabela 7. Lista de ingredientes utilizados em cada formulação do ensaio 15, a sua massa (g) e as respetivas percentagens %(m/m))

Ingredientes	Ensaio 15							
	F1		F2		F3		F4	
	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)
F. Milho	112,80	22,56	100,30	20,06	77,74	15,55	60,24	12,05
F. Arroz	58,25	11,65	45,75	9,15	33,32	6,66	25,82	5,16
F. Banana	0	0	25	5	0	0	25	5
F. Tremoço	0	0	0	0	60	12	60	12
F. Amendoim	0	0	0	0	0	0	0	0
Proteína de ervilha	0	0	0	0	0	0	0	0
Água	190	38	190	38	190	38	190	38
Fermento	15	3	15	3	15	3	15	3
Sal	3,95	0,79	3,95	0,79	3,95	0,79	3,95	0,79
Óleo	25	5	25	5	25	5	25	5
Açúcar	10	2	10	2	10	2	10	2
Dextrose	10	2	10	2	10	2	10	2
Amido	75	15	75	15	75	15	75	15
TOTAL	500	100	500	100	500	100	500	100

Tabela 8. Lista de ingredientes utilizados em cada formulação dos ensaios 16 e 17, a sua massa (g) e as respetivas percentagens %(m/m)

Ingredientes	Ensaio 16						Ensaio 17					
	F1		F2		F3		F1		F2		F3	
	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)	Massa	%(m/m)
F. Milho	91,74	18,35	95,24	19,05	100,14	20,03	91,74	18,35	90,34	18,07	75,64	15,13
F. Arroz	39,32	7,86	40,82	8,16	42,92	8,58	39,32	7,86	38,72	7,74	32,42	6,48
F. Banana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F. Tremoço	40	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F. Amendoim	0	0	35	7	0	0	35	7	35	7	35	7
Proteína de ervilha	0	0	0	0	28,00	5,60	0	0	0	0	0	0
Água	190	38	190	38	190	38	190	38	190	38	215	43
Fermento	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3
Sal	3,95	0,79	3,95	0,79	3,95	0,79	3,95	0,79	3,95	0,79	3,95	0,79
Óleo	25	5	25	5	25	5	25	5	32	6,40	28	5,60
Açúcar	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2
Dextrose	10	2	10	2	10	2	15	3	10	2	10	2
Amido	75	15	75	15	75	15	75	15	75	15	75	15
TOTAL	500	100	500	100	500	100	500	100	500	100	500	100

Os ensaios 15, 16 e 17 foram realizados tendo vista a fortificação proteica da formulação base, e os ingredientes utilizados e as respetivas percentagens estão representadas na Tabela 7 e Tabela 8.

A metodologia utilizada foi igual à referida a partir do ensaio 8.

3.2.3. Parâmetros avaliados

Depois do processo de confeção das diferentes formulações, estas foram avaliadas em termos de cor, sensação de boca, sabor, aroma e teor de água. Adicionalmente, foi também calculado o teor proteico.

Relativamente à sensação de boca, sabor e aroma foi feita uma avaliação sensorial pela própria equipa de investigação, sendo que na primeira fase foi apenas efetuada uma descrição escrita sem recurso a uma escala.

A avaliação da cor do miolo do pão foi realizada recorrendo a um colorímetro (CIE L, a b e ΔE).

O teor de água foi determinado de acordo com a norma ISO 712: 2009 (No, 2009). O valor de teor de água foi calculado utilizando a fórmula:

$$\text{Teor de água (\%)} = \frac{("PP+Amostra" - "PP") - ("PP + Amostra (peso seco)" - "PP")}{"PP + Amostra" - "PP"} \times 100$$

O teor proteico é igual à percentagem de kcal em proteína por 100g de um dado alimento. Para calcular a percentagem de kcal em proteína é necessário saber o número de kcal totais por 100g, e também quantas kcal advêm de proteínas. Assim:

$$\text{Kcal totais por 100g} = \frac{\text{Kcal totais} \times 100}{\text{Massa total}}$$

$$\text{Proteína por 100g} = \frac{\text{Proteína total} \times 100}{\text{Massa total}}$$

$$\text{Kcal em proteína} = \text{Proteína por 100g} \times 4$$

$$\% \text{ de Kcal em proteína} = \frac{\text{Kcal em proteína} \times 100}{\text{Kcal totais por 100g}}$$

3.2.4. Avaliação da aceitabilidade do produto desenvolvido

Para avaliar a aceitabilidade pelos consumidores do produto desenvolvido foi realizada uma prova de análise sensorial no dia 6 de junho de 2022, numa sala da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (Figura 2), com recurso a provadores não treinados. Previamente, foi explicado o teor do presente estudo, bem como todas as informações necessárias à realização da prova. Foram apresentadas quatro amostras: o pão sem glúten desenvolvido a partir da formulação base, o pão sem glúten com fortificação proteica, conjuntamente com dois pães sem glúten diferentes já existentes no mercado, tendo em vista a sua comparação. Na prova de análise sensorial

o objetivo foi criar as condições de consumo o mais semelhante possível com as condições reais em que decorrerá esse mesmo consumo. Para isso, a massa do pão foi preparada e o pão foi confeccionado recorrendo ao método que já foi descrito anteriormente no ponto 3.2.2, sendo apresentado aos provadores 1 hora após esse processo.

As quatro amostras foram apresentadas aos provadores de forma simultânea e balanceada, em pratos brancos e devidamente codificadas por um número composto por 3 dígitos. Cada provador teve acesso a um copo de água natural e bolachas de água e sal para limpar o paladar entre cada prova (Figura 1). Os provadores realizaram um Teste de Aceitação utilizando uma escala hedónica de 1 a 7 para classificar as diferentes amostras, sendo para isso fornecidas quatro folhas de prova (Anexo 2), uma para cada amostra. A folha de prova é composta por um campo para o provador preencher com o código da respetiva amostra, e 6 perguntas em que os provadores classificam a cor da crosta, cor do miolo, textura da crosta, textura do miolo, sabor e aceitação global, utilizando uma escala hedónica de 1 a 7 pontos, em que 1 significa “extremamente mau” e 7 significa “extremamente bom” (no caso da cor da crosta, cor do miolo, textura da crosta, textura do miolo, e sabor), e em que 1 significa “desgosto extremamente” e 7 significa “gosto extremamente” (no caso da aceitação global).

No final do preenchimento foi atribuído um código para a identificação do provador.



Figura 1. Fotografia das amostras devidamente codificadas, o copo de água e 2 bolachas de água e sal (dentro do guardanapo) apresentados aos provadores durante a prova de análise sensorial



Figura 2. Fotografia da sala onde decorreu a prova de análise sensorial (vista geral)

3.2.5. Análise estatística dos resultados

A informação foi analisada com recurso ao programa IBM SPSS Statistics 27. Na análise descritiva foi calculada a média e o desvio padrão de cada parâmetro avaliado para cada amostra. Foi também utilizado o Teste de Friedman para verificar se existem diferenças significativas entre as médias das classificações atribuídas a cada amostra nos diferentes parâmetros avaliados.

4. Resultados e Discussão

4.1. Estudo da percepção do consumidor celíaco português sobre produtos da panificação sem glúten

4.1.1. Caracterização sociodemográfica dos inquiridos

O número de participantes voluntários neste inquérito foi de 110, porém 32 foram respondidos parcialmente, e por isso não incluídos. Também não foram incluídos mais 9, devido aos participantes serem menores de idade, resultando em 69 com questionários completos. Encontra-se na Tabela 9 a caracterização sociodemográfica dos inquiridos. A idade média dos participantes é de $42,7 \pm (11,3)$ anos, tendo o inquirido

mais novo 18 anos e o mais velho 80 anos. A distribuição das idades pode ser observada na Figura 3 e na Tabela 9.

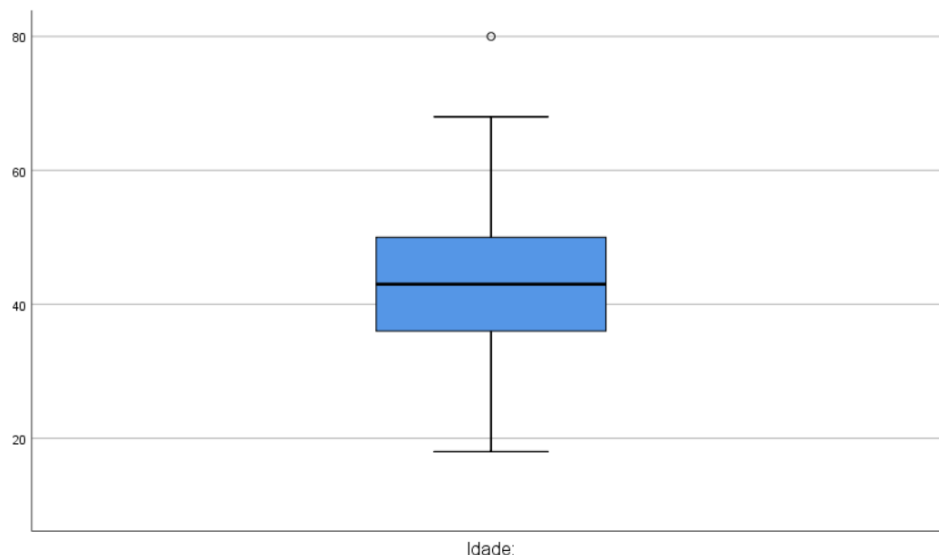


Figura 3. Distribuição das idades dos inquiridos

Como se pode verificar na Tabela 9, 100% dos inquiridos são do sexo feminino.

Quanto às habilitações literárias, 7,2% dos inquiridos tem o ensino básico (1º ao 9º ano), 20,3% tem o ensino secundário (10º ao 12º ano), e 72,5% tem o ensino superior (Tabela 9).

O número de pessoas do agregado familiar (incluindo o próprio) varia entre 1 e 6, sendo em 5,8% dos casos composto por 1 pessoa, 17,4% por 2 pessoas, 31,9% por 3 pessoas, 33,3% por 4 pessoas, 8,7% por 5 pessoas, e em 2,9% por 6 pessoas. (Figura 4 e Tabela 9)

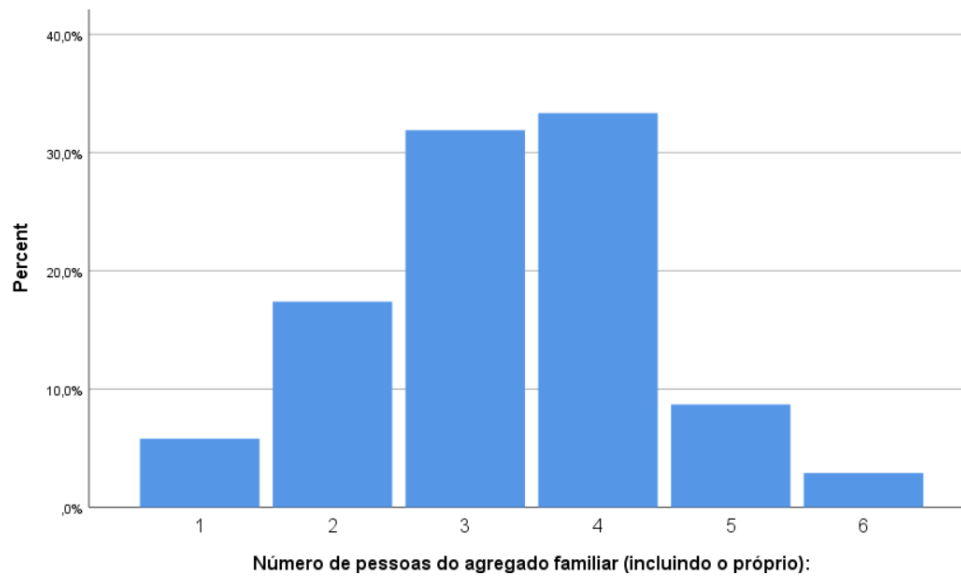


Figura 4. Número de pessoas do agregado familiar (incluindo o próprio) dos inquiridos

Relativamente ao local de residência, 31,9% dos inquiridos moram na região Norte, seguido da região Centro com 31,9%, a Área Metropolitana de Lisboa com 21,7%, o Alentejo com 5,8%, o Algarve com 4,3%, a Região Autónoma da Madeira com 2,9%, e a Região Autónoma dos Açores com 1,4%. (Figura 5 e Tabela 9)

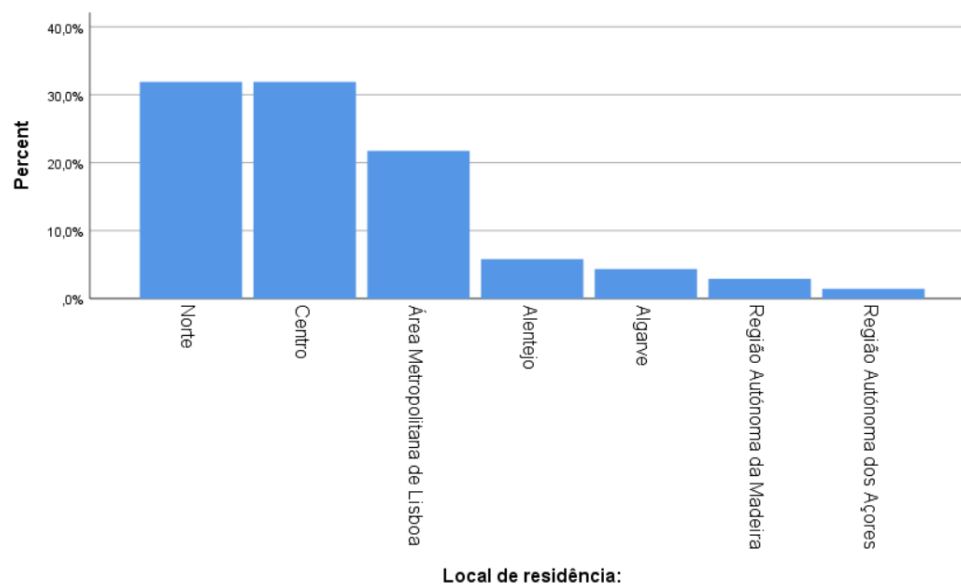


Figura 5. Distribuição do local de residência dos inquiridos

Tal como seria de esperar, a nacionalidade portuguesa é a dominante entre os participantes neste inquérito, tendo 94,2% dos casos, 1,4% tem nacionalidade italiana, 1,4% espanhola, 1,4% francesa, e 1,4% portuguesa e britânica (dupla nacionalidade). (Tabela 9)

Tabela 9. Dados sociodemográficos dos inquiridos

Dados sociodemográficos	% (n)
Idade: 42,7 ± (11,3) anos	
Sexo	
Feminino	100 (69)
Habilitações literárias	
Ensino superior	72,5 (50)
Ensino secundário (10º ano ao 12º ano)	20,3 (14)
Ensino básico (1º ao 9º ano)	7,2 (5)
Número de pessoas do agregado familiar	
4	33,3 (23)
3	31,9 (22)
2	17,4 (12)
5	8,7 (6)
1	5,8 (4)
6	2,9 (2)
Local de residência	
Norte	31,9 (22)
Centro	31,9 (22)
Área Metropolitana de Lisboa	21,7 (15)
Alentejo	5,8 (4)
Algarve	4,3 (3)
Região Autónoma da Madeira	2,9 (2)
Região Autónoma dos Açores	1,4 (1)
Nacionalidade	
Portuguesa	94,2 (65)
Italiana	1,4 (1)
Espanhola	1,4 (1)
Francesa	1,4 (1)
Portuguesa e Britânica	1,4 (1)

4.1.2. Caracterização do consumidor com doença celíaca

Dos 69 participantes que responderam positivamente a terem sido diagnosticados com doença celíaca em 46,4% dos casos o diagnóstico médico foi estabelecido há mais de 10 anos, 39,1% entre 1 ano e 5 anos, 8,7% há menos de 1 ano, e em 5,8% entre 5 e 10 anos (Tabela 10).

Além da doença celíaca, 36,2% dos inquiridos relataram ter outras doenças que condicionam a sua dieta (Tabela 10). Destes, 84% relataram intolerância à lactose, 24% alergia ao leite, 10,1% outras doenças, tais como, diabetes, tiroidite, síndrome do intestino irritável, alergia a proteína animal, alergia a carnes vermelhas, alergia a

castanhas, alergia a ananás, e alergia a tâmaras, 8% alergia à soja, 4% alergia aos ovos e 4% alergia a amendoins (Tabela 10).

Quanto ao cumprimento da dieta sem glúten, 89,9% referiu que nunca consome produtos com glúten, cumprindo com a dieta estipulada, 8,7% consome glúten menos de 1 vez por mês, e 1,4% consome glúten 1 a 3 vezes por mês (Tabela 10). Dos inquiridos que consomem produtos com glúten, 71,4% consome bolos com glúten, 71,4% outros alimentos que não estavam representados na lista apresentada, 57,1% pizza com glúten, 28,6% pão com glúten, 28,6% massa com glúten, 28,6% cereais de pequeno-almoço com glúten e 14,3% bolachas com glúten.

Até ao momento, e pelo que conseguimos apurar, este é o único estudo realizado em Portugal que aborda a dieta isenta de glúten da perspetiva do consumo de produtos da panificação em geral, e o consumo de pão sem geral.

O tratamento da doença celíaca consiste, exclusivamente, na eliminação por completo do glúten da dieta do paciente. Como consequência desta informação, 89,9% dos inquiridos reportaram que nunca consomem glúten, porém, mesmo quem afirmou que o consome, esse consumo é pouco frequente, no máximo 1 a 3 vezes por mês (Tabela 10). Esta taxa de adesão à dieta sem glúten vai de encontro ao apurado por Wieser et al. na sua revisão sistemática, que apontava para taxas de adesão na ordem dos 42% aos 91%, variando consoante a definição e método de monitorização aplicado (Wieser, Ruiz-Carnicer, Segura, Comino, & Sousa, 2021). De entre os alimentos mais consumidos estão os bolos com glúten, com uma taxa de consumo de 71,4%, e a pizza com glúten, com uma taxa de consumo de 57,1%. Se no caso da pizza com glúten é extremamente ocasional (menos de 1 vez por mês), no caso dos bolos com glúten já é mais acentuado, sendo que no caso de 14,3% dos inquiridos que consome glúten a frequência é de 1 vez por dia (Tabela 10). Tal cenário, pode ser resultado de uma menor diversidade de oferta deste género de produtos alimentares isentos de glúten, quer em hiper e supermercados quer em locais de consumo públicos, como cafés e restaurantes, bem como, de uma reduzida qualidade dos mesmos quando comparados com as suas versões com glúten.

Tabela 10. Dados da caracterização do consumidor com doença celíaca, com os valores em percentagem (%)

Dados do questionário	%
Há quanto tempo foi estabelecido o diagnóstico de doença celíaca por um médico?	
Menos de 1 ano	8,7
1 ano a 5 anos	39,1
Mais de 5 anos a 10 anos	5,8
Mais de 10 anos	46,4

Tem outras patologias que condicionem a sua dieta?

Sim	36,2
Não	63,8

Se sim, quais as patologias que condicionam a sua dieta?

Intolerância à lactose	84
Alergia ao leite	24
Outras	10,1
Alergia à soja	8
Alergia aos ovos	4
Alergia a amendoins	4

Quanto ao cumprimento da dieta sem glúten, por favor, indique a opção que melhor se adequa à sua realidade:

Nunca consumo glúten	89,9
Consumo glúten menos de 1 vez por mês	8,7
Consumo glúten 1 a 3 vezes por mês	1,4

Se consome produtos com glúten, por favor, indique quais os produtos e com que frequência:

Pão com glúten

Nunca	71,4
Menos de 1 vez por mês	14,3
2 a 6 vezes por semana	14,3

Bolachas com glúten

Nunca	85,7
1 vez por dia	14,3

Massa com glúten

Nunca	71,4
Menos de 1 vez por mês	14,3
2 a 6 vezes por semana	14,3

Bolos com glúten

Nunca	28,6
Menos de 1 vez por mês	57,1
1 vez por dia	14,3

Cereais de pequeno-almoço com glúten

Nunca	71,4
Menos de 1 vez por mês	14,3
1 vez por semana	14,3

Pizza com glúten

Nunca	42,9
Menos de 1 vez por mês	57,1

Outros

Nunca	28,6
Menos de 1 vez por mês	57,1
1 vez por dia	14,3

4.1.3. Consumo de produtos da panificação isentos de glúten

Antes do diagnóstico, a maioria dos participantes (68,1%) nunca consumia pão sem glúten, 1,4% consumia 1 a 3 vezes por mês, 2,9% 1 vez por semana, 4,3% 2 a 6 vezes por semana, 7,2% 1 vez por dia, e 15,9% mais de uma vez por dia (Tabela 11). Atualmente, os valores desse consumo são diferentes, sendo que apenas 5,8% referiu que nunca consome pão sem glúten, 2,9% consome menos de 1 vez por mês, 4,3% 1 a 3 vezes por mês, 7,2% 1 vez por semana, 17,4% 2 a 6 vezes por semana, e a maioria (62,3%) consome pão sem glúten 1 vez por dia ou mais de 1 vez por dia. (Tabela 11). Entre os participantes que consomem pão sem glúten, 100% consome em casa, 10,1% em hotéis, 4,3% em outros locais, tais como, pastelarias sem glúten e na escola, 2,9% em cafés, bares e similares, 1,4% em restaurantes e 1,4% em cantinas. Fazendo uma avaliação do grau de dificuldade de consumir pão sem glúten nesses locais públicos, 84,6% manifestou extrema dificuldade (1 ponto) em restaurantes, 92,8% em cafés, bares e similares, 76,8% em cantinas, e 66,7% em outros locais (Tabela 11 e Tabela 12). Nos hotéis a facilidade de consumo melhora, sendo que apenas 20,3% considera extremamente difícil (1 ponto) o consumo nestes locais (Tabela 11).

Olhando para o consumo de pão sem glúten em casa, podemos observar que, ao pequeno-almoço, 85,5% dos participantes (que referiram o seu consumo) ingerem pão sem glúten, 10,1% ao lanche da manhã, 5,8% ao almoço, 53,6% ao lanche, 7,2% ao jantar, e 1,4% à ceia (Tabela 12). Avaliando o consumo de pão sem glúten fora de casa, podemos constatar que, ao pequeno-almoço, 42% dos inquiridos ingerem pão sem glúten, 8,7% ao lanche da manhã, 14,5% ao almoço, 29% ao lanche, 4,3% ao jantar, e ninguém referiu o seu consumo à ceia (Tabela 12).

Tal como esperado, o consumo de pão sem glúten é exponencialmente maior em pacientes que têm um diagnóstico médico, sendo que 68,1% dos inquiridos afirmaram nunca consumir pão sem glúten antes do diagnóstico, e apenas 5,8% afirmaram que nunca consomem atualmente, em 64,1% dos casos a frequência de consumo é de 1 ou mais vezes por dia (Tabela 11). Entre os que consomem pão sem glúten, 100% disse que esse consumo ocorria em casa, reforçando a necessidade da criação de um produto que possa ser adquirido e levado para casa, podendo ser consumido em qualquer altura (mesmo passado vários dias), garantindo a frescura e qualidade de um pão fresco.

Tabela 11. Dados do consumo de produtos da panificação isentos de glúten, com os valores em percentagem (%)

Dados do questionário	%
Antes do diagnóstico, com que frequência consumia pão sem glúten?	
Nunca	68,1
1 a 3 vezes por mês	1,4
1 vez por semana	2,9
2 a 6 vezes por semana	4,3
1 vez por dia	7,2
Mais de 1 vez por dia	15,9
Atualmente, com que frequência consome pão sem glúten?	
Nunca	5,8
Menos de 1 vez por mês	2,9
1 a 3 vezes por mês	4,3
1 vez por semana	7,2
2 a 6 vezes por semana	17,4
1 vez por dia	43,5
Mais de 1 vez por dia	18,8
Normalmente, em que local ocorre o consumo de pão sem glúten?	
Casa	100
Hotéis	10,1
Outros	4,3
Cafés, bares e similares	2,9
Restaurantes	1,4
Cantinas	1,4
Por favor, indique o grau de dificuldade de consumir pão sem glúten em locais públicos (restaurantes, hotéis, cantinas, etc.), numa escala de 1 a 7, em que 1 é "extremamente difícil" e 7 é "extremamente fácil":	
Restaurantes	
1 (Extremamente difícil)	84,1
2	14,5
3	1,4
Cafés, bares e similares	
Não se aplica ao meu caso	1,4
1 (Extremamente difícil)	92,8
2	5,8
Hotéis	
Não se aplica ao meu caso	7,2
1 (Extremamente difícil)	20,3
2	23,2
3	20,3
4	13
5	11,6
6	4,3

Tabela 12. Dados do consumo de produtos da panificação isentos de glúten, com os valores em percentagem (%)

Dados do questionário	%
Por favor, indique o grau de dificuldade de consumir pão sem glúten em locais públicos (restaurantes, hotéis, cantinas, etc.), numa escala de 1 a 7, em que 1 é “extremamente difícil” e 7 é “extremamente fácil”:	
Cantinas	
Não se aplica ao meu caso	18,8
1 (Extremamente difícil)	76,8
2	4,3
Outros	
Não se aplica ao meu caso	20,3
1 (Extremamente difícil)	66,7
2	11,6
3	1,4
Normalmente, em casa, em que refeições ocorre o consumo de pão sem glúten?	
Pequeno-almoço	85,5
Lanche da manhã	10,1
Almoço	5,8
Lanche	53,6
Jantar	7,2
Ceia	1,4
Normalmente, fora de casa, em que refeições ocorre o consumo de pão sem glúten?	
Pequeno-almoço	42
Lanche da manhã	8,7
Almoço	14,5
Lanche	29
Jantar	4,3
Ceia	0

4.1.4. Compra de produtos da panificação isentos de glúten

Para consumo doméstico, 63,8% dos inquiridos compram o pão sem glúten já confeccionado e 36,2% compra os ingredientes, fazendo o pão em casa (Tabela 13). Do total de inquiridos que disse que comprava o pão sem glúten já confeccionado, 95,5% afirmou que, habitualmente, o faz em hiper/supermercados, 40,9% opta por lojas especializadas, e 11,4% compra em lojas online (Tabela 13), não sendo referido pelos inquiridos nenhum outro ponto de venda. Entre os inquiridos que compra esse produto alimentar, 72,7% considerou fácil ou extremamente fácil a sua compra, atribuindo entre 5 e 7 pontos (Tabela 13). No que diz respeito ao grau de diversidade de oferta de pão sem glúten, 84,1% avaliou como baixa ou extremamente baixa, atribuindo entre 1 e 4 pontos (Tabela 13).

A maioria (63,8%) dos inquiridos prefere comprar o pão, em vez de comprar os ingredientes, e fazer o pão em casa, demonstrando uma clara preferência pela opção mais prática, sendo a praticidade uma das variantes de maior relevância, tal como também demonstrou Do Nascimento et al. (do Nascimento, Fiates, & Teixeira, 2017). Destes, 95,5% afirmou que compra o pão sem glúten em hiper e supermercados, sendo surpreendente a pouca expressão que obteve a compra em lojas online, apenas 11,4%.

Estes estudos vêm demonstrar, claramente, que a baixa taxa de consumo de pão sem glúten em locais públicos advém de uma extrema dificuldade em encontrar esse produto alimentar nesses locais. Prova disso, é o facto de 84,6% dos inquiridos ter reportado extrema dificuldade em realizar esse consumo em restaurantes, 92,8% em cafés, bares e similares, e 76,8% em cantinas (Tabela 11 e Tabela 12). Os hotéis apresentam uma situação ligeiramente mais favorável, onde apenas 20,3% sente extrema dificuldade em consumir neste local, contudo, estes números ainda não são satisfatórios. Para corrigir este enorme problema, que tem um elevado impacto na vida dos doentes celíacos, estes locais precisam de aumentar a oferta deste produto alimentar, garantindo a sua confeção e manuseamento num ambiente 100% controlado e livre de glúten, de forma a garantir a eliminação do risco de contaminação cruzada. A contaminação cruzada é bastante prevalente nestes locais, tal como provou Farage et al. no seu estudo, apontando para uma percentagem de 21,5% de contaminação entre os produtos da panificação constituintes da amostra, e constatando que 64% das padarias venderam pelo menos um produto contaminado (Farage et al., 2017). Tais factos reduzem o grau de confiança dos consumidores celíacos no momento de optarem por locais públicos no momento de realizarem a sua refeição.

De acordo com Do Nascimento et al. (do Nascimento, Fiates, dos Anjos, & Teixeira, 2014), 71% dos participantes no seu estudo revelaram dificuldade moderada a alta para comprar produtos sem glúten, o que contraria o nosso estudo, em que a grande maioria dos participantes considerou fácil ou extremamente fácil comprar pão sem glúten (Tabela 13).

Tabela 13. Dados da compra de produtos da panificação isentos de glúten, com os valores em percentagem (%)

Dados do questionário	%
Para consumo doméstico, costuma comprar:	
O pão	63,8
Os ingredientes, e fazer o pão em casa	36,2
Para consumo doméstico, onde é habitualmente comprado o pão sem glúten?	
Compro o pão sem glúten em hiper/supermercados	95,5
Compro o pão sem glúten em lojas especializadas	40,9
Compro o pão sem glúten em lojas online	11,4
Por favor, indique o grau de dificuldade em comprar pão sem glúten, numa escala de 1 a 7, em que 1 é "extremamente difícil" e 7 é "extremamente fácil":	
2	4,5
3	11,4
4	11,4
5	29,5
6	29,5
7 (Extremamente fácil)	13,7
Por favor, indique o grau de diversidade de oferta de pão sem glúten, numa escala de 1 a 7, em que 1 é "extremamente baixa" e 7 é "extremamente elevada":	
1 (Extremamente baixa)	15,9
2	20,5
3	13,6
4	34,1
5	6,8
6	6,8
7 (Extremamente elevada)	2,3

Outro aspeto importante neste estudo foi perceber qual a opinião dos participantes sobre a qualidade das características do pão sem glúten que compram. Calculando as médias das avaliações dos inquiridos, podemos concluir que estes se encontram, de um modo geral, ligeiramente satisfeitos com as características do pão sem glúten. De forma mais particular a aparência da crosta do pão sem glúten teve uma avaliação média de $3,66 \pm 1,60$ a da aparência do miolo foi de $3,93 \pm 1,42$, a da cor da crosta foi de $3,82 \pm 1,42$, a da cor do miolo foi de $4,16 \pm 1,36$, a da textura da crosta foi de $3,41 \pm 1,51$, a da textura do miolo foi de $3,73 \pm 1,44$, e a do sabor foi de $3,59 \pm 1,44$ (Tabela 14).

Uma das variantes que também pode influenciar o consumo do pão sem glúten é o preço, sendo que a maioria (59,1%) classifica o preço como extremamente caro (Tabela 14).

Num estudo elaborado por Toth et al.(Toth, Vatai, & Koris, 2020) 51,6% dos participantes apontaram a baixa qualidade da textura e do sabor do pão sem glúten como uma das principais desvantagens deste produto alimentar, o que se encaixa no perfil de resultados obtidos no nosso estudo, em que 72,7%, 68,1% e 75,1% dos inquiridos demonstrou estar extremamente insatisfeito a moderadamente satisfeito (1 a 4 pontos) com a textura da crosta, textura do miolo e sabor, respetivamente, sendo esta avaliação similar em qualquer faixa etária ou local de residência (Tabela 14).

Além do défice de qualidade das características do pão sem glúten, o preço é um dos principais motivos de insatisfação por parte dos doentes celiacos(do Nascimento et al., 2014). No nosso estudo, 59,1% dos participantes considerou o preço como extremamente caro (Tabela 14), e no estudo realizado por Toth et al. (Toth et al., 2020), 95,6% consideram o preço elevado como um dos problemas apontados ao consumo de pão sem glúten, sendo mesmo mencionado por 64,8% dos participantes como a área mais problemática. Desta forma, é importante que, no futuro, os estudos desta área de investigação deem especial atenção ao desenvolvimento de novos métodos de produção, otimizando-os, e reduzindo os seus custos.

Tabela 14. Dados da compra de produtos da panificação isentos de glúten, com os valores em percentagem (%)

Dados do questionário	%
Por favor, avalie o grau de satisfação com as características do pão sem glúten que compra, numa escala de 1 a 7, em que 1 é "extremamente insatisfeito" e 7 é "extremamente satisfeito":	
Aparência da crosta do pão sem glúten (média=3,66±1,60)	
1 (Extremamente insatisfeito)	13,6
2	9,1
3	20,5
4	27,2
5	15,9
6	11,4
7 (Extremamente satisfeito)	2,3
Aparência do miolo do pão sem glúten (média=3,93±1,42)	
1 (Extremamente insatisfeito)	6,8
2	9,1
3	18,2
4	31,8
5	18,2
6	15,9
Cor da crosta do pão sem glúten (média=3,82±1,42)	
1 (Extremamente insatisfeito)	9,1
2	6,8
3	22,7
4	27,3
5	22,7
6	11,4

Cor do miolo do pão sem glúten (média=4,16±1,36)

1 (Extremamente insatisfeito)	6,8
2	2,3
3	18,2
4	29,5
5	29,5
6	11,4
7 (Extremamente satisfeito)	2,3

Textura da crosta do pão sem glúten (média=3,41±1,51)

1 (Extremamente insatisfeito)	15,9
2	11,4
3	22,7
4	22,7
5	20,5
6	6,8

Textura do miolo do pão sem glúten (média=3,73±1,44)

1 (Extremamente insatisfeito)	6,8
2	13,6
3	22,7
4	25
5	22,7
6	6,8
7 (Extremamente satisfeito)	2,3

Sabor do pão sem glúten (média=3,59±1,44)

1 (Extremamente insatisfeito)	9,1
2	18,2
3	11,4
4	36,4
5	15,9
6	9,1

Por favor, classifique o preço do pão sem glúten que compra, numa escala de 1 a 7, em que 1 é “extremamente barato” e 7 é “extremamente caro”:

1 (Extremamente barato)	2,3
5	6,8
6	31,8
7 (Extremamente caro)	59,1

Avaliando a introdução de novos produtos no mercado, a oferta de um pão sem glúten pré-congelado, que possa ser cozido de forma rápida, prática e com a qualidade de um pão fresco foi vista como interessante ou extremamente interessante por 64% dos inquiridos, que deram 6 ou 7 pontos, e apenas 9,8% avaliou essa oferta como extremamente desinteressante (1 ponto) (Tabela 15).

Por último, a existência de um pão sem glúten rico em proteínas foi considerada extremamente relevante (7 pontos) por 45,5% dos inquiridos, e 4,5% considerou extremamente irrelevante (1 ponto) (Tabela 15).

Em resultado dos problemas referidos anteriormente, os consumidores celíacos procuram por novos produtos que possam satisfazer as suas necessidades. Prova disso, é o facto de 64% dos inquiridos no nosso estudo ter considerado a oferta de um pão sem glúten pré congelado, que possa ser cozido de forma rápida, prática e com a qualidade de um pão fresco, como interessante ou extremamente interessante (Tabela 15). No mesmo sentido, a existência de um pão sem glúten rico em proteínas foi avaliada por 57% dos inquiridos como relevante ou extremamente relevante (Tabela 15). Tais resultados dão extrema relevância e demonstram a pertinência da formulação base e da formulação com fortificação proteica, desenvolvidas no âmbito do presente estudo.

Tabela 15. Dados da compra de produtos da panificação isentos de glúten, com os valores em percentagem (%)

Dados do questionário	%
Por favor, indique como consideraria a oferta em loja de um pão sem glúten pré-congelado, que possa ser cozido de forma rápida, prática e com a qualidade de um pão fresco, numa escala de 1 a 7, em que 1 é "extremamente desinteressante" e 7 é "extremamente interessante":	
1 (Extremamente desinteressante)	11,4
2	2,3
3	4,5
4	15,9
5	2,3
6	27,3
7 (Extremamente interessante)	36,7
Sabendo que o pão sem glúten tem um menor teor proteico, por favor, classifique como consideraria a existência de um pão sem glúten rico em proteínas, numa escala de 1 a 7, em que 1 é "extremamente irrelevante" e 7 é "extremamente relevante":	
1 (Extremamente irrelevante)	4,5
2	4,5
3	6,8
4	13,6
5	13,6
6	11,5
7 (Extremamente relevante)	45,5

4.1.5. Avaliação das características do pão sem glúten em função do perfil dos inquiridos

No sentido de perceber se as avaliações das características do pão sem glúten variam consoante alguns dados sociodemográficos, foram realizados testes estatísticos adicionais.

Foi realizado um Teste de Mann-Whitney para amostras independentes, com um grau de confiança de 95%, para comparar as características do pão com as habilitações literárias dos inquiridos. Assim, foi criada uma nova variável dividindo as habilitações literárias entre quem tem ensino superior e quem não tem ensino superior. Relativamente à aparência e à cor da crosta do pão sem glúten, registaram-se diferenças significativas ($p\text{-value}=0,006$ e $p\text{-value}=0,018$, respetivamente), estando os inquiridos com ensino superior mais satisfeitos com esta característica do que os que não têm ensino superior. Quanto às restantes características não se registaram diferenças significativas ($p\text{-value}>0,05$).

Para comparar as características do pão sem glúten com o local de residência, sendo criada uma nova variável dividindo o local de residência entre Norte, Centro, Sul e Regiões Autónomas (Madeira e Açores). O teste aplicado foi o Teste de Kruskal-Wallis, com um grau de confiança de 95%. Contudo, não se registaram diferenças significativas ($p\text{-value}>0,05$) entre os locais de residência para cada característica do pão sem glúten.

Novamente, ocorreu a aplicação do Teste de Kruskal-Wallis, com um grau de 95% de confiança, para comparar as características do pão sem glúten com as idades dos inquiridos. Para isso, foi criada uma nova variável dividindo a idade por 3 grupos, dos 18 aos 27 anos, dos 28 aos 39 anos, dos 40 aos 80 anos. Porém, também não foram registadas diferenças estatisticamente significativas ($p\text{-value}>0,05$) entre as idades dos inquiridos para cada característica do pão sem glúten.

4.1.6. Perfil e avaliação da recetividade dos inquiridos ao género de produtos alimentares que foram desenvolvidos no âmbito deste estudo

Um dos objetivos deste inquérito era perceber qual a recetividade dos inquiridos ao género de produtos alimentares que foram desenvolvidos no âmbito deste estudo, e qual o seu perfil, sendo realizados testes estatísticos nesse sentido.

Para comparar a classificação da oferta do pão sem glúten pré-congelado e do pão sem glúten rico em proteínas com a habilitação literária dos inquiridos, foi realizado um Teste de Mann-Whitney para amostras independentes, com um grau de confiança de 95%. Os inquiridos sem ensino superior deram classificações superiores nas duas avaliações ($5,85 \pm 1,86$ e $5,54 \pm 1,76$, respetivamente), todavia, as diferenças não foram significativas em ambos os casos ($p\text{-value}=0,082$ e $p\text{-value}=0,881$, respetivamente) (Tabela 16).

A comparação da classificação da oferta de um pão sem glúten pré-congelado e do pão sem glúten rico em proteínas com o cumprimento da dieta sem glúten por parte dos inquiridos, também foi feita com recurso ao Teste de Mann-Whitney para amostras independentes, com um grau de confiança de 95%. Foi criada uma nova variável dividindo o cumprimento da dieta isenta de glúten entre quem não consome glúten e quem consome glúten. Quanto à classificação da oferta de um pão sem glúten pré-congelado e à classificação da existência de um pão sem glúten rico em proteínas, não se registaram diferenças significativas entre quem consome e quem não consome glúten ($p\text{-value}=0,300$ e $p\text{-value}=0,102$) (Tabela 17).

Por fim, de forma a identificar possíveis associações entre a classificação da oferta de um pão sem glúten pré-congelado e a classificação da existência de um pão sem glúten rico em proteínas, e alguns dados pertinentes recolhidos no inquérito, foi usada a correlação de Spearman, com um grau de confiança de 95%. Observamos que existe uma correlação positiva entre a classificação da oferta de um pão sem glúten pré-congelado e a classificação da existência de um pão sem glúten rico em proteínas, verificando-se que quem atribui uma melhor classificação à oferta de um pão sem glúten pré-congelado também está mais recetivo para a existência de um pão sem glúten rico em proteínas (Tabela 18).

Não foi possível traçar um perfil exato dos consumidores celíacos que aprovaram estes produtos alimentares, devido à ausência de diferenças significativas, contudo, houve uma classificação melhor em indivíduos sem ensino superior e também em indivíduos que não consomem glúten (Tabela 16, Tabela 17 e Tabela 18).

Tabela 16. Comparação da classificação da oferta de um pão sem glúten pré-congelado e da classificação da existência de um pão sem glúten rico em proteínas com as habilitações literárias dos inquiridos, com o respetivo valor de N, a média, desvio padrão e p-value (obtido com a realização do Teste de Mann-Whitney para amostras independentes)

	Habilitações literárias	N	Média	Desvio padrão	p-value
Classificação da oferta de um pão sem glúten pré-congelado, que possa ser cozido de forma rápida, prática e com a qualidade de um pão fresco	Sem ensino superior	13	5,85	1,86	0,082
	Com ensino superior	31	4,97	2,07	
Classificação da existência de um pão sem glúten rico em proteínas	Sem ensino superior	13	5,54	1,76	0,881
	Com ensino superior	31	5,39	1,89	

Tabela 17. Comparação da classificação da oferta de um pão sem glúten pré-congelado e da classificação da existência de um pão sem glúten rico em proteínas com o cumprimento da dieta isenta de glúten dos inquiridos, com o respetivo valor de N, a média, desvio padrão e p-value (obtido com a realização do Teste de Mann-Whitney para amostras independentes)

	Cumprimento da dieta isenta de glúten	N	Média	Desvio padrão	p-value
Classificação da oferta de um pão sem glúten pré-congelado, que possa ser cozido de forma rápida, prática e com a qualidade de um pão fresco	Não consome glúten	5	6,00	1,73	0,300
	Consome glúten	39	5,13	2,07	
Classificação da existência de um pão sem glúten rico em proteínas	Não consome glúten	5	6,60	0,89	0,102
	Consome glúten	39	5,28	1,88	

Tabela 18. Associações entre a classificação da oferta de um pão sem glúten pré-congelado e a classificação da existência de um pão sem glúten rico em proteínas, e alguns dados pertinentes recolhidos no inquérito, com recurso à correlação de Spearman

		Ter outras patologias que condicionem a dieta	Grau de dificuldade em comprar pão sem glúten	Grau de diversidade de oferta de pão sem glúten	Grau de satisfação com o sabor do pão sem glúten	Classificação da oferta de um pão sem glúten pré-congelado, que possa ser cozido de forma rápida, prática e com a qualidade de um pão fresco	Classificação da existência de um pão sem glúten rico em proteínas
Classificação da oferta de um pão sem glúten pré-congelado, que possa ser cozido de forma rápida, prática e com a qualidade de um pão fresco	Correlação de Spearman	0,294	-0,063	-0,150	-0,177	1	0,634
	Sig.	0,052	0,682	0,331	0,251	44	0
	N	44	44	44	44	44	44
Classificação da existência de um pão sem glúten rico em proteínas	Correlação de Spearman	0,292	0,181	0,151	0,101	0,634	1
	Sig.	0,054	0,240	0,327	0,512	0	
	N	44	44	44	44	44	44

4.2. Desenvolvimento da formulação base

No desenvolvimento da formulação base foram testadas diversas formulações, tal como se pode verificar na Tabela 2, Tabela 3, Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6. No primeiro ensaio (Tabela 2) foi substituída na receita de um pão tradicional português, a farinha de trigo por uma mistura de farinha de grão-de-bico e farinha de arroz, o que resultou num pão com sabor muito intenso a grão-de-bico, não sendo muito agradável, além de também não ter uma textura adequada, esfarelando muito.

No segundo ensaio (Tabela 2) foi retirada a farinha de grão-de-bico do ensaio 1 e utilizada farinha de milho, porém, o sabor negativo, textura farinhenta e pouca porosidade mantiveram-se.

Tendo em vista o aumento da humidade do pão, no terceiro ensaio (Tabela 2) foi utilizado óleo de girassol e aumentado o teor de água, culminando num pão bastante crocante, sabor não muito agradável, e estrutura muito coesa, o que ainda não era o desejável.

No quinto ensaio (Tabela 3), o foco na melhoria da textura e do volume continuou, e nesse sentido foi usada goma xantana, e um aumento no teor de óleo e de água. Em resultado destas alterações houve uma melhoria no volume das formulações 2 e 3, ainda que ténues.

Uma vez que as características dos pães desenvolvidos até ao sexto ensaio (Tabela 3) não estavam a ir de encontro ao desejado, procuramos avaliar se o tempo de fermentação teria algum impacto nos resultados. Desta forma, no ensaio 7 (Tabela 4) foram testados três tempos de fermentação diferentes (1h, 2h e 3h), contudo, no nosso estudo não houve aumento do volume com o aumento do tempo de fermentação.

No ensaio 8 (Tabela 4) foi adotado um novo método, já descrito no ponto 3.2.2. Este novo método trouxe melhorias nas características do pão, no entanto, o volume ainda ficou abaixo do obtido na confeção da formulação comercial, que foi utilizada como termo de comparação.

No ensaio 9 (Tabela 4), foi adicionado açúcar, dextrose e amido de milho (nas formulações 2 e 3), e azeite apenas na formulação 3, em sentido inverso, houve uma redução da percentagem das farinhas. Avaliando o resultado destas alterações, podemos constatar que a formulação 2 obteve uma textura interessante. Na formulação 3, o azeite conferiu um sabor estranho e pouco apelativo, pelo que não se configurou

como uma boa opção. Foi também perceptível em todas as formulações um sabor levemente doce, em resultado da adição de açúcar e dextrose.

Na formulação 2 do ensaio 10 (Tabela 5) foi utilizada a formulação 2 do ensaio anterior, sendo apenas reduzido o teor de água, aumentando o das farinhas. O pão obtido teve um sabor agradável, crosta estaladiça, e volume e porosidade bastante positivos e que vão de encontro ao pretendido (ver Figura 6). Através da análise da Tabela 19 podemos constatar que o teor de água (%) foi de $42,84 \pm 1,07$, o que é considerado bastante aceitável, sendo até superior ao valor de teor de água ($38,10 \pm 0,66$) obtido pela formulação comercial (F. Comercial) no ensaio 8, o que representa um aspeto positivo para este estudo. Na tabela 20 podemos observar que a média dos valores de “L”, “a” e “b” foram $51,96 \pm 1,51$, $-2,18 \pm 0,10$ e $27,72 \pm 0,42$, respetivamente, o que representa um pão com uma cor amarelada e com alguma luminosidade. Quanto ao valor de proteína, este é de 3,77g por 100g, e o valor de Kcal por 100g é de 248,02, sendo, por isso, o teor proteico de 6,08% (Tabela 21).

Apesar do resultado positivo do ensaio 10, foram introduzidos novos ingredientes nos ensaios seguintes, tendo em vista o teste de novos sabores. Assim, no ensaio 11 (Tabela 5) foram utilizados canela e açafrão. Já no ensaio 12 (Tabela 5) foi utilizado alho em pó. Em ambos os ensaios, os sabores obtidos não foram tão favoráveis, mesmo tendo sido testadas diferentes concentrações.

No ensaio 13 (Tabela 6) foi testado a utilização de farinha de batata-doce e farinha de banana. Em ambos os casos os sabores a batata-doce e banana, respetivamente, não se fizeram notar, pelo facto da sua percentagem ser de apenas 5%. Comparando as duas formulações, a que continha farinha de banana produziu um pão mais fofo e mais poroso.

Depois de analisadas todas as formulações testadas, a formulação 2 do ensaio 10 e a formulação 2 do ensaio 13 foram escolhidas para avançar para a fase da fortificação proteica. No ensaio 15 (Tabela 7), e já com a fase de fortificação proteica a decorrer, foi realizada a comparação entre estas duas formulações, em termos de sabor, textura, cor e aceitação global, sendo a formulação 2 do ensaio 10, com 22,56% de farinha de milho e 11,65% de farinha de arroz, superior em todos os parâmetros avaliados, sendo, por isso, escolhida como a melhor formulação base, e que avançou para a prova de análise sensorial.

Tabela 19. Resultados da análise ao teor de água obtidos no ensaio 10 ("PP" representa o peso (g) da placa de Petri, "PP+Amostra" representa o peso (g) da placa de Petri mais a amostra, e "PP+Amostra (peso seco)" representa o peso (g) da placa de Petri mais a amostra após o processo de secagem)

Amostras	PP	PP + Amostra	PP + Amostra (peso seco)	Teor de água (%)	Média	Desvio padrão
F21	16,9007	24,4465	21,2000	43,02	42,84	1,07
F22	16,7463	25,0077	21,5829	41,46		
F23	16,7002	25,1817	21,4458	44,05		

Tabela 20. Resultados da análise à cor obtidos no ensaio 10, com os valores médios de "L", "a" e "b", e os respetivos desvios padrão

Amostras (cor)	L	Média "L" para cada amostra	a	Média "a" para cada amostra	b	Média "b" para cada amostra
F21	53,29	53,64	-2,66	-2,30	27,49	27,45
	44,49		-1,07		24,60	
	63,13		-3,18		30,25	
F22	45,61	49,98	-1,24	-2,19	28,15	28,31
	53,75		-2,82		28,96	
	50,59		-2,51		27,81	
F23	56,28	52,26	-3,11	-2,06	30,14	27,40
	51,71		-0,53		28,16	
	48,78		-2,54		23,90	
Média L		51,96	Média a	-2,18	Média b	27,72
Desvio padrão		1,51	Desvio padrão	0,10	Desvio padrão	0,42

Tabela 21. Resultados da análise ao teor de proteína da formulação F2 do ensaio 10, sendo apresentados os valores de proteína (g) e de kcal de cada ingrediente, a proteína por 100g, a massa total (g), kcal totais, kcal por 100g, kcal em proteína, e a percentagem de kcal em proteína (% de teor proteico)

Ingredientes	Ensaio 10 F2	
	Proteína (g)	Kcal
Farinha de milho	9,36	410,59
Farinha de arroz	3,50	213,20
Farinha de banana	0	0
Água	0	0
Fermento	5,75	28,35
Sal	0	0
Óleo de girassol	0	221
Açúcar	0	39,10
Dextrose	0	39,10
Amido de milho	0,23	288,75
Farinha de tremçoço	0	0
Proteína total (g)	18,84	-
Proteína por 100g	3,77	
Massa total	500	500
Kcal totais	-	1240,09
Kcal por 100g	248,02	
Kcal em proteína	15,07	
% de Kcal em proteína	6,08	



Figura 6. Fotografia do pão obtido através da confeção da fórmula F2 do ensaio 10

4.3. Desenvolvimento da formulação com fortificação proteica

Nesta nova fase foram aplicados alguns ingredientes que se destacam pelo seu teor proteico. Por conseguinte, no ensaio 15 (Tabela 7) foi adicionada farinha de tremçoço às duas formulações escolhidas no ponto 4.2. O valor de 12% de farinha de tremçoço, em ambas as formulações, revelou ser demasiado elevado, o que originou um pão com acentuado sabor a tremçoço.

No ensaio 16 (Tabela 8), foi utilizada como base a formulação 3 do ensaio anterior (a que não continha farinha de banana). Na formulação 1 foi reduzida a percentagem de farinha de tremçoço de 12% para 8%, contudo, o sabor continuou a não ser o mais desejável. Na formulação 3 foi substituída a farinha de tremçoço por proteína de ervilha (5,6%), originando um pão demasiado denso, o que é uma característica típica de produtos alimentares que são enriquecidos por proteína isolada. A formulação 2, com farinha de amendoim (7%) em vez de farinha de tremçoço, foi a que obteve melhores resultados a nível de sabor, sendo muito positivo o sabor a amendoim, porém, a textura não foi totalmente satisfatória, o que foi corrigido no ensaio seguinte.

Assim, no ensaio 17 (Tabela 8), foram desenvolvidas 3 formulações. Na formulação 1 foi aumentada a percentagem de dextrose de 2% para 3%, na formulação 2 foi aumentada a percentagem de óleo de 5% para 6,4%, e na formulação 3 foi

aumentada a percentagem de água de 38% para 43% e de óleo de 5% para 5,6%. Tal como esperado e pretendido, houve uma melhoria da textura em todas as formulações, sendo a formulação 2 (ver Figura 7 e Figura 8) a que mais se destacou a nível de sabor, e, por conseguinte, foi considerada a melhor formulação com fortificação proteica desenvolvida, e escolhida para avançar para a prova de análise sensorial.

Através da análise da Tabela 22 podemos constatar que o teor de água (%) foi de $35,95 \pm 0,81$, sendo inferior ao valor de teor de água da formulação base e das formulações comerciais. Na tabela 23 podemos observar que a média dos valores de “L”, “a” e “b” foram $54,92 \pm 0,89$, $5,10 \pm 0,27$ e $22,96 \pm 0,61$, respetivamente, o que representa um pão com uma cor mais ou menos bege e com alguma luminosidade. Quanto ao valor de proteína, este é de 6,53g por 100g, e o valor energético é de 256,84 kcal/100g, sendo, por isso, o teor proteico de 10,16% (Tabela 24), tratando-se de um valor muito superior ao valor do teor proteico da formulação base, sem ocorrer um grande aumento calórico (apenas mais 8,82 kcal).

Tabela 22. Resultados da análise ao teor de água obtidos no ensaio 17 (“PP” representa o peso (g) da placa de Petri, “PP+Amostra” representa o peso (g) da placa de Petri mais a amostra, e “PP+Amostra (peso seco)” representa o peso (g) da placa de Petri mais a amostra após o processo de secagem)

Amostras	PP	PP + Amostra	PP + Amostra (peso seco)	Teor de água (%)	Média	Desvio padrão
F21	18,9160	25,6462	23,1845	36,58	35,95	0,81
F22	18,2278	25,7859	23,0299	36,46		
F23	13,1407	20,2454	17,7729	34,80		

Tabela 23. Resultados da análise à cor obtidos no ensaio 17, com os valores médios de “L”, “a” e “b”, e os respetivos desvios padrão

Amostras (cor)	L	Média "L" para cada amostra	a	Média "a" para cada amostra	b	Média "b" para cada amostra
F21	54,89	55,96	5,28	5,40	23,47	23,72
	55,46		5,46		23,76	
	57,52		5,45		23,93	
F22	56,52	55,01	5,34	5,15	23,41	22,94
	53,40		4,84		22,18	
	55,11		5,27		23,23	
F23	55,29	53,79	5,15	4,75	23,03	22,22
	57,23		4,90		22,57	
	48,86		4,20		21,06	
	Média L	54,92	Média a	5,10	Média b	22,96
	Desvio padrão	0,89	Desvio padrão	0,27	Desvio padrão	0,61

Tabela 24. Resultados da análise ao teor de proteína da formulação F2 do ensaio 17, sendo apresentados os valores de proteína (g) e de kcal de cada ingrediente, a proteína por 100g, a massa total (g), kcal totais, kcal por 100g, kcal em proteína, e a percentagem de kcal em proteína (% de teor proteico)

Ingredientes	Ensaio 10 F2	
	Proteína (g)	Kcal
Farinha de milho	7,50	328,84
Farinha de arroz	2,28	141,72
Farinha de banana	0	0
Água	0	0
Fermento	5,75	28,35
Sal	0	0
Óleo de girassol	0	282,88
Açúcar	0	39,10
Dextrose	0	39,10
Amido de milho	0,23	288,75
Farinha de tremçoço	0	0
Farinha de amendoim	16,87	135,45
Proteína de ervilha	0	0
Proteína total (g)	32,63	
Proteína por 100g	6,53	
Massa total	500	500
Kcal totais	1284,19	
Kcal por 100g	256,84	
Kcal em proteína	26,10	
% de Kcal em proteína	10,16	



Figura 7. Fotografia do pão obtido através da confeção da fórmula F2 do ensaio 17 (pão inteiro)



Figura 8. Fotografia do pão obtido através da confeção da fórmula F2 do ensaio 17 (pão fatiado)

4.4. Análise dos dois pães comerciais

Os pães comerciais utilizados na prova de análise sensorial também foram analisados quanto ao teor de água, cor e teor proteico. Relativamente aos pãezinhos sem glúten (FP), o teor de água é de $39,66\% \pm 1,00$ (Tabela 25), valor que é inferior ao teor de água da formulação base, mas é superior ao da formulação com fortificação proteica. Quanto ao pão de forma sem glúten (FPF), o teor de água é de $48,76\% \pm 3,44$ (Tabela 25), valor que é superior quer ao valor de teor de água da formulação base quer ao da formulação com fortificação proteica.

Na tabela 26, relativa aos pãezinhos sem glúten, podemos observar que a média dos valores de “L”, “a” e “b” foram $80,57 \pm 2,26$, $2,04 \pm 0,07$ e $15,36 \pm 0,13$, respetivamente, o que representa um pão com uma cor esbranquiçada e com muita luminosidade. Por sua vez, na tabela 27, relativa ao pão de forma sem glúten, podemos constatar que a média dos valores de “L”, “a” e “b” foram $73,47 \pm 2,87$, $2,09 \pm 0,07$ e $12,83 \pm 0,60$, respetivamente, o que, tal como no caso dos pãezinhos sem glúten, representa um pão com uma cor esbranquiçada e com muita luminosidade (contudo, menor por comparação com os pãezinhos sem glúten).

Quanto ao teor proteico (Tabela 28), é observável que o teor proteico dos pãezinhos sem glúten é ligeiramente superior ao do pão de forma sem glúten, sendo de 7,10% e 6,01%, respetivamente. Ambos apresentam valores de proteína inferiores ao da formulação com fortificação proteica, mas os pãezinhos sem glúten têm um teor proteico maior quando comparados com a formulação base. Verificando os valores energéticos de 248 kcal por 100g, no caso dos pãezinhos sem glúten, e de 233 kcal por 100g, no caso do pão de forma sem glúten, sendo valores bastante similares aos das nossas duas formulações.

Tabela 25. Resultados da análise ao teor de água das duas formulações comerciais utilizadas na prova de análise sensorial (“PP” representa o peso (g) da placa de Petri, “PP+Amostra” representa o peso (g) da placa de Petri mais a amostra, e “PP+Amostra (peso seco)” representa o peso (g) da placa de Petri mais a amostra após o processo de secagem)

Amostras	PP	PP + Amostra	PP + Amostra (peso seco)	Teor de água (%)	Média	Desvio padrão
FP1	18,2069	23,0463	21,0631	40,98	39,66	1,00
FP2	12,7708	16,4388	15,0246	38,56		
FP3	18,4151	21,6301	20,3621	39,44		
FPF1	12,4472	18,8351	15,8351	46,96	48,76	3,44
FPF2	18,9515	26,2990	22,9379	45,74		
FPF3	19,9793	25,2951	22,4471	53,58		

Tabela 26. Resultados da análise à cor dos pãezinhos sem glúten comerciais utilizados na prova de análise sensorial com os valores médios de “L”, “a” e “b”, e os respetivos desvios padrão

Amostras (cor)	L	Média "L" para cada amostra	a	Média "a" para cada amostra	b	Média "b" para cada amostra
FP1	81,09	83,45	1,77	2,13	14,54	15,48
	88,29		2,75		17,51	
	80,98		1,87		14,38	
FP2	78,14	77,95	1,85	1,96	14,95	15,18
	78,77		2,12		15,98	
	76,93		1,91		14,62	
FP3	78,36	80,31	1,94	2,02	15,12	15,41
	80,53		2,03		15,10	
	82,05		2,08		16,01	
	Média L	80,57	Média a	2,04	Média b	15,36
	Desvio padrão	2,26	Desvio padrão	0,07	Desvio padrão	0,13

Tabela 27. Resultados da análise à cor do pão de forma sem glúten comercial utilizado na prova de análise sensorial com os valores médios de “L”, “a” e “b”, e os respetivos desvios padrão

Amostras (cor)	L	Média "L" para cada amostra	a	Média "a" para cada amostra	b	Média "b" para cada amostra
FPF1	75,37	73,24	1,88	2,11	12,60	12,91
	76,82		2,02		13,12	
	67,52		2,42		13,01	
FPF2	78,87	77,10	2,28	2,17	14,04	13,52
	77,77		1,87		12,51	
	74,65		2,35		14,02	
FPF3	59,75	70,08	1,55	2,00	8,75	12,06
	74,70		2,12		13,21	
	75,79		2,32		14,23	
	Média L	73,47	Média a	2,09	Média b	12,83
	Desvio padrão	2,87	Desvio padrão	0,07	Desvio padrão	0,60

Tabela 28. Resultados da análise ao teor de proteína das duas formulações comerciais utilizadas na prova de análise sensorial, sendo apresentados os valores de proteína por 100g, kcal por 100g, kcal em proteína, e a percentagem de kcal em proteína (% de teor proteico).

	Pãezinhos sem glúten (FP)	Pão de forma sem glúten (FPF)
Proteína por 100g	4,40	3,50
Kcal por 100g	248,00	233,00
Kcal em proteína	17,60	14,00
% de Kcal em proteína	7,10	6,01

4.5. Prova de análise sensorial

A prova de análise sensorial contou com 4 pães diferentes: a formulação base (amostra 797), formulação com fortificação proteica (amostra 331), pãezinhos sem glúten comerciais (amostra 274), e pão de forma sem glúten comercial (amostra 658). Para comparar os 4 pães avaliados quanto às suas características (cor da crosta, cor do miolo, textura da crosta, textura do miolo, sabor, e aceitação global) foi utilizado o Teste de Friedman com um grau de confiança de 95%, considerando-se que existe diferenças estatisticamente significativas quando *p-value* é menor que 0,05.

Relativamente à cor da crosta podemos afirmar que existe diferenças significativas (*p-value*=0,000) entre as amostras, sendo que a amostra “pãezinhos sem glúten comerciais” foi a que obteve a média de avaliação maior ($5,89 \pm 0,72$) (Tabela 33). Tal como na cor da crosta, também foi possível observar diferenças significativas (*p-value*=0,000) entre as amostras quanto à cor do miolo, sendo que a amostra “pãezinhos sem glúten comerciais” foi novamente a que obteve a média de avaliação maior ($5,89 \pm 0,84$) (Tabela 33).

No que se refere à textura da crosta, apesar da amostra “formulação com fortificação proteica” ter obtido a média de avaliação melhor ($5,07 \pm 1,37$), não houve diferenças significativas entre as amostras (*p-value*=0,091) (Tabela 34). Por outro lado, já se registaram diferenças significativas (*p-value*=0,031) quanto à textura do miolo, tendo a amostra “pãezinhos sem glúten comerciais” a melhor média de avaliação ($5,34 \pm 1,26$) (Tabela 34).

Avaliando o parâmetro do sabor, não foi possível observar diferenças estatísticas significativas (*p-value*=0,511), apesar disso, a amostra “pãezinhos sem glúten comerciais” teve a melhor média de avaliação ($4,95 \pm 1,16$) (Tabela 35). No mesmo sentido seguiu a avaliação da aceitação global, verificando-se a ausência de diferenças significativas (*p-value*=0,102), e um melhor desempenho da amostra “pãezinhos sem glúten comerciais”, com uma média de avaliação de $5,14 \pm 0,93$ (Tabela 36).

Olhando mais ao detalhe para cada pontuação atribuída a cada parâmetro, quanto à amostra “formulação base”, podemos perceber 65,9% dos provadores atribuíram 5 ou 6 pontos à cor da crosta, 84,1% atribuiu entre 4 e 6 pontos à cor do miolo, 75% atribuiu entre 4 e 6 pontos à textura da crosta, 79,6% atribuiu entre 4 e 6 pontos à textura do miolo, 34,1% atribuiu 4 pontos ao sabor, e 81,8% atribuiu entre 4 e 6 pontos à aceitação global (Tabela 29).

Em relação à amostra “formulação com fortificação proteica”, a maioria dos provadores (47,7%) deu 5 pontos à cor da crosta, 59% deu 5 ou 6 pontos à cor do miolo, 25% deu 6 pontos à textura da crosta, 59,1% deu 5 ou 6 pontos à textura do miolo, 61,3% deu 5 ou 6 pontos ao sabor, e 40,9% deu 5 pontos à aceitação global (Tabela 30).

Apreciando as amostras comerciais, podemos aferir que a maioria dos provadores (54,6%) conferiu 6 pontos à amostra “pãezinhos sem glúten comerciais” quanto à cor da crosta, 70,5% conferiu 5 ou 6 pontos à cor do miolo, 34,1% conferiu 4 pontos à textura da crosta, 34,1% conferiu 5 pontos à textura do miolo, 79,5% conferiu entre 4 e 6 pontos ao sabor, e 40,9% conferiu 5 pontos à aceitação global (Tabela 31).

Quanto à amostra “pão de forma sem glúten comercial”, 38,6% dos provadores deu 5 pontos à cor da crosta, 65,9% deu 5 ou 6 pontos à cor do miolo, 59% deu 4 ou 5 pontos à textura da crosta, 63,6% deu 5 ou 6 pontos à textura do miolo, 36,4% deu 4 pontos ao sabor, e 68,2% deu 4 ou 5 pontos à aceitação global (Tabela 32).

Tabela 29. Perguntas da folha de prova da prova de análise sensorial, as respostas que foram dadas pelos inquiridos, e as respetivas percentagens

Amostra “formulação base”	%
Cor da crosta	
3	4,5
4	25
5	34,1
6	31,8
7 (Extremamente bom)	4,5
Cor do miolo	
3	11,4
4	27,3
5	29,5
6	27,3
7 (Extremamente bom)	4,5
Textura da crosta	
2	6,8
3	6,8

4	25
5	22,7
6	27,3
7 (Extremamente bom)	11,4
Textura do miolo	
2	6,8
3	9,1
4	31,8
5	20,5
6	27,3
7 (Extremamente bom)	4,5
Sabor	
2	9,1
3	13,6
4	34,1
5	15,9
6	13,6
7 (Extremamente bom)	13,6
Aceitação global	
2	4,5
3	9,1
4	29,5
5	31,8
6	20,5
7 (Gosto extremamente)	4,5

Tabela 30. Perguntas da folha de prova da prova de análise sensorial, as respostas que foram dadas pelos inquiridos, e as respetivas percentagens

Amostra “formulação com fortificação proteica”	%
Cor da crosta	
2	2,3
3	11,4
4	15,9
5	47,7
6	13,6
7 (Extremamente bom)	9,1
Cor do miolo	
2	4,5
3	15,9
4	15,9
5	29,5
6	29,5
7 (Extremamente bom)	4,5

Textura da crosta	
3	15,9
4	22,7
5	18,2
6	25
7 (Extremamente bom)	18,2
Textura do miolo	
2	4,5
3	11,4
4	20,5
5	27,3
6	31,8
7 (Extremamente bom)	4,5
Sabor	
2	6,8
3	20,5
4	4,5
5	31,8
6	29,5
7 (Extremamente bom)	6,8
Aceitação global	
2	2,3
3	11,4
4	11,4
5	40,9
6	31,8
7 (Gosto extremamente)	2,3

Tabela 31. Perguntas da folha de prova da prova de análise sensorial, as respostas que foram dadas pelos inquiridos, e as respetivas percentagens

Amostra “pãezinhos sem glúten comerciais”	%
Cor da crosta	
4	2,3
5	25
6	54,5
7 (Extremamente bom)	18,2
Cor do miolo	
4	2,3
5	34,1
6	36,4
7 (Extremamente bom)	27,3
Textura da crosta	
2	4,5
3	11,4
4	34,1
5	18,2
6	22,7
7 (Extremamente bom)	9,1

Textura do miolo	
2	2,3
3	4,5
4	15,9
5	34,1
6	20,5
7 (Extremamente bom)	22,7
Sabor	
3	11,4
4	25
5	29,5
6	25
7 (Extremamente bom)	9,1
Aceitação global	
3	2,3
4	22,7
5	40,9
6	27,3
7 (Gosto extremamente)	6,8

Tabela 32. Perguntas da folha de prova da prova de análise sensorial, as respostas que foram dadas pelos inquiridos, e as respetivas percentagens

Amostra “pão de forma sem glúten comercial”	%
Cor da crosta	
3	2,3
4	13,6
5	38,6
6	22,7
7 (Extremamente bom)	22,7
Cor do miolo	
3	4,5
4	9,1
5	38,6
6	27,3
7 (Extremamente bom)	20,5
Textura da crosta	
2	2,3
3	18,2
4	29,5
5	29,5
6	20,5
Textura do miolo	
2	2,3
3	9,1
4	18,2
5	31,8

6	31,8
7 (Extremamente bom)	6,8
Sabor	
3	9,1
4	36,4
5	22,7
6	22,7
7 (Extremamente bom)	9,1
Aceitação global	
3	4,5
4	31,8
5	36,4
6	25
7 (Gosto extremamente)	2,3

Tabela 33. Comparação da classificação atribuída à cor da crosta e cor do miolo das 4 formulações apresentadas na prova de análise sensorial, e as respetivas médias, desvio padrão e p-value (obtido com realização do teste de Friedman)

Identificação das amostras	Média das avaliações	Desvio padrão
Cor da crosta da amostra “ formulação base ”	5,07	0,97
Cor da crosta da amostra “ formulação com fortificação proteica ”	4,86	1,15
Cor da crosta da amostra “ pãezinhos sem glúten comerciais ”	5,89	0,72
Cor da crosta da amostra “ pão de forma sem glúten comercial ”	5,50	1,07
<i>p-value</i>	0,000	
Cor do miolo da amostra “ formulação base ”	4,86	1,09
Cor do miolo da amostra “ formulação com fortificação proteica ”	4,77	1,29
Cor do miolo da amostra “ pãezinhos sem glúten comerciais ”	5,89	0,84
Cor do miolo da amostra “ pão de forma sem glúten comercial ”	5,50	1,07
<i>p-value</i>	0,000	

Tabela 34. Comparação da classificação atribuída à textura da crosta e textura do miolo das 4 formulações apresentadas na prova de análise sensorial, e as respetivas médias, desvio padrão e p-value (obtido com realização do teste de Friedman)

Identificação das amostras	Média das avaliações	Desvio padrão
Textura da crosta da amostra “ formulação base ”	4,91	1,38
Textura da crosta da amostra “ formulação com fortificação proteica ”	5,07	1,37
Textura da crosta da amostra “ pãezinhos sem glúten comerciais ”	4,70	1,32
Textura da crosta da amostra “ pão de forma sem glúten comercial ”	4,48	1,09
<i>p-value</i>	0,091	
Textura do miolo da amostra “ formulação base ”	4,66	1,29
Textura do miolo da amostra “ formulação com fortificação proteica ”	4,84	1,26
Textura do miolo da amostra “ pãezinhos sem glúten comerciais ”	5,34	1,26
Textura do miolo da amostra “ pão de forma sem glúten comercial ”	5,02	1,17
<i>p-value</i>	0,031	

Tabela 35. Comparação da classificação atribuída ao sabor das 4 formulações apresentadas na prova de análise sensorial, e as respetivas médias, desvio padrão e p-value (obtido com realização do teste de Friedman)

Identificação das amostras	Média das avaliações	Desvio padrão
Sabor da amostra “ formulação base ”	4,52	1,49
Sabor da amostra “ formulação com fortificação proteica ”	4,77	1,43
Sabor da amostra “ pãezinhos sem glúten comerciais ”	4,95	1,16
Sabor da amostra “ pão de forma sem glúten comercial ”	4,86	1,15
<i>p-value</i>	0,511	

Tabela 36. Comparação da classificação atribuída à aceitação global das 4 formulações apresentadas na prova de análise sensorial, e as respetivas médias, desvio padrão e p-value (obtido com realização do teste de Friedman)

Identificação das amostras	Média das avaliações	Desvio padrão
Aceitação global da amostra “formulação base”	4,68	1,18
Aceitação global da amostra “formulação com fortificação proteica”	4,95	1,10
Aceitação global da amostra “pãezinhos sem glúten comerciais”	5,14	0,93
Aceitação global da amostra “pão de forma sem glúten comercial”	4,89	0,92
<i>p-value</i>	0,102	

O nosso estudo desenvolveu duas formulações de pão sem glúten, na tentativa de trazer mais alternativas de consumo aos doentes celíacos, melhorando as características sensoriais e nutricionais do pão, problemas que foram descritos acima.

Foram testadas diversas farinhas, em várias concentrações. A farinha de milho, farinha de arroz e farinha de banana demonstraram ser excelentes alternativas às farinhas tradicionais que contêm glúten, garantindo um pão com um bom sabor e volume aceitável. A combinação de farinha de milho e farinha de arroz é a combinação mais comumente utilizada no desenvolvimento de pão sem glúten, sendo a utilização de farinha de arroz justificada pelo seu baixo custo e sabor agradável (Luo et al., 2021). Por outro lado, a utilização de farinha de grão-de-bico (aproximadamente 14%) não se apresentou como uma opção positiva, devido ao seu sabor intenso e pouco agradável, no entanto, o seu alto teor proteico (19g/100g) e alto valor de vitaminas e minerais do complexo B, aliado ao reduzido número de estudos em que foi utilizada, faz com que se justifique a sua utilização em estudos futuros (Kahraman, Harsa, Casiraghi, Lucisano, & Cappa, 2022).

A nível de cor, a formulação base apresentou uma cor amarelada e a formulação fortificada com proteína vegetal uma cor bege, divergindo da maioria das opções existentes no mercado, que são conhecidas pela sua cor demasiado pálida, característica que é apontada como negativa pelos doentes celíacos. Esta diferença não se vez notar na prova de análise sensorial, tendo os pãezinhos sem glúten comerciais obtido melhor classificação, todavia, as nossas formulações obtiveram melhores classificações quando comparados com a nota atribuída aos pães sem glúten em geral no inquérito realizado.

Quanto à textura, os resultados foram positivos, principalmente na nossa formulação proteica, que obteve melhores resultados do que as formulações já existentes no mercado quanto à crosta, o que se justificou pelas propriedades físicas da farinha de amendoim, e pela otimização da percentagem de água (38%) e de amido (15%), ajudando na formação da estrutura do pão.

O sabor também obteve valores bastante similares aos dos produtos já existentes no mercado, principalmente a formulação proteica contendo farinha de amendoim, podendo-se concluir que os consumidores estão recetivos à introdução de sabores menos convencionais.

Alguma discordância entre a avaliação dos pães sem glúten existentes no mercado feita no inquérito, e os pães sem glúten existente no mercado feita na prova de análise sensorial, pode ter acontecido pelo facto de no primeiro caso os inquiridos serem doentes celíacos, e no segundo caso os participantes serem indivíduos que não padecem desta doença, tendo, por isso, percepções diferentes, havendo uma maior exigência por parte dos doentes celíacos.

A nível proteico, foi realizado um levantamento, em hiper e supermercados na zona de Vila Nova de Gaia (Portugal), da percentagem de proteína dos pães sem glúten existentes no mercado. Comparando com as formulações desenvolvidas neste estudo, a formulação base (6,08% de percentagem proteica) obteve valores dentro da média do registado no caso dos pães sem glúten existentes ($5,70 \pm 1,17$). Já a formulação proteica (10,16% de percentagem proteica) obteve valores muito superiores, tendo para isso contribuído o alto teor proteico da farinha de amendoim. Apesar deste valor ainda ficar abaixo dos verificados no pão com glúten, é um excelente resultado, ajudando a mitigar o problema de baixo teor proteico verificada nos pães sem glúten (Aguiar, Santos, Krupa-Kozak, & Capriles, 2021).

5. Conclusões

Este estudo permitiu obter um conhecimento mais sólido sobre o consumo de produtos da panificação em Portugal, que em grande parte veio confirmar a realidade existente noutros pontos geográficos. Contudo, a dificuldade de recrutamento de participantes celíacos para a participação no questionário, limitou o estabelecimento de relações entre as variáveis estudadas.

As dificuldades de consumo em locais públicos, a insatisfação com as características organoléticas, a pouca diversidade da oferta, e o preço elevado do pão sem glúten, são os principais problemas apontados pelos doentes celíacos portugueses. A procura dos consumidores celíacos por produtos da panificação com mais valor nutricional, e que sejam práticos, é outra informação a ter em conta, sendo, por isso, necessário um maior investimento nesta área de estudo.

Os pães sem glúten desenvolvidos neste estudo vieram mitigar a lacuna existente no mercado de produtos sem glúten com um alto valor proteico. A formulação base obteve um teor proteico de 6,1%, sendo já um valor relevante, contudo, a formulação proteica obteve um valor superior (10,2%), demonstrando que a farinha de amendoim é uma opção bastante viável no aumento do teor proteico e no melhoramento do sabor. Em estudos futuros, seria importante verificar o tempo de vida útil deste pão, a introdução de novas farinhas, e a realização da prova de análise sensorial com um maior painel de provadores, de preferência criando as condições de segurança necessárias para que essa prova possa ser com consumidores celíacos.

6. Referências bibliográficas

- Afonso, D., Jorge, R., & Moreira, A. C. (2016). Alimentos com e sem glúten: análise comparativa de preços de mercado. *Acta Portuguesa de Nutrição*(4), 10-16.
- Aguiar, E. V., Santos, F. G., Centeno, A. C. L. S., & Capriles, V. D. (2021). Influence of pseudocereals on gluten-free bread quality: A study integrating dough rheology, bread physical properties and acceptability. *Food Research International*, 150, 110762. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110762>
- Aguiar, E. V., Santos, F. G., Krupa-Kozak, U., & Capriles, V. D. (2021). Nutritional facts regarding commercially available gluten-free bread worldwide: Recent advances and future challenges. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-13. doi:10.1080/10408398.2021.1952403
- APC. (2022). Doença Celíaca - O que é? Retrieved from <https://www.celiacos.org.pt/o-que-e/>
- Arslain, K., Gustafson, C. R., Baishya, P., & Rose, D. J. (2021). Determinants of gluten-free diet adoption among individuals without celiac disease or non-celiac gluten sensitivity. *Appetite*, 156, 104958. doi:<https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104958>
- Bárcenas, M. E., & Rosell, C. M. (2005). Effect of HPMC addition on the microstructure, quality and aging of wheat bread. *Food Hydrocolloids*, 19(6), 1037-1043. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2005.01.005>
- Bárcenas, M. E., & Rosell, C. M. (2006). Effect of frozen storage time on the bread crumb and aging of par-baked bread. *Food Chemistry*, 95(3), 438-445. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.023>
- Biesiekierski, J. R., & Iven, J. (2015). Non-coeliac gluten sensitivity: piecing the puzzle together. *United European Gastroenterology Journal*, 3(2), 160-165. doi:10.1177/2050640615578388
- Callejo, M. J. (2011). PRESENT SITUATION ON THE DESCRIPTIVE SENSORY ANALYSIS OF BREAD. *Journal of Sensory Studies*, 26(4), 255-268. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2011.00341.x>
- Catassi, C., & Fasano, A. (2008). 1 - Celiac disease. In E. K. Arendt & F. Dal Bello (Eds.), *Gluten-Free Cereal Products and Beverages* (pp. 1-1). San Diego: Academic Press.
- CE2022/p21, P. (2022). Parecer da Comissão de Ética da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

- Cianferoni, A. (2016). Wheat allergy: diagnosis and management. *Journal of asthma and allergy*, 9, 13-25. doi:10.2147/JAA.S81550
- Czaja-Bulsa, G. (2015). Non coeliac gluten sensitivity – A new disease with gluten intolerance. *Clinical Nutrition*, 34(2), 189-194. doi:<https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.08.012>
- Dal Bello, F., Clarke, C. I., Ryan, L. A. M., Ulmer, H., Schober, T. J., Ström, K., . . . Arendt, E. K. (2007). Improvement of the quality and shelf life of wheat bread by fermentation with the antifungal strain *Lactobacillus plantarum* FST 1.7. *Journal of Cereal Science*, 45(3), 309-318. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2006.09.004>
- de Kock, H. L., & Magano, N. N. (2020). Sensory tools for the development of gluten-free bakery foods. *Journal of Cereal Science*, 94, 102990. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102990>
- de Lima, P. A. (2019). Cumprimento da dieta isenta de glúten em celíacos adultos: dificuldades e fatores mais importantes percebidos Compliance with the gluten-free diet among coeliac adults: perceived difficulties and most important factors.
- Demirkesen, I., Kelkar, S., Campanella, O. H., Sumnu, G., Sahin, S., & Okos, M. (2014). Characterization of structure of gluten-free breads by using X-ray microtomography. *Food Hydrocolloids*, 36, 37-44. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.09.002>
- Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., & Sahin, S. (2010). Rheological properties of gluten-free bread formulations. *Journal of Food Engineering*, 96(2), 295-303. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.08.004>
- 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. doi:10.1080/10408398.2020.1823814
- do Nascimento, A. B., Fiates, G. M. R., dos Anjos, A., & Teixeira, E. (2014). Gluten-free is not enough – perception and suggestions of celiac consumers. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(4), 394-398. doi:10.3109/09637486.2013.879286
- do Nascimento, A. B., Fiates, G. Medeiros R., & Teixeira, E. (2017). We want to be normal! Perceptions of a group of Brazilian consumers with coeliac disease on gluten-free bread buns. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 7, 27-31. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2017.01.001>

- 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. doi:10.3390/nu10101410
- Farage, P., de Medeiros Nóbrega, Y. K., Pratesi, R., Gandolfi, L., Assunção, P., & Zandonadi, R. P. (2017). Gluten contamination in gluten-free bakery products: a risk for coeliac disease patients. *Public Health Nutrition*, 20(3), 413-416. doi:10.1017/S1368980016002433
- Green, P. H. R., & Jabri, B. (2006). Celiac Disease. *Annual Review of Medicine*, 57(1), 207-221. doi:10.1146/annurev.med.57.051804.122404
- Hischenhuber, C., Crevel, R., Jarry, B., Maki, M., Moneret-Vautrin, D. A., Romano, A., . . . Ward, R. (2006). Review article: safe amounts of gluten for patients with wheat allergy or coeliac disease. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 23(5), 559-575. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2036.2006.02768.x>
- Iversen, R., & Sollid, L. M. (2022). The Immunobiology and Pathogenesis of Celiac Disease. *Annual Review of Pathology: Mechanisms of Disease*. doi:10.1146/annurev-pathmechdis-031521-032634
- Kahraman, G., Harsa, S., Casiraghi, M. C., Lucisano, M., & Cappa, C. (2022). Impact of Raw, Roasted and Dehulled Chickpea Flours on Technological and Nutritional Characteristics of Gluten-Free Bread. *Foods (Basel, Switzerland)*, 11(2), 199. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/2/199>
- Luo, S., Yan, X., Fu, Y., Pang, M., Chen, R., Liu, Y., . . . Liu, C. (2021). The quality of gluten-free bread made of brown rice flour prepared by low temperature impact mill. *Food Chemistry*, 348, 129032. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129032>
- 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. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.04.012>
- No, I. S. (2009). 712, 2009: Cereals and cereal products—Determination of moisture content—Reference method. Geneva: *International Organization for Standardization*.
- Pontes, A. C. B. (2018). *Desenvolvimento de pães sem glúten a partir de farinhas pouco exploradas*.
- Rahman, M., Islam, R., Hasan, S., Zzaman, W., Rana, M. R., Ahmed, S., . . . Sunny, A. R. (2022). A Comprehensive Review on Bio-Preservation of Bread: An Approach to Adopt Wholesome Strategies. *Foods (Basel, Switzerland)*, 11(3), 319. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/3/319>

- Research, G. V. (2022). Gluten-Free Products Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Bakery Products, Dairy/Dairy Alternatives), By Distribution Channel (Supermarkets & Hypermarkets, Convenience Stores), By Region, And Segment Forecasts, 2022 - 2030. Retrieved from <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/gluten-free-products-market>
- Rezaei, M. N., Dornez, E., Jacobs, P., Parsi, A., Verstrepen, K. J., & Courtin, C. M. (2014). Harvesting yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) at different physiological phases significantly affects its functionality in bread dough fermentation. *Food Microbiology*, 39, 108-115. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.11.013>
- Rodrigo, L. (2006). Celiac disease. *World Journal of Gastroenterology : WJG*, 12(41), 6577-6584. doi:10.3748/wjg.v12.i41.6585
- Roman, L., Belorio, M., & Gomez, M. (2019). Gluten-Free Breads: The Gap Between Research and Commercial Reality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(3), 690-702. doi:<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12437>
- Romano, A., Toraldo, G., Cavella, S., & Masi, P. (2007). Description of leavening of bread dough with mathematical modelling. *Journal of Food Engineering*, 83(2), 142-148. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.02.014>
- Sahin, A. W., Axel, C., & Arendt, E. K. (2017). Understanding the function of sugar in burger buns: a fundamental study. *European Food Research and Technology*, 243(11), 1905-1915.
- Sahin, A. W., Axel, C., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2018). Xylitol, mannitol and maltitol as potential sucrose replacers in burger buns. *Food & function*, 9(4), 2201-2212.
- Sapone, A., Bai, J. C., Ciacci, C., Dolinsek, J., Green, P. H. R., Hadjivassiliou, M., . . . Fasano, A. (2012). Spectrum of gluten-related disorders: consensus on new nomenclature and classification. *BMC Medicine*, 10(1), 13. doi:10.1186/1741-7015-10-13
- Scriccciolo, A., Lombardo, V., Elli, L., Bascuñán, K. A., Doneda, L., Rinaldi, F., . . . Roncoroni, L. (2022). Use of a proline-specific endopeptidase to reintroduce gluten in patients with non-coeliac gluten sensitivity: A randomized trial. *Clinical Nutrition*, 41(9), 2025-2030. doi:<https://doi.org/10.1016/j.clnu.2022.07.029>
- Shewry. (2019). What Is Gluten—Why Is It Special? *Frontiers in Nutrition*, 6(101). doi:10.3389/fnut.2019.00101
- Shewry, & Hey, S. (2015). Do “ancient” wheat species differ from modern bread wheat in their contents of bioactive components? *Journal of Cereal Science*, 65, 236-243. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.07.014>

- Skaf, A., Nassar, G., Lefebvre, F., & Nongaillard, B. (2009). A new acoustic technique to monitor bread dough during the fermentation phase. *Journal of Food Engineering*, 93(3), 365-378. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.02.005>
- Tian, W., Chen, G., Tilley, M., & Li, Y. (2021). Changes in phenolic profiles and antioxidant activities during the whole wheat bread-making process. *Food Chemistry*, 345, 128851. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128851>
- Torrinha, Á., Oliveira, M., Marinho, S., Paíga, P., Delerue-Matos, C., & Morais, S. (2019). Mineral Content of Various Portuguese Breads: Characterization, Dietary Intake, and Discriminant Analysis. *Molecules*, 24(15), 2787. Retrieved from <https://www.mdpi.com/1420-3049/24/15/2787>
- Toth, M., Vatai, G., & Koris, A. (2020). Consumers' Acceptance, Satisfaction in Consuming Gluten-free Bread: A Market Survey Approach. *Int. J. Celiac Dis*, 8, 44-49.
- Wieser, H. (2007). Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, 24(2), 115-119. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.004>
- Wieser, H., Ruiz-Carnicer, Á., Segura, V., Comino, I., & Sousa, C. (2021). Challenges of Monitoring the Gluten-Free Diet Adherence in the Management and Follow-Up of Patients with Celiac Disease. *Nutrients*, 13(7), 2274. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/7/2274>

7. Anexos

Anexo 1

Anexo 1. Questionário sobre produtos da panificação sem glúten, especialmente pão sem glúten

Percepção do consumidor com doença celíaca sobre produtos da panificação sem glúten

No âmbito da Dissertação de Mestrado em Ciências do Consumo e Nutrição da Universidade do Porto, este questionário pretende avaliar a percepção do consumidor com doença celíaca sobre os produtos da panificação, especificamente o pão sem glúten.

Toda a informação recolhida é anónima e confidencial, sendo os dados apenas utilizados para fins científicos.

O preenchimento deste questionário destina-se a pessoas com doença celíaca, e demorará cerca de 5 minutos. Caso pretenda obter mais informações sobre o estudo deverá entrar em contacto através do email up201506456@up.pt.

Gratos pela sua colaboração.

Existe(m) 26 questão(ões) neste questionário.

Este inquérito é anónimo.

O registo das respostas ao inquérito não contém qualquer informação sobre a sua identidade, excepto se alguma pergunta do inquérito solicitar alguma identificação e a fornecer.

Se usou um código para aceder a este inquérito este código não será guardado junto com as suas respostas. O código é gerido numa base de dados separada e apenas é utilizado pelo programa para registar que concluiu o inquérito. Não há forma de relacionar os códigos dos convidados a participar no inquérito com as respostas dadas.

Seguinte

Consentimento

*Li e aceito responder a este inquérito

✓
Sim

⊘
Não

Caracterização do consumidor com doença celíaca

*Foi diagnosticado com doença celíaca?

✓
Sim

⊘
Não

Caracterização do consumidor com doença celíaca

*Há quanto tempo foi estabelecido o diagnóstico de doença celíaca por um médico?

Escolher uma das seguintes respostas

- ☐ Menos de 1 ano
- ☐ 1 ano a 5 anos
- ☐ Mais de 5 anos a 10 anos
- ☐ Mais de 10 anos

*Tem outras patologias que condicionem a sua dieta?

✓
Sim

⊘
Não

Caracterização do consumidor com doença celíaca

*Se sim, quais as patologias que condicionam a sua dieta?

Selecione todas as opções que se apliquem

- ☐ Intolerância à lactose
- ☐ Alergia à soja
- ☐ Alergia a amendoins
- ☐ Alergia aos ovos
- ☐ Alergia ao leite
- ☐ Outro:

Caracterização do consumidor com doença celíaca

*Quanto ao cumprimento da dieta sem glúten, por favor, indique a opção que melhor se adequa à sua realidade:

Escolher uma das seguintes respostas

- ☐ Nunca consumo glúten
- ☐ Consumo glúten menos de 1 vez por mês
- ☐ Consumo glúten 1 a 3 vezes por mês
- ☐ Consumo glúten 1 vez por semana
- ☐ Consumo glúten 2 a 6 vezes por semana
- ☐ Consumo glúten sem restrição

Caracterização do consumidor com doença celíaca

[illegible]

Consumo de produtos da panificação isentos de glúten

[illegible]

*Normalmente, em que local ocorre o consumo de **pão sem glúten**?

Selecione todas as opções que se aplicarem

☐ Casa

☐ Restaurantes

☐ Cafés, bares e similares

☐ Hotéis

☐ Cantinas

☐ Outro:

[illegible]

☐ Pequeno-almoço

☐ Lanche da manhã

☐ Almoço

☐ Lanche

☐ Jantar

☐ Ceia

☐ Não se aplica

☐ Pequeno-almoço

☐ Lanche da manhã

☐ Almoço

☐ Lanche

☐ Jantar

☐ Ceia

☐ Não se aplica

☐ o pão

☐ os ingredientes, e fazer o pão em casa

☐ Compro o pão sem glúten em hiper/supermercados

☐ Compro o pão sem glúten em lojas especializadas

☐ Compro o pão sem glúten em lojas online

☐ Outro:

[illegible]

*Por favor, indique o grau de diversidade de oferta de **pão sem glúten**, numa escala de 1 a 7, em que 1 é "extremamente baixa" e 7 é "extremamente elevada":

1 (Extremamente baixa)	2	3	4	5	6	7 (Extremamente elevada)
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

*Por favor, avalie o grau de satisfação com as características do **pão sem glúten** que compra, numa escala de 1 a 7, em que 1 é "extremamente insatisfeito" e 7 é "extremamente satisfeito":

	1 (Extremamente insatisfeito)	2	3	4	5	6	7 (Extremamente satisfeito)
Aparência da crosta do pão sem glúten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aparência do miolo do pão sem glúten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Cor da crosta do pão sem glúten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Cor do miolo do pão sem glúten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Textura da crosta do pão sem glúten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Textura do miolo do pão sem glúten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sabor do pão sem glúten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

*Por favor, classifique o preço do **pão sem glúten** que compra, numa escala de 1 a 7, em que 1 é "extremamente barato" e 7 é "extremamente caro":

1 (Extremamente barato)	2	3	4	5	6	7 (Extremamente caro)
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

*Por favor, indique como consideraria a oferta em loja de um **pão sem glúten** pré-congelado, que possa ser cozido de forma rápida, prática e com a qualidade de um pão fresco, numa escala de 1 a 7, em que 1 é "extremamente desinteressante" e 7 é "extremamente interessante":

1 (Extremamente desinteressante)	2	3	4	5	6	7 (Extremamente interessante)
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

*Sabendo que o **pão sem glúten** tem um menor teor proteico, por favor, classifique como consideraria a existência de um **pão sem glúten** rico em proteínas, numa escala de 1 a 7, em que 1 é "extremamente irrelevante" e 7 é "extremamente relevante":

1 (Extremamente desinteressante)	2	3	4	5	6	7 (Extremamente interessante)
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Dados sociodemográficos

*Idade:

- Neste campo só é possível introduzir números.
- O valor da sua resposta deve ser no máximo 120

*Sexo:

☐ Feminino

☐ Masculino

*Habilitações literárias:

Escolher uma das seguintes respostas

- ☐ Ensino básico (1º ao 9º ano)
- ☐ Ensino secundário (10º ao 12º ano)
- ☐ Ensino superior

*Número de pessoas do agregado familiar (incluindo o próprio):

- ⓘ Neste campo só é possível introduzir números.
- ⓘ O valor da sua resposta deve ser no máximo 10

*Local de residência:

Escolher uma das seguintes respostas

- ☐ Norte
- ☐ Centro
- ☐ Área Metropolitana de Lisboa
- ☐ Alentejo
- ☐ Algarve
- ☐ Região Autónoma da Madeira
- ☐ Região Autónoma dos Açores

*Nacionalidade:

Cor da **crosta** do pão

Anexo 3

Anexo 3. Dados da pesquisa dos pães sem glúten existentes no mercado, realizada nos super e hipermercados Continente, Auchan e Pingo-doce, na zona de Vila Nova de Gaia, nos dias 19 e 22 de setembro de 2021

Marca	Denominação de venda	Ingredientes	Alegações nutricionais	Tempo de vida	Preço (por Kg)
Schar	Pão de forma clássico	Amido de milho, água, massa lêveda 16% (farinha de arroz, água), amido de arroz, fibra vegetal (psílio), xarope de arroz, óleo de girassol, proteína de soja, espessante: hidroxipropilmetilcelulose, farinha de milho-miúdo 1,9%, farinha de quinoa 1,3%, levedura, mel, sal iodado (sal, iodeto de potássio), pode conter vestígios de tremço e de mostarda	Sem glúten; Sem lactose; Sem conservantes; Alto teor de fibra	02/11/2021	10,97€
Continente	Pão de forma branco	Água, amido de milho (36%), óleo de girassol alto oleico (9%), xarope de glicose-frutose, fibras vegetais (psyllium e bambu), dextrose, levedura, farinha de arroz integral, massa lêveda de quinoa e trigo sarraceno, clara de ovo em pó, amido de tapioca, farinha de trigo sarraceno, sal, estabilizadores (hidroxipropilmetilcelulose e goma xantana, conservantes (sorbato de potássio e propionato de cálcio), emulsionante (mono e diglicéridos de ácidos gordos), antioxidante (ácido ascórbico), pode conter vestígios de soja, frutos de casca rija e sementes de sésamo	Sem glúten; Sem lactose	22/11/2021	5,57€

Schar	Pão de forma com cereais	Amido de milho, água, massa lêveda 14% (farinha de arroz, água), amido de arroz, fibra vegetal (psílio), xarope de arroz, óleo de girassol, flocos de soja, sementes de girassol 2,1%, farinha de milho-miúdo 2%, sementes de linho 1,9%, espessante: hidroxipropilmetilcelulose, farinha de quinoa 1,3%, levedura, farinha de arroz 1,3%, proteína de soja, farelo de soja, sal iodado (sal, iodeto de potássio), sementes de papoila 0,6%, sementes de chia (<i>Salvia hispanica</i>) 0,6%, mel, pode conter vestígios de tremço, sésamo e de mostarda	Sem glúten; Sem lactose; Sem conservantes; Alto teor de fibra	22/10/2021	11,90€
Schnitzer	Pães rústicos	Água, 26% amido de milho, massa fermentada de arroz (farinha de arroz, água), 4% farinha de linhaça, fibra de maçã, óleo de girassol, farinha de arroz, 3% farinha de milho, casca de sementes de psyllium, proteína de ervilha, sal marinho, levedura, espessantes: goma guar e goma xantana, especiarias, poderá conter vestígios de sésamo, soja, tremço e ovo	Sem glúten; Sem lactose; Sem óleo de palma; Produto biológico	16/01/2022	16,61€

Schnitzer	Pães com sementes	Água, 23% amido de milho, massa fermentada de arroz (farinha de arroz, água), 4% vestígios de sésamo, 4% sementes de linhaça, fibra de maçã, óleo de girassol, farinha de arroz, 2% farinha de milho, casca de sementes de psyllium, proteína de ervilha, sal marinho, levedura, espessantes: goma guar e goma xantana, especiarias, poderá conter vestígios de soja, tremço e ovo	Sem glúten; Sem lactose; Sem óleo de palma; Produto biológico	17/12/2021	16,61€
Schar	Pãezinhos (2 mini baguetes)	Amido de milho, água, massa lêveda 19% (farinha de arroz, água), farinha de arroz, fibras vegetais (psílio, bambu), óleo de girassol com alto teor de ácido oleico, proteína de soja, espessante: hidroxipropilmetilcelulose, amido de milho, germen de milho, levedura, xarope de arroz, sal iodado (sal, iodeto de potássio), pode conter vestígios de tremço e de mostarda	Sem glúten; Sem lactose; Sem conservantes; Alto teor de fibras	24/12/2021	16,67€

Auchan	Pão rústico	Água, amido de milho, massa lèveada (farinha de arroz, água), amido de tapioca, óleo de girassol, xarope de arroz, farinha de quinoa, farinha de trigo-sarraceno, fibra vegetal(psílio), proteína de arroz, levedura, açúcar, sal, espessante (hidroxipropilmetilcelulose), emulsionante (mono e diglicéridos de ácidos gordos), aroma, conservantes (ácido sórbico, propionato de cálcio)	Sem glúten; Sem lactose; Sem ovo; Fonte de fibra	05/10/2021	9,63€
Airos	Pão com sementes	Água, amido de milho, massa mãe (farinha de arroz 7,5%, água), amido de tapioca, sementes 8,9% (linho 4,5%, girassol 2,2%, painço 2,2%), óleo de girassol, farinha de trigo sarraceno 3,6%, xarope de arroz, farinha de painço 1,8%, fibra vegetal (psílio), farinha de linho 0,36%, farinha de alfarroba 0,25%, proteína de arroz, açúcar, levedura, sal, espessante (hidroxipropilmetilcelulose), emulsionante (mono e diglicéridos de ácidos gordos), conservantes (ácido sórbico, propionato de cálcio)	Sem glúten; Sem lactose; Sem ovo; Alto teor de fibra	05/10/2021	10,63€

Airos	Pão	Água, amido de milho, massa mãe (farinha de arroz, água), amido de tapioca, óleo de girassol, xarope de arroz, farinha de quinoa, farinha de trigo sarraceno, fibra vegetal (psílio), proteína de arroz, levedura, açúcar, sal, espessante (hidroxipropilmetilcelulose), emulsionante (mono e diglicéridos de ácidos gordos), aroma, conservantes (ácido sórbico, propionato de cálcio)	Sem glúten; Sem lactose; Sem ovo; Alto teor de fibra	28/09/2021	10,63€
Auchan	Pão de forma	Água, amido de milho, massa lèveada (farinha de arroz, água), amido de tapioca, farinha de trigo-sarraceno, óleo de girassol, xarope de arroz, fibras vegetais (psílio, bambu), farinha de quinoa, proteína de arroz levedura, açúcar, sal, espessante (hidroxipropilmetilcelulose), emulsionante (mono e diglicéridos de ácidos gordos), aroma, conservantes (ácido sórbico, propionato de cálcio)	Sem glúten; Sem lactose; Sem ovo; Alto teor de fibra	28/09/2021	9,63€

Schar	Pão de forma branco	Água, amido de milho, farinha de arroz, fibra vegetal (psílio), espessante: hidroxipropilmetilcelulose, óleo de girassol, proteína de soja, levedura, sal, açúcar, fibra cítrica, pode conter vestígios de tremçoço	Sem glúten; Sem lactose; Alto teor de fibra	17/01/2022	10,00€
Schar	Pão rústico	Água, amido de milho, massa lêveda de arroz 16% (água, farinha de arroz), farinha de arroz, fibra vegetal (psílio), linhaça 2%, flocos de soja 2%, espessante: hidroxipropilmetilcelulose, óleo de girassol, proteína de soja, levedura, extrato de maçã, flocos de milho-miúdo 1%, sal, farinha de sorgo 1%, açúcar, fibra de citrinos, açúcar caramelizado, pode conter vestígios de tremçoço	Sem glúten; Sem lactose; Alto teor de fibra	19/01/2022	11,72€

Bezgluten	Pão de forma branco	Água, farinha de arroz, farinha de sarraceno, amido de milho, amido de arroz, amido de batata, óleo de colza, azeite (2,4%), xarope de glicose, fibra psyllium, espessantes (goma guar, goma xantana, hidroxipropilmetilcelulose), seroproteína (de leite), isolado de proteína de soja, humidificantes (glicerol, sorbitóis), dextrose, inulina, levedura, sal, açúcar, emulsionantes (mono e diglicéridos de ácidos gordos) regulador de acidez (ácido tartárico) cultura de bactérias de ácido láctico	Sem glúten; Sem ovos	25/10/2021	11,50€
Garcia	Pão de forma branco (congelado)	Amido de tapioca, amido de batata, farinha de arroz, amido de milho, dextrose, massa de arroz fermentada, estabilizadores: (goma de guar, goma xantana, carboximetilcelulose, hidroxipropilmetilcelulose), fibra de psílio, sal, regulador de acidez: acetato de cálcio e enzimas, água, levedura e azeite	Sem glúten; Sem lactose	20/01/2022	8,58€

Garcia	Pão de cereais (congelado)	Amido de trigo (sem glúten), amido de batata, farinha de arroz, dextrose, fibra de psílio, farinha de arroz fermentada e desidratada, sementes 12% (girassol, linho e abóbora), farinha de linhaça, sal, açúcar, estabilizadores: (goma de guar, goma xantana, carboximetilcelulose, hidroxipropilmetilcelulose), regulador de acidez: acetato de cálcio e enzimas, xarope de glicose, maltodextrina, água, levedura e azeite	Sem glúten; Sem lactose	25/09/2021	9,86€
Garcia	Pão cacete rústico (congelado)	Amido de trigo (sem glúten), amido de batata, farinha de arroz, dextrose, fibra de psílio, farinha de arroz fermentada e desidratada, sementes de girassol, linho e abóbora, farinha de linhaça, sal, açúcar, estabilizadores: (goma de guar, goma xantana, carboximetilcelulose, hidroxipropilmetilcelulose), regulador de acidez: acetato de cálcio e enzimas, xarope de glicose, maltodextrina, água, levedura, azeite e farinha de alfarroba	Sem glúten; Sem lactose	13/07/2022	9,23€

Pingo Doce	Pão de forma clássico	Água, amido de milho, amido de tapioca, farinha de arroz (8%), fécula de batata, óleo de girassol, inulina, ovo, farelo de psyllium, espessantes (goma xantana, hidroxipropilmetilcelulose), levedura, açúcar, sal, antioxidante (ácido ascórbico), aromas	Sem glúten; Sem leite; Fonte de fibra	08/10/2021	8,23€
------------	-----------------------	--	---	------------	-------