



INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE
***PROFNIT - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROPRIEDADE
INTELECTUAL E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA A INOVAÇÃO***

LEONARDO MACIEL FAISCA

**DESENVOLVIMENTO DE PROPOSTA DE VALOR DE UM DISPOSITIVO
PORTÁTIL DETECTOR DE GLÚTEN EM AMOSTRAS DE ALIMENTOS**

São João da Barra - RJ

2022

LEONARDO MACIEL FAISCA

**DESENVOLVIMENTO DE PROPOSTA DE VALOR DE UM DISPOSITIVO
PORTÁTIL DETECTOR DE GLÚTEN EM AMOSTRAS DE ALIMENTOS**

Dissertação apresentada como produto final para obtenção do grau de Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT) - ponto focal Instituto Federal Fluminense.

Orientador: Prof. Dr. Samuel Alex Coelho Campos

São João da Barra - RJ

2022

LEONARDO MACIEL FAISCA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F173d Faísca, Leonardo Maciel
Desenvolvimento de proposta de valor de um dispositivo portátil detector de glúten em amostras de alimentos / Leonardo Maciel Faísca - 2022.

50f.

Orientador: Samuel Alex Coelho Campos

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Curso de Mestrado Profissional de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT), Campos dos Goytacazes, RJ, 2022.

1. Dispositivo detector de glúten. 2. Desordens relacionadas ao glúten. 3. Contaminação cruzada. I. Campos, Samuel Alex Coelho, orient. II. Título.

LEONARDO MACIEL FAISCA

**DESENVOLVIMENTO DE PROPOSTA DE VALOR DE UM DISPOSITIVO
PORTÁTIL DETECTOR DE GLÚTEN EM AMOSTRAS DE ALIMENTOS**

Dissertação apresentada como produto final
para obtenção do grau de Mestre em
Propriedade Intelectual e Transferência de
Tecnologia para a Inovação (PROFNIT) -
ponto focal Instituto Federal Fluminense.

Aprovada em: 31/10/2022

BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 SAMUEL ALEX COELHO CAMPOS
Data: 09/02/2023 11:08:27-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Samuel Alex Coelho Campos

Documento assinado digitalmente
 JOELIA MARQUES DE CARVALHO
Data: 09/02/2023 18:24:43-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Profa. Dra. Joelia Marques de Carvalho

Documento assinado digitalmente
 MANUEL ANTONIO MOLINA PALMA
Data: 09/02/2023 15:01:35-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Manuel Antonio Molina Palma



Profa. Ma. Viviane Silva Macedo

São João da Barra - RJ

2022

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Fluminense e ao programa PROFNIT pela oportunidade de realização e conclusão do curso mesmo em meio aos desafios causados pela pandemia da COVID-19.

Ao professor Samuel Alex Coelho Campos agradeço pela orientação e constante incentivo nos momentos de dificuldades.

Aos membros da banca Joelia Marques de Carvalho, Manuel Antonio Molina Palma e Viviane Silva Macedo pela disponibilidade em avaliar este trabalho.

À minha amada família Fernanda e Miguel, por serem a base da minha vida e meus maiores incentivadores, fontes de inspiração e motivação.

Aos servidores do Programa de Pós-Graduação e do Polo de Inovação, em especial a Juliana Monteiro, pelo auxílio nos momentos em que foram solicitados.

Aos amigos de curso, em especial Ludmila, Maycon, Naira e Paulo, pela amizade, dedicação e por sempre estarem dispostos a ajudar. Vocês foram fundamentais na concretização deste trabalho.

RESUMO

O consumo de alimentos que contêm as proteínas do glúten ocasiona reações adversas em indivíduos que apresentam as desordens relacionadas ao glúten, como a doença celíaca (DC). Assim, o tratamento para estes indivíduos consiste na exclusão do glúten de sua dieta diária. No entanto, estudos demonstram que exposições acidentais a este componente ocorrem devido a contaminação cruzada em serviços de alimentação e rotulagem inadequada de produtos industrializados. Desta forma, se alimentar em restaurantes, locais de trabalho, escolas ou até mesmo na própria casa oferecem um risco considerável de contaminação por glúten. Neste contexto, buscando promover o consumo seguro aos celíacos e indivíduos portadores de outras desordens relacionadas ao glúten, o presente trabalho propôs a criação de uma proposta de valor para um dispositivo eletrônico portátil que realize a análise bioquímica dos alimentos e sinalize quanto a presença do glúten, evitando o seu consumo involuntário. Como metodologia de criação da proposta de valor do produto foi realizada uma adaptação na metodologia de Portões proposta por Cooper (2008), referência no desenvolvimento de produtos inovadores. O presente estudo concluiu os Estágios 1 e 2 da metodologia de Portões, que definiu as características e funcionalidades do produto, além de realizar uma pesquisa com o público-alvo a fim de verificar as percepções dos mesmos em relação ao produto tecnológico proposto. A pesquisa validou a utilidade da proposta de valor criada, tornando apto o desenvolvimento de um protótipo do dispositivo em trabalhos futuros.

Palavras-chave: Desordens Relacionadas ao Glúten; Contaminação Cruzada; Dispositivo de Detecção de Glúten.

ABSTRACT

Consumption of foods that contain gluten proteins causes adverse reactions in individuals who have gluten-related disorders, such as celiac disease (CD). Thus, treatment for these individuals consists of excluding gluten from their daily diet. However, studies show that accidental exposures to this component occur due to cross-contamination in food services and inadequate labeling of industrialized products. In this way, if you eat in restaurants, workplaces, schools or even at home, there is a considerable risk of gluten contamination. In this context, seeking to promote safe consumption for celiacs and individuals with other gluten-related disorders, the present work proposed the creation of a value proposition for a portable electronic device, to be developed in Brazil, that performs the biochemical analysis of foods and signal the presence of gluten, avoiding its involuntary consumption. As a methodology for creating the product's value proposition, an adaptation was made to the Gates methodology proposed by Cooper (2008), a reference in the development of innovative products. The present study concluded Stages 1 and 2 of the Gates methodology, which defined the characteristics and functionalities of the product, in addition to conducting a survey with the target audience in order to verify their perceptions in relation to the proposed technological product. The research validated the usefulness of the value proposition created, making it possible to develop a prototype of the device in future works.

Key-words: Gluten Related Disorders; Cross Contamination; Gluten Detection Device.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	9
3. REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1. Desordens Relacionadas ao Glúten	10
3.2. Desenvolvimento de Novos Produtos.....	12
3.3. Processo Stage-Gate	13
4. METODOLOGIA	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1. Desenvolvimento das etapas da Fase 1 - Portão 2	21
5.1.1. Detalhamento do problema.....	21
5.1.2. Soluções existentes	23
5.1.3. Mercado nacional	24
5.1.4. Definição do público-alvo	25
5.1.5. Planejamento das atividades do Estágio 2	26
5.2. Desenvolvimento das etapas da Fase 2 - Portão 3	26
5.2.1. Especificações técnicas e características do produto	26
5.2.2. Modelo visual do produto	28
5.2.3. Pesquisa com consumidores.....	30
5.2.3.1. Perfil dos respondentes.....	31
5.2.3.2. Dificuldades alimentares relacionadas ao glúten.....	33
5.2.3.3. Funcionalidades do produto, utilidade e intenção de compra.....	36
5.2.4. Planejamento das atividades do Estágio 3	40
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
APÊNCIDE A – PESQUISA COM O PÚBLICO-ALVO	49

1- INTRODUÇÃO

O glúten constitui-se em um complexo de proteínas insolúveis e de armazenamento, presentes em cereais como trigo, centeio e cevada. No entanto o mesmo pode ser encontrado em outros cereais e farinhas, em virtude da contaminação cruzada durante os processos de colheita, transporte e armazenamento (DEMIRKESEN; OZKAYA, 2022; OLIVEIRA, SILVA; SILVA, 2022).

O trigo é uma cultura vegetal que se adapta às mais variadas condições climáticas, sendo considerado o grão mais colhido no mundo e a base da alimentação global (RIBEIRO *et al.*, 2018; SABENÇA *et al.*, 2021). O mesmo é frequentemente utilizado no preparo de massas, devido a sua propriedade única de viscoelasticidade que lhe é conferida pela presença das proteínas do glúten (SHEWRY, 2009).

Apesar de estar presente constantemente como ingrediente na indústria alimentícia, o consumo de alimentos contendo o glúten pode desencadear reações adversas em indivíduos predispostos que sofrem de doença celíaca (DC), alergia ao trigo (AT) e sensibilidade ao glúten não celíaca (SGNC) (TARAGHIKHAH *et al.*, 2020). Estima-se que as desordens relacionadas ao glúten afetam 10% da população mundial (FALCOMER *et al.*, 2020).

O tratamento para as desordens relacionadas ao glúten consiste na exclusão completa destas proteínas da dieta alimentar, que se torna uma tarefa difícil em decorrência de restrições sociais, rotulagem imprópria de produtos industrializados e possibilidade de contaminação cruzada a nível industrial ou em serviços de alimentação (WIESER *et al.*, 2021).

Apesar do mercado de produtos isentos de glúten ter crescido consideravelmente nos últimos anos, estes produtos continuam apresentando valores mais elevados do que os convencionais, o que os tornam pouco acessíveis para classes sociais menos favorecidas (OLIVEIRA; SILVA; SILVA, 2020). O alto valor pode estar relacionado com custo elevado dos grãos utilizados para substituir o trigo e dos aditivos utilizados para aproximar as características dos produtos sem glúten daqueles que o contêm. Além disso, os produtos sem glúten necessitam de uma linha de produção separada e geralmente possuem o prazo de validade menor, apresentando menor oferta e demanda (HANCI *et al.*, 2019; DEMIRKESEN; OZKAYA, 2022).

Além dos preços elevados, estudos tem demonstrado que muitos produtos industrializados, rotulados como sendo isentos de glúten, apresentam níveis destas proteínas acima de 20 mg/kg, limite máximo tolerável estabelecido pelo *Condex Alimentarius* da Organização Mundial de Saúde e Organização de Alimento e Agricultura de 2008 (FALCOMER *et al.*, 2018). No Brasil existe a Lei Federal nº 10.674, que estabelece a obrigatoriedade de que todos os produtos alimentícios comercializados informem quanto a presença ou ausência de glúten. No entanto, erros de rotulagem são encontrados em decorrência da escassez de processos rigorosos de fabricação para evitar a contaminação cruzada por glúten e políticas de fiscalização contínua destes produtos (PINTO *et al.*, 2020).

Finalmente, outro fator que contribui para exposição inadvertida ao glúten é a contaminação cruzada dos produtos naturalmente isentos de glúten nos serviços de alimentação. Mesmo que sejam escolhidos pratos que normalmente os ingredientes não possuam glúten em sua composição, os equipamentos utilizados em sua manipulação podem também participar do preparo de alimentos que contenham estas proteínas. Como resultado, o prato escolhido sofre contaminação cruzada e passa a ser impróprio para o consumo daqueles com alguma condição adversa ao glúten, uma vez que agora contém traços da rede proteica (FARAGE; ZANDONADI, 2014).

No Brasil é baixa a disponibilidade de locais que ofertam alimentos apropriados para esse tipo de restrição alimentar, o que torna a dieta alimentar livre de glúten difícil de ser executada. Pesquisa realizada por Araújo (2011) indicou que indivíduos com DC ingerem alimentos com glúten por falta de alternativas e/ou informações em alimentos encontrados em locais públicos. A maioria desses indivíduos expressou insatisfação em relação ao preço e disponibilidade de produtos sem a presença de glúten disponíveis no mercado. Segundo Mansharamani (2015), mesmo com esse cenário adverso e precário para os indivíduos com desordens relacionadas ao glúten, tem sido observado crescimento nesse setor, e a tendência é de aumentar ainda mais a demanda por produtos e serviços nesse seguimento.

Em países desenvolvidos, como os Estados Unidos, é possível encontrar empresas especializadas em proporcionar o consumo seguro de alimentos para pessoas com intolerâncias alimentares. Pode-se citar, por exemplo, a empresa Dots Technology, que tem como produto principal um detector da presença de alérgenos alimentares por meio de moléculas de sinalização criadas pela própria empresa.

No entanto, ao se analisar o banco de patentes do INPI, Instituto Nacional da Propriedade Industrial, é possível notar poucos avanços tecnológicos relacionados ao tema, o que pode evidenciar a pouca exploração desse nicho de mercado tanto por empresas multinacionais como de empresas nacionais (FAISCA; CARVALHO, 2021).

Diante deste cenário de insegurança alimentar dos indivíduos com desordens relacionadas ao glúten e poucas tecnologias disponíveis para averiguar a presença deste componente nos alimentos, percebe-se a necessidade de elaborar um estudo para responder a seguinte questão: Qual a aceitação de um produto tecnológico portátil que proporcione o consumo seguro de alimentos às pessoas com restrições alimentares, em especial às proteínas do glúten, no Brasil?

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Desenvolver uma proposta de valor para um dispositivo tecnológico portátil, a ser comercializado no Brasil, capaz de detectar glúten em amostras de alimentos.

2.2. Objetivos Específicos

1. Efetuar uma adaptação da metodologia proposta por Cooper (2008), utilizada para o desenvolvimento de novos produtos;
2. Desenvolver as etapas do Portão 1 e 2 da metodologia proposta, que vai desde a proposição da ideia até a realização de um estudo de mercado junto ao público-alvo para avaliar a aceitação do produto tecnológico proposto;
3. Reunir dados que possam subsidiar o futuro desenvolvimento e comercialização de um dispositivo portátil indicador de glúten em amostras de alimentos e assim, contribuir para o consumo seguro de alimentos de indivíduos com desordens relacionadas ao glúten.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1- Desordens Relacionadas ao Glúten

A alergia alimentar é uma reação imunológica mediada por imunoglobulinas específicas e ocorre após a ingestão ou contato com um determinado alimento, podendo desencadear reações como alterações respiratórias, gastrointestinais, dermatite atópica e anafilaxia. Por sua vez, a intolerância alimentar é caracterizada pela dificuldade de processar e absorver um certo nutriente após o seu consumo, como por exemplo glúten ou lactose. Os sintomas geralmente ficam restritos ao sistema digestivo, gerando dores abdominais, gases e enjoo, e em casos extremos pode levar a problemas mais graves e até a morte (SOLÉ *et al.*, 2018; ASBAI, 2019).

O glúten é caracterizado por um conjunto de proteínas de reserva usadas por algumas plantas para nutrir suas sementes durante a germinação, sendo encontrado em sementes de cereais como trigo, centeio e cevada (WIESER, 2007). O consumo das proteínas do glúten pode desencadear reações adversas em indivíduos predispostos que apresenta doença celíaca (DC), alergia ao trigo (AT) e sensibilidade ao glúten não celíaca (SGNC) (Figura 1).

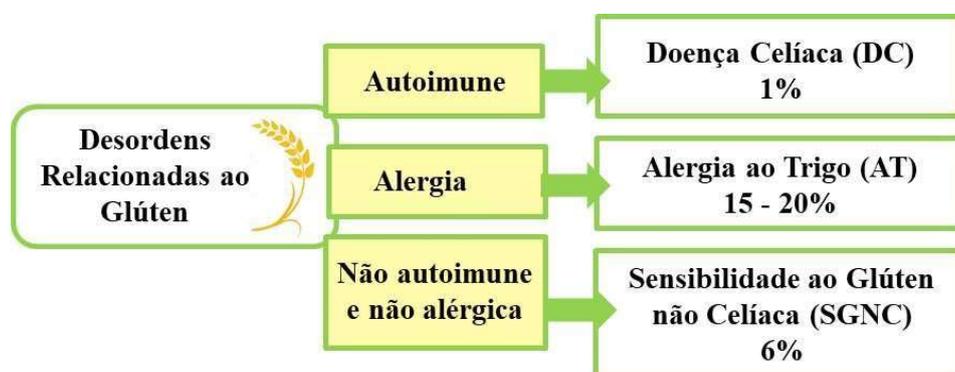


FIGURA 1. Desordens relacionadas ao glúten, sua natureza e prevalência na população mundial. Baseado em Sabença *et al.* (2021). Elaboração própria.

A Doença Celíaca (DC) é uma doença autoimune, que se caracteriza pela reação do sistema imunológico ao glúten em indivíduos geneticamente predispostos. As respostas inflamatórias em celíacos se caracterizam pela alteração na mucosa intestinal com atrofia e degeneração das vilosidades, o que afeta a absorção de nutrientes. A DC é considerada de ordem sistêmica, visto que além dos sintomas intestinais, são observadas também manifestações extra intestinais (LEONARD *et al.*,

2017; RESENDE *et. al.*, 2017; LEBWOHL; RUBIO-TAPIA, 2021; SABENÇA *et. al.*, 2021).

A alergia ao trigo (AT) é uma reação de hipersensibilidade às proteínas do trigo, mediada ou não por imunoglobulinas (IgE), no qual os sintomas clínicos ocorrem minutos ou horas após a exposição ao alérgeno. Esta exposição pode ocorrer pelo contato, inalação ou absorção de alimentos contendo trigo. Geralmente, os indivíduos com AT não apresentam sensibilidade às proteínas de outros grãos como cevada e centeio, sendo a dieta menos restritiva do que a dieta para celíacos (RESENDE *et. al.*, 2017).

A DC e AT são bem estabelecidas e caracterizadas pela comunidade científica, no entanto tem emergido outra condição relacionada ao glúten conhecida como sensibilidade ao glúten não celíaca (SGNC). A SGNC se manifesta pela combinação de sintomas intestinais e extraintestinais, similares a DC, que desaparecem com a exclusão do glúten da dieta. Grande parte da população, diagnosticada como não portadoras de DC e AT, manifesta sintomas adversos após consumo de trigo ou glúten, sendo diagnosticadas como portadoras da SGNC (BOARIM, 2018).

A prevalência da DC na população é de aproximadamente 1%, enquanto a AT varia de 15% a 20% em crianças, mas faltam dados que apresentem o quantitativo citado com mais exatidão. Em relação a SGNC, estima-se que seja a condição mais comum dos transtornos relacionados ao glúten, apresentando uma prevalência estimada seis vezes maior que a encontrada para DC, no entanto dados afirmativos são escassos devido à ausência de métodos de diagnóstico para a SGNC (ORTIZ, VALENZUELA; LUCERO, 2017; BOARIM, 2018; AL-TOMA, 2019).

O tratamento para as doenças relacionadas ao glúten consiste na dieta restritiva com exclusão das proteínas do glúten da alimentação. Apesar de serem baixas as taxas de mortalidade, o convívio com este tipo de restrição alimentar está relacionado às alterações na qualidade de vida dos indivíduos e de suas famílias, implicando em alterações na rotina familiar para evitar o contato com o alimento alergênico e maiores dificuldades para se alimentar fora de casa (FARAGE, 2014).

Apesar da maior disponibilidade de produtos alimentícios e refeições sem glúten em restaurantes e mercados em todo o mundo, a manutenção de uma dieta completamente livre de glúten é difícil devido a contaminação cruzada durante o preparo de alimentos naturalmente isentos de glúten em serviços de alimentação e rotulagem inadequada de produtos industrializados, que não são submetidos às

análises laboratoriais com frequência para comprovar se o conteúdo de glúten é considerado seguro para o consumo por celíacos (FALCOMER *et al.*, 2018; WIESER *et al.*, 2021).

No Brasil é perceptível o baixo número de pesquisas sobre o tema, além da falta de fiscalização quanto a presença de alérgenos em alimentos industrializados. Ademais, as dificuldades no diagnóstico e pouca divulgação da importância da dieta são fatores que causam inegável prejuízo à saúde das pessoas com desordens relacionadas ao glúten (CHADDAD, 2014; PAULA, CRUCINSKY; BENATI, 2014).

Desse modo, é de grande relevância o desenvolvimento de estudos que objetivem aumentar a qualidade de vida dos indivíduos com desordens relacionadas ao glúten, buscando proporcionar aos mesmos o consumo seguro de alimentos, fornecendo auxílio nos tratamentos de suas adversidades.

3.2- Desenvolvimento de Novos Produtos

O desenvolvimento de um novo produto e a utilização no cumprimento de sua função resultará em inovação. A inovação diz respeito ao desenvolvimento de novas soluções que atendam aos mercados ou de alguma forma gerem valor para a sociedade. De modo geral, o conceito de inovação pode ser entendido como a busca de valor agregado por meio de novos produtos, serviços, métodos de produção ou sistemas de gestão, podendo ocorrer de forma interna, ou com a colaboração de entidades externas à organização (CROSSAN; APAYDIN, 2010).

No contexto da inovação, o conceito de produto é entendido como um conjunto de atributos tangíveis e intangíveis que possa ser consumido por um mercado, atendendo suas necessidades e desejos. Dessa forma, o desenvolvimento de novos produtos implica em coletar informações com a finalidade de reconhecer as necessidades e desejos dos consumidores, buscando soluções comerciais adequadas para os mesmos (KOTLER, 1994; GRÜTZMANN, 2019).

Para facilitar o desenvolvimento de oportunidades de negócios relacionados a novos produtos em uma organização é importante cultivar um ambiente inovador. Para o gerenciamento desse ambiente, existe um consenso entre vários pesquisadores quanto às estratégias e melhores práticas, destacando entre elas: definição da estratégia geral da empresa; mapeamento e investimento contínuo em atividades de Pesquisa e Desenvolvimento; estabelecer alianças estratégica com

parceiros comerciais; incentivar equipe multifuncional e envolver clientes e fornecedores no processo; utilizar ferramentas apropriadas para o desenvolvimento de novos produtos, tais como o Stage-Gate (SCHILLING; HILL, 1998; BARCZAK *et al.*, 2009).

O desenvolvimento de novos produtos é capaz de gerar vantagem competitiva para a organização e está relacionado ao benefício que anteriormente não estava disponível para o cliente. Na medida em que as necessidades dos clientes são melhores atendidas, maiores serão os resultados da inovação, tanto nos aspectos de mercado quanto nos aspectos econômicos. Com isso, a vantagem competitiva atribuída pelos novos produtos tende a colocar as empresas que os desenvolvem entre as líderes de mercado (COOPER, 2008; BARCZAK *et al.*, 2009).

3.3- Processo Stage-Gate

O *Stage-Gate* é uma ferramenta amplamente difundida e utilizada para gestão de projetos inovadores. Proposto por Robert G. Cooper, este método foi criado com base em uma ampla revisão sobre boas práticas de desenvolvimento de produtos. O *Stage-Gate* se apresenta como um fluxo de estágios ou processos para gerenciamento de projetos de novos produtos, abrangendo desde a ideia inicial até o lançamento do produto no mercado (COOPER, 2008; CHAO, 2012).

Conforme Cooper (1994), a primeira geração do método foi desenvolvida pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) na década de 1960, denominado *Phased Project Planning*, onde o processo consistia num padrão detalhado de medição e controle para trabalho com fornecedores e colaboradores de diversos projetos no setor de engenharia. Ainda segundo Cooper (1996), o método passou por evoluções chegando a terceira geração, caracterizando-se pela flexibilidade e por não ser estritamente sequencial, se comparado as gerações anteriores. A terceira geração pode ser definida como um conjunto de orientações ao invés de regras e procedimentos, além de assumir os riscos inerentes ao projeto. Os processos na terceira geração representam um equilíbrio entre o cumprimento de atividades e a necessidade de agilidade.

Segundo Cooper e Edgett (2006), cada estágio do processo de desenvolvimento do projeto é composto por etapas, atividades e melhores práticas. Os portões são fases de controle de qualidade onde é possível a tomada de decisão

para a continuidade ou encerramento do projeto, de acordo com as métricas estabelecidas. Os estágios iniciais são mais simples e apresentam características de planejamento, enquanto os estágios finais são mais complexos e apresentam características executivas. Cada estágio foi desenvolvido com o intuito de reduzir os riscos e incertezas inerentes aos projetos inovadores (COOPER; EDGETT, 2006; CHAO, 2012). O processo *Stage-Gate* é ilustrado na Figura 2.

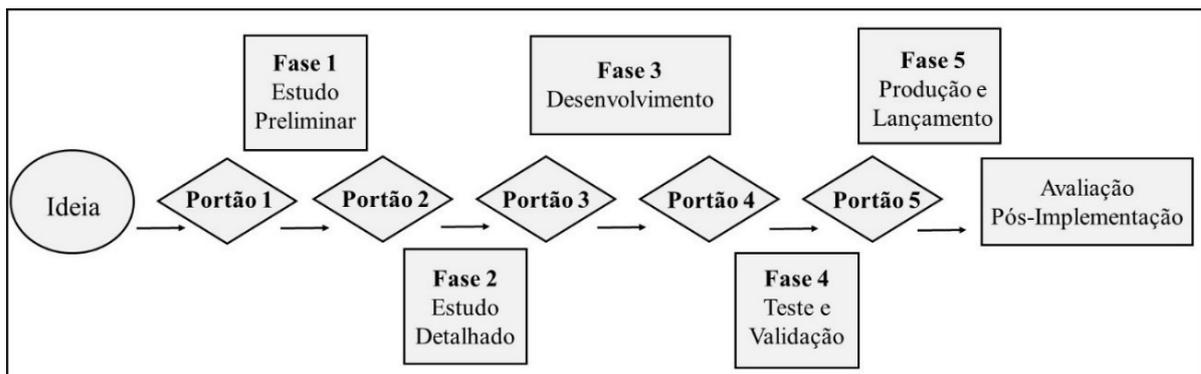


FIGURA 2. Fases do *Stage-Gate* baseado em Cooper (2008). Fonte: Elaboração própria.

Segundo Cooper (1996), a fase 1 (estudo preliminar) tem como objetivo definir o escopo do projeto. Os estudos nessa fase buscam avaliar de forma preliminar o desenvolvimento do projeto em termos de amadurecimento da ideia e avaliação do mercado para novos produtos relacionados ao seguimento.

A fase 2 (estudo detalhado) busca aprofundar os estudos sobre a definição do mercado-alvo, definição das características do produto, estratégia de posicionamento do produto no mercado, além dos requisitos e especificações do mesmo.

Na terceira fase (desenvolvimento), primeiramente é elaborado um protótipo do produto, e posteriormente é realizada a análise do mercado, buscando a opinião dos consumidores. Além disso, também fazem parte dessa fase as atividades envolvendo os planos de lançamento no mercado e projeções financeiras do negócio.

Na quarta fase (teste e validação) é a etapa em que é realizada a avaliação e a consistência e eficácia do produto em termos de laboratórios e testes com consumidores. A fase também incorpora testes de mercado e de vendas, além de uma revisão das finanças do projeto.

Por fim, a quinta fase (produção e lançamento) busca a implementação dos planos de lançamento no mercado e dos planos de produção. Para o encerramento do projeto tem-se a avaliação pós-implementação, cujo objetivo é confirmar as

finanças e avaliar o atendimento aos prazos previamente definidos no projeto, além de realizar uma reunião para debater sobre as lições aprendidas durante a elaboração do mesmo.

Dessa maneira, o *Stage-Gate* utiliza ferramentas de afinilamento quando aplicada ao desenvolvimento de novos produtos. Os *gates* são localizados em pontos do processo de desenvolvimento mais benéficos para o processo decisório, em que é verificado se os objetivos e requisitos dos *stages* anteriores foram cumpridos. De acordo com Cooper (2008), no processo *Stage-Gate* cada estágio tem um *gate* ou um ponto de decisão. Os *gates* servem como pontos de verificação de controle de qualidade e pontos de decisões de priorização, em que o projeto pode seguir para a próxima etapa de desenvolvimento, passar por alguma reformulação ou até mesmo ser extinto, de acordo com os objetivos estabelecidos.

Se os *stages* forem realizados de maneira adequada pela equipe responsável pelo projeto, o produto final terá grande probabilidade de se firmar no mercado. As vantagens da utilização desta ferramenta são amplamente difundidas, inclusive em grandes corporações que aplicaram o método e obtiveram resultados positivos, como a redução de desperdícios, organização das fases do projeto, alocação de recursos em projetos mais promissores, e aumento das chances de sucesso dos projetos (COOPER, 2008; CHAO, 2012).

Além disso, o emprego do *Stage-Gate* em organizações enfrenta desafios envolvendo questões de governança, burocratização dos processos e sistemas de aplicação errada de financiamentos referentes à inovação de produto. O *Stage-Gate* tem tornando o sistema de desenvolvimento de novos produtos mais flexível e adaptável, construindo uma melhor administração e melhoria contínua dos processos organizacionais. Ademais, é possível realizar uma adaptação no sistema para incluir também projetos envolvendo inovação aberta ou outros tipos de projetos, potencializando as oportunidades de negócios (COOPER, 2008).

4 - METODOLOGIA

A primeira etapa da pesquisa consistiu em construir um referencial teórico com base em pesquisa bibliográfica e documental, realizando levantamento na literatura sobre as desordens relacionadas ao glúten, metodologias de desenvolvimento de novos produtos, principais métodos a respeito da análise de amostras de alimentos e as tecnologias envolvidas na área. Assim, a pesquisa foi realizada em artigos publicados nas bases de dados do Periódicos Capes, Scielo, Scopus e Google Acadêmico, com a data de publicação entre os anos de 2010 e 2021, utilizando os seguintes descritores em português e inglês: “glúten”; “contaminação cruzada”; “doença celíaca”; “desenvolvimento de novos produtos”; “gluten related disorders”; “detection devices”; “gluten detection sensor”; “gluten free products”.

Na segunda etapa foram elaboradas e definidas as características e funcionalidades de um produto capaz de realizar a análise de uma amostra de alimentos e sinalizar quanto à presença do glúten. A metodologia escolhida para o seu desenvolvimento foi uma adaptação da metodologia *Stage-Gate*, proposta por Cooper (2008). Para tal, foram concluídas nesta pesquisa as etapas da Fase 1 e Fase 2, que vai desde o amadurecimento da ideia do produto até a definição do mesmo, passando por estudos de mercado. Segundo Cooper (2008), concluindo estas etapas o produto terá uma proposta de valor bem definida e assim, passando pelo Portão 3, se tornará apta para o desenvolvimento de um protótipo.

Para que as etapas da Fase 1, Estudo Preliminar, fossem consideradas satisfatórias, foi realizada pesquisa a fim de detalhar cada um dos itens propostos pela metodologia por meio de buscas nas bases científicas citadas anteriormente. Além disso, foi realizada busca empírica em sites que comercializam produtos naturais e eletroeletrônicos alimentares ou relacionados à saúde, buscando por produtos com finalidade similar. Por fim, para a conclusão deste estágio e a liberação do Portão 2, foi desenvolvido um planejamento das atividades a serem realizadas no próximo estágio de desenvolvimento. Na Figura 3 é possível visualizar as etapas propostas para a Fase 1- Estudo Preliminar.

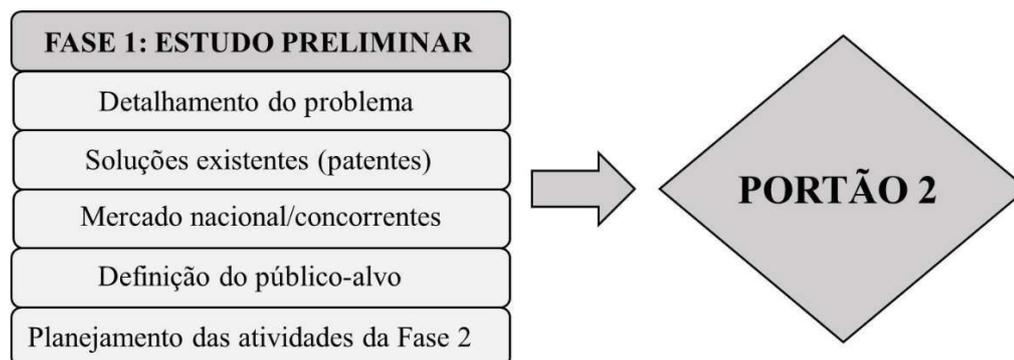


FIGURA 3. Etapas para a conclusão da Fase 1 - Investigação Preliminar. Fonte: Elaboração própria.

No primeiro item, Detalhamento do Problema, foi realizada a pesquisa a fim de descrever detalhadamente o problema que será solucionado com o desenvolvimento do produto proposto. No item “Soluções Existentes” foram realizadas buscas em documentos de patentes utilizando os recursos disponíveis na plataforma ORBIT, que é um software de negócios que faz pesquisas, seleção, análise e exportação de informações contidas em patentes. Além disso foi buscado também estudos acadêmicos relacionados às soluções que objetivam resolver o mesmo problema detalhado no item anterior. No item “Mercado Nacional e Concorrentes”, o objetivo foi buscar no mercado nacional se existe algum produto de detecção de glúten sendo comercializado no Brasil e identificar as empresas que poderiam ser um concorrente em potencial do produto proposto por este estudo.

No item “Definição do Público-Alvo”, a finalidade foi identificar o público específico que se destina o produto proposto e também entender os padrões de consumo desse público específico. Por fim, no item Planejamento das Atividades da Fase 2, foram definidas quais atividades serão desenvolvidas no próximo estágio de desenvolvimento do produto proposto, dando continuidade aos estudos e estando apto a prosseguir para o próximo portão.

Para a conclusão da Fase 2, Estudo Detalhado, foram definidas as especificações técnicas do produto, com relação as suas funcionalidades e características, além da produção de um esboço estético do produto final. Com essas definições, foi realizada uma pesquisa qualitativa junto ao público-alvo definido no estágio anterior, por meio de questionário. Segundo Neves (1996), a pesquisa qualitativa pode ser definida como um conjunto de diferentes técnicas interpretativas que visam a descrever os componentes de um sistema complexo de significados. Na Figura 4 são demonstrados os itens desenvolvidos referentes a Fase 2.

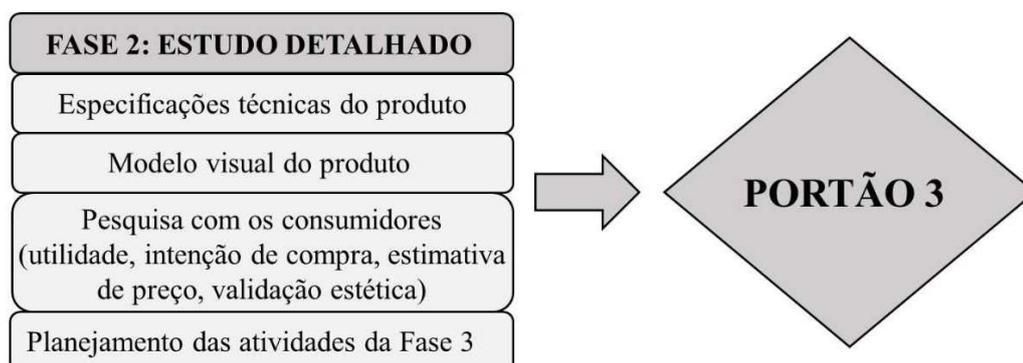


FIGURA 4 - Etapas para a conclusão da Fase 2 - Estudo Detalhado. Fonte: Elaboração própria.

O primeiro item da Fase 2, “Especificações Técnicas do Produto”, foram detalhadas as funcionalidades e características do produto proposto e como essas funcionalidades serão construídas, tomando como base artigos científicos e documentos de patentes em domínio público. No item “Modelo Visual do Produto” foi desenvolvido um desenho técnico do mesmo, representando todas as partes que o compõe de forma detalhada. A partir do modelo visual, foi realizada a etapa da “Pesquisa com os Consumidores”, que consistiu em um questionário para responder questões sobre as percepções do produto por parte dos consumidores, intenção de compra e estimativa de preço.

A aplicação do questionário foi realizada em fevereiro de 2022, no formato *online*, com uma amostragem não probabilística, em que uma descrição do produto proposto juntamente às suas funcionalidades foi apresentada. Em seguida, foram elencadas perguntas para verificar o perfil destes possíveis consumidores e conhecer as suas impressões quanto às funcionalidades do produto, sua praticidade, utilidade, aparência e se, de fato, adquiririam o produto apresentado. Desta forma, o questionário com o público-alvo auxilia na validação da proposta e assim, a liberação do Portão 3. O questionário foi desenvolvido de maneira que em nenhum momento fosse possível identificar os respondentes, além de evitar perguntas que pudessem expor informações pessoais ou dados sensíveis. As perguntas do questionário estão disponíveis no Apêndice A.

A coleta de dados foi feita por meio de um formulário utilizando o pacote de formulários da ferramenta *Google Forms*. A fim de ampliar a divulgação do formulário para que pudesse alcançar pessoas com desordens relacionadas ao glúten de diversas regiões do Brasil, foram utilizadas as redes sociais *Instagram* e *Facebook*,

por meio do auxílio de perfis e páginas relacionadas à doença celíaca com mais de 10 mil seguidores, que fizeram o compartilhamento de um *link* que direcionava para o questionário.

Em decorrência das dificuldades em relação ao diagnóstico e cuidados em serviços de saúde, pessoas com desordens relacionadas ao glúten tem buscado constantemente informações e apoio em grupos existentes em redes sociais (PAULA; CRUCINSKY; BENATI, 2014). Segundo Araújo *et. al.* (2019), o uso das redes sociais possibilita a obtenção de dados confiáveis, rápidos, de baixo custo e com potencial de alcance a uma ampla e diversa gama de usuários.

Com relação a amostragem, como a população exata de celíacos no Brasil não é definida, não foi possível estimar um número ideal de respondentes do questionário que representasse toda a população. Assim, inicialmente objetivou-se atingir o quantitativo de 20 a 30 respondentes, pois segundo Morse (1994) e Creswell (1998) este seria um quantitativo mínimo consensual para qualquer tipo de investigação qualitativa. No entanto, com o auxílio das redes sociais foi possível alcançar um número de 95 respondentes, superando as expectativas iniciais.

Por fim, foi realizado um planejamento das atividades a serem desenvolvidas nos estágios seguintes, que poderão ser executadas em trabalhos futuros. Com a liberação do Portão 3, segundo a metodologia de Cooper (2008), serão fornecidos subsídios suficientes para a determinação de viabilidade do modelo proposto, o que faz com que o produto esteja pronto para o trabalho de desenvolvimento técnico e *feedback* inicial dos possíveis clientes junto a um protótipo do produto em questão.

As adaptações realizadas partindo da metodologia de Cooper (2008) foram desenvolvidas levando em conta projetos de produtos inovadores elaborados com o apoio de instituições de ensino, incubadoras ou em cenários em que não existirão a infraestrutura, material humano e apoio logístico que uma empresa consolidada pode ofertar, uma vez que a metodologia de Cooper (2008) sugere uma equipe com profissionais de áreas diferentes para avaliar se o desenvolvimento em questão está de acordo com os recursos disponíveis na organização. Por esse motivo, os estudos referentes ao negócio em si foram posicionados nas últimas etapas do processo de desenvolvimento do produto, possibilitando que alterações futuras com relação a rede de apoio e infraestrutura possa ser incorporada na parte final do desenvolvimento sem comprometer os estudos realizados nas etapas anteriores.

No Quadro 1 estão detalhadas as adaptações realizadas na metodologia de Cooper (2008) referentes às Fases 1 e 2, que fazem parte do escopo deste trabalho, e também as demais fases, estando listadas as atividades necessárias referentes a cada uma das fases de desenvolvimento do produto e, conseqüentemente, a liberação nos referidos portões.

QUADRO 1. Detalhamento das atividades a serem desenvolvidas em cada fase da adaptação da metodologia de portões de Cooper (2008). Fonte: Elaboração própria.

FASES	PORTÕES
Proposição inicial da ideia	Avanço para o Portão 1
Fase 1: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Detalhamento do problema ✓ Soluções existentes (patentes) ✓ Mercado nacional / concorrentes ✓ Definição do público-alvo ✓ Planejamento das atividades da Fase-2 	Avanço para o Portão 2
Fase 2: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Especificações técnicas do produto ✓ Modelo visual do produto ✓ Pesquisa com consumidores ✓ Planejamento das atividades da Fase-3 	Avanço para o Portão 3
Fase 3: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Desenvolvimento do protótipo ✓ Plano de Marketing ✓ Estimativa de custo/produção ✓ Planejamento de testes 	Avanço para o Portão 4
Fase 4: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Realização de testes ✓ Melhorias identificadas ✓ Pesquisa com o protótipo (Versão final) ✓ Melhorias finais 	Avanço para o Portão 5
Fase 5: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Aperfeiçoamento/adaptação do negócio ✓ Lançamento no mercado 	Realização da avaliação pós-implementação

5- RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1- Desenvolvimento das Etapas da Fase 1 – Portão 2.

5.1.1. Detalhamento do problema

As desordens relacionadas ao glúten, compreendendo a doença celíaca (DC), alergia ao trigo (AT) e sensibilidade ao glúten não celíaca (SGNC), afetam aproximadamente 10% da população mundial (FALCOMER *et al.*, 2020). Para estes indivíduos a exposição às proteínas do glúten desencadeia reações adversas, que são evitadas pela retirada deste complexo proteico da dieta alimentar. Entretanto, essa dieta restritiva muitas vezes é difícil de ser seguida devido à contaminação não intencional de alimentos naturalmente sem glúten, rotulagem inadequada e restrições sociais (REJ; AZIZ; SANDERS, 2020; WIESER *et al.* 2021).

Estudo realizado por Wieser *et al.* (2021) revelou que tanto os alimentos naturalmente sem glúten, bem como os alimentos rotulados como isentos de glúten, podem estar fortemente contaminados com este alérgeno em níveis acima de 20 mg/kg, limite máximo de contaminação por glúten em indivíduos predispostos, estabelecido pelo “Codex Alimentarius” de 2008.

A necessidade de se alimentar fora de casa, como em restaurantes ou local de trabalho, aumenta consideravelmente o risco de exposição às proteínas do glúten devido à contaminação cruzada. Mesmo optando por um alimento que não contenha naturalmente a presença de glúten, pode ocorrer a contaminação não intencional por parte do estabelecimento comercial, por meio de um utensílio compartilhado com outros preparos, um óleo utilizado para frituras de alimentos que contenham glúten ou até um condimento industrializado que contenha este componente em sua composição.

Em um estudo realizado na cidade de Brasília, foram coletadas amostras de feijão de diferentes restaurantes para análise do teor de glúten. Os resultados demonstraram que 16% das amostras estavam contaminadas com glúten acima de 20 mg/kg e quase 45% dos restaurantes apresentavam contaminação por glúten em feijão em pelo menos um dos dias testados (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

A contaminação por glúten em produtos oferecidos por serviços de alimentação e indústria também foi relatada em uma revisão, em que foram analisados 24 trabalhos. Os resultados demonstraram prevalência de 42% de contaminação em

produtos oferecidos pelos serviços de alimentação e 13% de contaminação em produtos industrializados rotulados como sem glúten (FALCOMER *et al.*, 2020).

Atualmente, avanços crescentes têm sido observado na indústria de produtos sem glúten, que são alternativas aos alimentos tracionais que contêm glúten, mas que são elaborados utilizando ingredientes alternativos e novas técnicas de processamento, o que permite rotular tais alimentos como isentos de glúten (RAI; KAUR; CHOPRA, 2018).

No entanto, as contaminações por alimentos industrializados livres de glúten são observadas devido às informações imprecisas em seus rótulos. Embora exista legislação específica sobre a rotulagem de produtos, constata-se fraca atuação na fiscalização e comprovação desses rótulos. Mesmo que o alimento seja elaborado a partir de ingredientes que naturalmente não tenha a presença do glúten, pode ocorrer a contaminação cruzada do mesmo durante a produção, transporte e estocagem. Fatores que corroboram com essa ideia podem ser observados quando, algumas vezes, as próprias empresas fabricantes desses alimentos vêm a público informando da possibilidade de presença de glúten em certos produtos que, anteriormente, informavam em suas embalagens estar livres deste alérgeno (CHADDAD, 2014; ANVISA, 2015; ANVISA 2016).

Aliado a isto, um grande fator de preocupação em relação à contaminação por glúten se refere a uma fonte oculta deste componente presente em alimentos, cosméticos e medicamentos, o chamado “Glúten Vital (GV). O GV é um subproduto do amido do trigo, que devido à propriedade de se ligar água e atuar como um espessante, tem sido muito utilizado para melhorar a qualidade de alguns alimentos, como sorvetes, molhos, sopas instantâneas, produtos à base de carne e produtos veganos (WIESER *et. al.* 2021).

Diante do exposto, a questão problema consiste na incerteza quanto a presença de glúten em alimentos que naturalmente não possuem tal substância oferecidos em estabelecimentos de alimentação e naqueles rotulados como sendo isentos de glúten. Com isso, indivíduos portadores de desordens relacionadas ao glúten podem se contaminar acidentalmente ao consumir estes alimentos, o que poderá comprometer significativamente sua saúde.

Assim, visando proporcionar um consumo seguro de alimentos a esses indivíduos, seria de grande importância a utilização de um dispositivo para detectar a possível presença de glúten nesses alimentos, por meio de um método rápido e

prático, já que esta análise ocorreria longe dos procedimentos laboratoriais por se situarem no cotidiano da vida dos indivíduos com desordens relacionadas ao glúten.

5.1.2. Soluções existentes

Para tentar solucionar o problema citado acima, diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas ao redor do mundo. Na Áustria, Elsayed *et al.* (2020) descrevem um dispositivo que utiliza micro-fluídos para enriquecimento de uma amostra de alimentos e assim analisa a possível quantidade de glúten nela presente. Nos Estados Unidos, Zhang *et al.* (2019) descrevem um dispositivo que integra processamento e detecção de glúten em um dispositivo portátil, proporcionando velocidade e a confiabilidade dos resultados para os consumidores. Outro dispositivo similar é descrito por Lin *et al.* (2017), consistindo em um dispositivo descartável acoplado a um leitor tipo chaveiro eletrônico, otimizado para detectar os cinco principais antígenos alimentares em amendoim, avelã, trigo, leite e ovos. Ao realizar testes em condições de restaurante, os autores detectaram o glúten em itens alimentares que a princípio não deveriam ter a presença do alérgeno.

Pensando na combinação de detecção de alérgenos com telefones celulares, Carvalho e Raneti (2017) realizaram uma revisão que explora essa junção, propiciando o desenvolvimento de plataformas de laboratório em *smartphone*. Este tipo de tecnologia oferece vantagens significativas em termos de baixo custo e facilidade de operação, utilizando o mínimo de equipamentos e pouco envolvimento do usuário. Além dos estudos acadêmicos, Faisca e Carvalho (2021) identificaram algumas empresas que atuam no mercado oferecendo um kit para realizar análise de amostras de alimentos a fim de identificar algumas substâncias alérgicas.

Ao se analisar o banco de patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), autarquia federal vinculada ao Ministério da Economia responsável pela gestão do sistema brasileiro de concessão e garantia de direitos de propriedade intelectual, nenhum dos estudos citados acima buscaram proteção por meio de patentes para suas invenções. Além dos autores citados, foi realizada uma busca no banco de patentes do INPI, mas nenhum outro pedido de patente similar ao produto proposto foi encontrado. A única menção à detecção de glúten encontrada na pesquisa foi em relação a um método de análise laboratorial, mas a patente em

questão já se encontra em domínio público, uma vez que já fazem mais de 25 anos de sua publicação.

5.1.3. Mercado nacional

O mercado de produtos industrializados livres de glúten vem crescendo durante os últimos anos no Brasil, acompanhando uma tendência no mundo inteiro. Estima-se que o mercado sem glúten cresceu mais de 400% entre os anos de 2005 a 2020. Além do aumento na procura desse tipo de produto sem glúten, tal mercado cresce de maneira exponencial porque, enquanto a margem líquida de commodities é de cerca de 5 a 10% na indústria de alimentos, para os produtos sem glúten esse valor sobe para 30%. Apenas entre os celíacos, 55% deles gastam em torno de 30% de seu orçamento em itens isentos das proteínas do glúten (ASBAI, 2021; KULSHRESTHA, 2022).

Os números acima indicam relevância do mercado de produtos sem glúten. Por mais que parte desses consumidores adquiram produtos sem glúten por escolher uma alimentação mais saudável, o número de pessoas com doença celíaca compõe a maior parte desse público consumidor, com aproximadamente 2 milhões de celíacos no Brasil, segundo a FENALCEBRA (2021). Apesar desse forte mercado de produtos alimentícios sem glúten, não foi possível observar no mercado equipamentos que possam dar suporte e segurança durante a dieta alimentar livre de glúten (FAISCA; CARVALHO, 2021).

Os fabricantes e distribuidores que atendem ao público celíaco no Brasil se limitam a produtos alimentícios. Em outros países, como Estados Unidos e alguns países da Europa, é possível encontrar algumas empresas com produtos tecnológicos especializados, como o *Nima Labs* (Nima, Nima Labs, Inc., San Francisco, CA, USA), com domínio tecnológico nas áreas de análise biológica de materiais e a *Dots Technology*, com atuação em uma variedade de soluções industriais para a detecção de substâncias em alimentos. Nenhuma das empresas evidenciadas pela pesquisa atua no mercado nacional, além de não protegerem nenhuma das patentes de seus portfólios no INPI, indicando a inexistência de possíveis concorrentes nesse ramo específico no Brasil.

5.1.4. Definição do público-alvo

Atualmente uma parcela da população, que não apresenta as desordens relacionadas ao glúten, está optando pelo consumo de produtos alimentares sem a presença deste componente, por considerar erroneamente que tais produtos são mais saudáveis (MARTINS, 2015). Entretanto, o fato destas pessoas eventualmente consumir alimentos que contenha glúten não acarretará em danos graves a sua saúde. Esse cenário não se repete aos portadores de Doença Celíaca (DC), alergia ao trigo (AT) e sensibilidade ao glúten não celíaca (SGNC), em que a exposição a este complexo proteico pode desencadear reações adversas.

Portanto, o público consumidor que se destinaria o dispositivo proposto seria de aproximadamente 2 milhões de pessoas no Brasil, que é o número aproximado de celíacos no país de acordo com a Federação Nacional das Associações de Celíacos do Brasil (FENACELBRA), contudo, essa proporção pode ser ainda maior, já que as pesquisas apontam apenas os já diagnosticados.

Além dos celíacos, o dispositivo portátil seria de grande relevância para os indivíduos portadores da SGNC e AT. No entanto, não se tem dados do percentual deste público no Brasil, no caso da SGNC isso se deve à falta do diagnóstico em decorrência da inexistência de marcadores específicos. Por fim, é possível apontar a possibilidade de restaurantes e redes hoteleiras adquirirem o dispositivo proposto a fim de proporcionar o consumo seguro para seus clientes, podendo assim se tornar potenciais clientes (RESENDE *et. al.*, 2017).

Embora o número estimado de pessoas com desordens relacionadas ao glúten seja elevado, as mesmas se encontram espalhadas por todo o território nacional, não existindo pesquisas quantitativas específicas relacionadas a essa concentração populacional. Deste modo, será preciso buscar ações para alcançar esse público-alvo levando em consideração os desafios geográficos, como campanhas direcionadas por meio de tecnologias digitais. Além disso, os canais de acesso ao público-alvo também deverão levar em conta os desafios relacionados a distância em que os consumidores em potencial estarão localizados, interferindo na logística e implementação do modelo de negócios.

5.1.5. Planejamento das atividades do Estágio 2

De acordo com o que foi descrito acima pode-se concluir que a ideia inicial justifica uma investigação aprofundada, devido as complexidades do problema apresentado e a aparente falta de equipamentos relacionados no mercado nacional que busquem solucionar estes problemas. Por isso, pode-se afirmar que o desenvolvimento do produto pode seguir para os estágios posteriores a fim de buscar respostas mais aprofundadas a respeito do dispositivo.

Para buscar as respostas mencionadas acima, no Estágio 2 foram realizados estudos a fim de especificar as características e funções de um produto tecnológico que consiga realizar a análise bioquímica de alimentos e sinalize quanto a presença de glúten, solucionando assim o problema identificado. Após esta etapa, foi desenvolvido um esboço gráfico desse produto tecnológico e por fim, realizada uma pesquisa com o público-alvo definido a fim de analisar as percepções em relação ao dispositivo proposto.

5.2- Desenvolvimento das Etapas da Fase 2 – Portão 3

5.2.1. Especificações técnicas e características do produto

O produto em questão deverá ser capaz de realizar a análise de uma amostra de alimento e sinalizar quanto a presença ou não de glúten. Para isso, o produto deverá possuir uma cápsula descartável com um fluido, que ao entrar em contato com a amostra de alimento seja capaz de reagir a presença de glúten, resultando na alteração de cor da amostra. A cápsula deverá ser introduzida em um dispositivo eletrônico que possa identificar a reação ocorrida no interior da cápsula descartável por meio de um leitor óptico e assim, possa identificar por meio de uma escala de variação de coloração no interior da cápsula, a presença ou não de glúten na amostra.

Para atender às necessidades descritas nas seções anteriores, algumas características são essenciais para a proposta do produto. Inicialmente, é primordial que o dispositivo seja portátil, podendo ser utilizado em casa, restaurantes e ambiente de trabalho, fazendo parte assim do cotidiano dos indivíduos portadores de desordens relacionadas ao glúten. Para que o dispositivo atenda a estas situações, é necessário que tenha um tamanho pequeno, possibilitando ser carregado de maneira simples pelos usuários dentro de suas bolsas, malas e similares. Outro ponto importante está

relacionado a sua bateria, que deve possibilitar uma autonomia suficiente para um dia inteiro sem que tenha que ser recarregada.

Estudo realizado por Wolf *et al.* (2020), em que buscou-se verificar as percepções de adolescentes e adultos em relação ao dispositivo de detecção de glúten *Nima*, constatou que o tamanho do dispositivo foi apontado como um elemento fundamental pelos usuários, visto que permite a utilização em viagens e possibilita a estes indivíduos maior confiança para experimentos novos alimentos e/ou restaurantes.

Com relação à usabilidade, espera-se que o dispositivo possibilite que mesmo os usuários sem conhecimentos prévios relacionados a análises bioquímicas possam utilizar sem dificuldades. Caberá ao usuário retirar o lacre de segurança da cápsula descartável e introduzir uma pequena amostra do alimento em que se pretende realizar análise e em seguida encaixar a cápsula no dispositivo para que o mesmo faça o procedimento de detecção. A resposta da análise será passada para o usuário por meio de um visor presente no corpo do dispositivo. Como o dispositivo poderá ser utilizado em restaurantes, é importante que o tempo total entre a introdução na amostra de alimento na cápsula descartável e a resposta quando a presença de glúten seja em um curto espaço de tempo, com limite estimado de três minutos, dependendo da viabilidade técnica observada em etapas futuras.

Por fim, vale destacar um dos aspectos mais importantes, que está relacionado com a confiabilidade da análise realizada pelo dispositivo, uma vez que uma imprecisão na mesma pode acarretar em problemas de saúde para os usuários. Para garantir a precisão da análise, o método escolhido foi o ELISA, que é um método imunológico onde uma enzima específica reage com um substrato incolor para produzir um produto colorido, ligando-se covalentemente a um anticorpo específico que reconhece o antígeno alvo, ou seja, o glúten. Caso haja a presença de glúten, o complexo anticorpo-enzima irá ligar-se a ele e a enzima catalisará a reação, alterando a coloração da solução. A vantagem do método se deve à estabilidade e o baixo volume de reagentes, resultados de caráter quantitativo e rápido diagnóstico (BICUDO, 2010).

Desse modo, o fluido presente na cápsula descartável deverá ser composto pelo reagente em questão, que ao entrar em contato com glúten, sofrerá uma alteração de sua coloração, dependendo da quantidade de glúten presente na amostra de alimento. De acordo com a Comissão *Codex Alimentarius*- programa

conjunto da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e da Organização Mundial da Saúde (OMS) - um alimento livre de glúten deve conter menos de 20ppm (partes por milhão) de glúten (QUINTANA, 2011). Todas as normas do *Codex* foram baseadas em pesquisas científicas, e o número de 20ppm foi baseado nas pesquisas que tiveram como objetivo identificar um valor de traços de glúten que fosse seguro para a maioria dos celíacos.

Para aumentar a confiabilidade e segurança do produto, é preciso que seja definida uma margem de erro segura, uma vez que o método ELISA pode subestimar o quantitativo de glúten, dependendo de certos tipos específicos de cereais, como a aveia (COMINO *et al.*, 2011; WIESER *et al.*, 2021). Na etapa de testes do protótipo do produto, a margem de erro em questão deverá ser definida por meio de testes específicos em que os cereais citados acima sejam exaustivamente testados pelo método de análise.

5.2.2. Modelo visual do produto

Nesta etapa de desenvolvimento foi criado um esboço visual do produto proposto, com a finalidade de destacar seus diferentes componentes. Além disso, a elaboração do esboço visual referente ao produto é importante, pois o mesmo será utilizado em etapas posteriores do desenvolvimento para coleta das percepções iniciais do público-alvo. A Figura 5 apresenta o resultado do desenvolvimento do esboço visual do produto proposto.

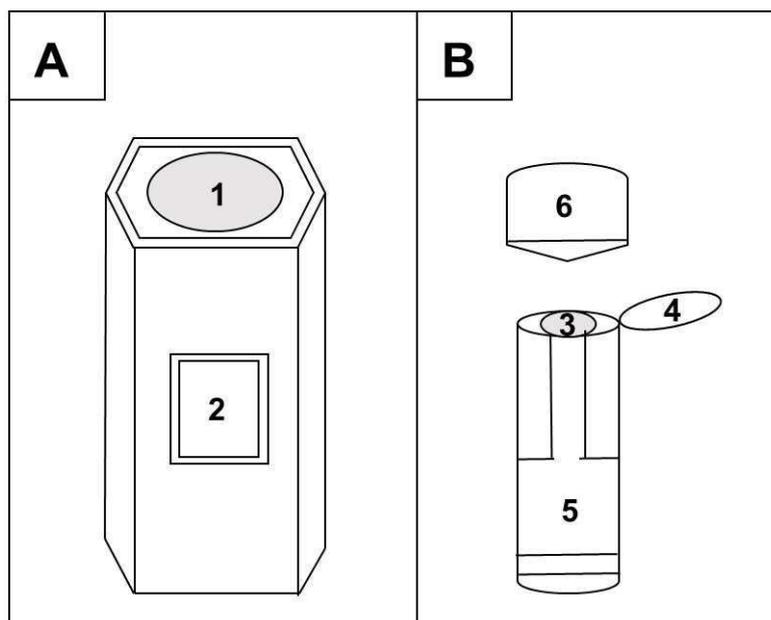


Figura 5 – Esboço visual do produto. Protótipo do dispositivo (5A); local para inserir a cápsula (A1); Visor do dispositivo (A2). Protótipo da cápsula descartável (5B); local para inserção do alimento a ser analisado (B3); lacre de proteção (B4); local onde ficará armazenada a solução reagente (B5); tampa da cápsula (B6).

Fonte: Elaboração própria.

O esboço visual é dividido em duas partes, sendo a Figura 5A se referindo ao protótipo do dispositivo e a Figura 5B se referindo à cápsula descartável. O dispositivo apresentará o formato hexagonal, com tamanho previsto em torno de 8 centímetros (Figura 5A). Este tamanho facilita a portabilidade do dispositivo, além de ser o suficiente para abrigar a bateria, leitor óptico que reconhecerá a variação na amostra e demais componentes eletrônicos que serão responsáveis por transmitir a resposta da análise para a tela na região frontal do dispositivo (Figura 5A-2). Além disso, o dispositivo conta com uma cavidade na região superior, na qual será inserida a cápsula descartável com a amostra de alimento para que seja feita a análise (Figura 5A-1).

A cápsula descartável possui formato cilíndrico, com tamanho aproximado de 5 centímetros (Figura 5B). Possui uma tampa removível (Figura 5B-6), que deverá ser retirada para a introdução da amostra de alimentos em uma cavidade superior (Figura 5B-3) após a retirada do lacre de proteção (Figura 5B-4). No interior da cápsula descartável será encontrada a solução reagente, que virá pronta do fabricante diretamente para o usuário final e estará apta a receber a amostra de alimentos (Figura 5B-5).

Para a realização de uma análise, será necessário que o usuário retire a tampa (Figura 5B-6) e remova o lacre de proteção de uma cápsula descartável (Figura 5B-4), introduza uma amostra de alimentos na cavidade superior da cápsula (Figura 5B-3), feche a cápsula utilizando a tampa, encaixe a cápsula na cavidade do corpo do dispositivo (Figura 5A-1) e aguarde para que a reação ocorra e o resultado da análise seja retornado pelo visor do dispositivo (Figura 5A-2). Este visor exibirá a informação de que a amostra de alimento possui glúten ou não, o que esclarecerá se o alimento em questão é seguro para o consumo. É válido destacar que a amostra de alimento pode ser de diferentes formatos e tipos, desde que possua um tamanho adequado para ser introduzida na cápsula descartável.

5.2.3. Pesquisa com consumidores

Foi direcionado um questionário ao público com desordens relacionadas ao glúten, estipulado como público-alvo para o produto proposto nas etapas anteriores do desenvolvimento. Como a disposição geográfica destes indivíduos está distribuída por todo o território nacional, o questionário foi aplicado de forma *online*, o que possibilita ter acesso às pessoas das mais variadas regiões do país. As perguntas do questionário foram divididas em três partes, sendo a primeira parte composta de perguntas relacionadas a idade, sexo e renda aproximada, a fim de conhecer o perfil dos respondentes. Além disso, foi perguntado também sobre o número de habitantes presentes na cidade em que mora. Esta parte do questionário foi desenvolvida com a finalidade de reconhecer o perfil geral de cada respondente com relação a fatores demográficos.

A segunda parte do questionário se iniciou com um breve informativo sobre alergias e intolerâncias alimentares, sintomas e os principais alimentos que causam as reações adversas, dando ênfase ao glúten. Em seguida, foi questionado sobre quais membros da família do respondente apresentavam alergia ou intolerância alimentar, e quais alimentos desencadeavam as reações. Por fim, foi perguntado sobre a sensação de segurança quanto aos rótulos de produtos industrializados e também a sensação de segurança ao se alimentar fora de suas casas, além de questionar se já sofreram alguma reação adversa.

A terceira parte do questionário se inicia com a apresentação do esboço visual do dispositivo proposto (Figura 5) e a breve descrição de suas funcionalidades e

características. Após a apresentação do dispositivo, foi questionado sobre o entendimento dos respondentes quanto ao seu funcionamento e sua utilidade. Além disso, foi questionado se o dispositivo proporcionaria maior sensação de segurança nos momentos em que pudesse ter dúvidas quanto aos componentes bioquímicos presentes em suas refeições. Em seguida foi levantada a intenção de compra com relação ao produto proposto por parte dos respondentes e também uma estimativa de valor que estariam dispostos a pagar por ele, caso estivesse disponível no mercado. O questionário se encerra com um campo de texto livre para o respondente apresentar sugestões e apontamentos que julgassem pertinentes.

5.2.3.1. Perfil dos respondentes

Em relação ao sexo dos respondentes, a maior parcela é do sexo feminino, sendo 88% mulheres e 12% do sexo masculino (Figura 6A). Este número elevado de mulheres celíacas em relação aos homens corrobora com os estudos de Araújo *et. al.* (2010) e Silva (2019). Trabalho realizado por Singh (2018) com a finalidade de verificar o perfil dos celíacos no mundo, também demonstrou prevalência do sexo feminino.

No que diz respeito à faixa etária, 42% estão situados na faixa etária de 26 a 35 anos, 39% são os respondentes de idade entre 36 a 45 anos, 8% entre 46 a 55 anos, 6% possuem menos de 25 anos e 5% apresentam 55 anos ou mais (Figura 6B).

A partir destes dados pode-se inferir que as mulheres entre as idades de 26 a 45 anos compõem a maior parcela do público-alvo definido para o produto proposto. Estes dados podem direcionar campanhas futuras de divulgação que devem ser direcionadas a essa parcela da população, o que pode auxiliar na maior adesão ao dispositivo proposto.

Com relação ao tamanho populacional dos municípios em que os respondentes residem, o questionário obteve respostas de pessoas morando em cidades de perfis variados, com predomínio de 74% em cidades com mais de 300 mil habitantes. Em seguida, com 15%, cidades entre 150 e 300 mil habitantes, e 6% para cidades entre 50 e 150 mil habitantes. Por fim, com 5%, as cidades com menos de 50 mil habitantes (Figura 6C).

A maioria dos respondentes do questionário residem em cidades com mais de 300 mil habitantes, sendo consideradas cidades grandes e geralmente são cidades

economicamente mais desenvolvidas. Com isso pode-se concluir que foi de grande valia saber a percepção dessa parcela dos consumidores referente ao valor do produto proposto, além do conhecimento sobre produtos com características similares ao mesmo. Além do tamanho das cidades, o questionário obteve respondentes de todas as regiões do Brasil, sendo a maior parte da região sudeste, residindo na cidade de São Paulo.

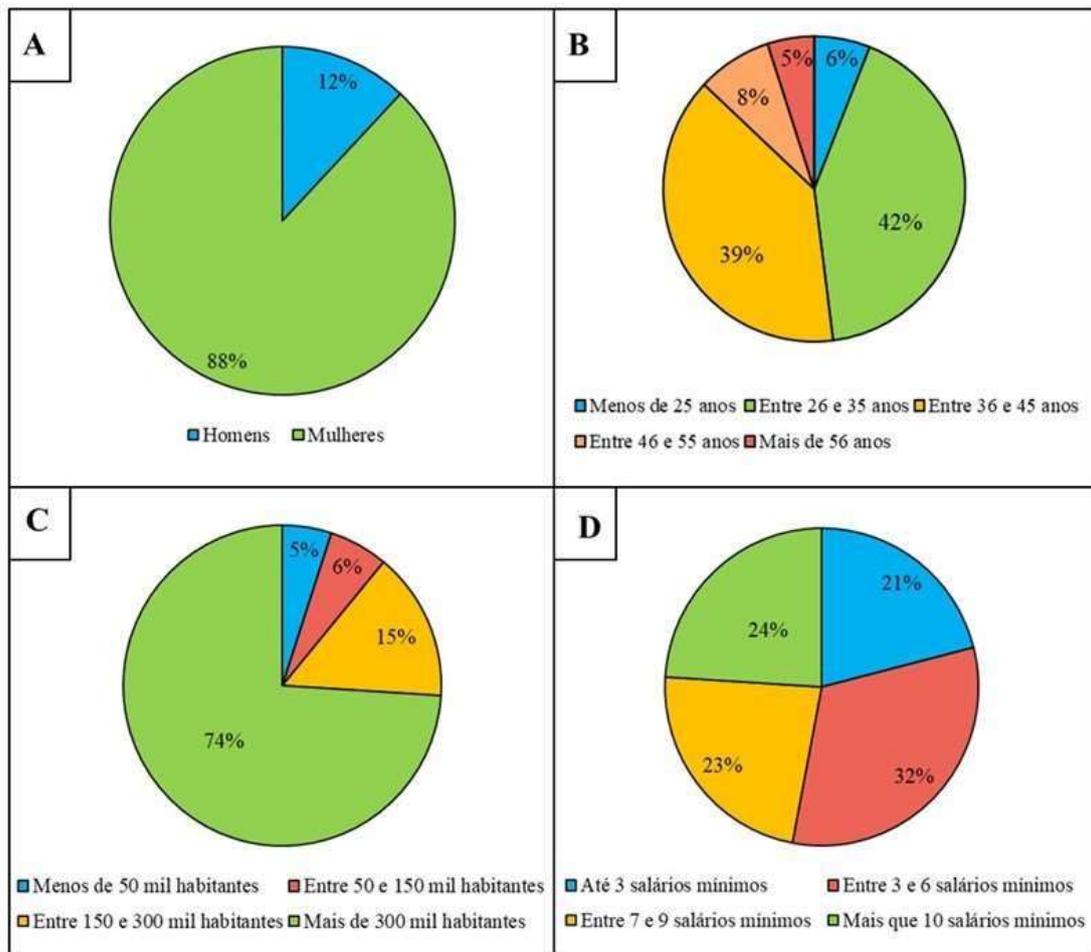


Figura 6. Perfil dos celíacos participantes da pesquisa quanto ao sexo (A), faixa etária (B), população da cidade em que residem (C) e faixa salarial (D).

Fonte: Elaboração própria.

A primeira parte do questionário se encerra demonstrando que a renda mensal dos respondentes foi bem distribuída entre as quatro opções disponíveis, com predomínio de 32% para renda entre 3 e 6 salários mínimos (Figura 6D). Tal dado evidencia que a população de celíacos é diversificada, entretanto, a adesão à dieta isenta de glúten continua sendo uma grande barreira para muitos celíacos pertencentes às classes sociais mais baixas, pois apesar do mercado de produtos

sem glúten ter crescido consideravelmente nos últimos anos, os mesmos continuam muito mais caros do que os convencionais (HANCI; JEANES, 2019; DE OLIVEIRA; DA SILVA, 2022).

A partir das respostas contidas na primeira parte do questionário foi possível estipular um perfil geral dos respondentes, que em sua maioria são do sexo feminino, residindo em cidades com mais de 300 mil habitantes, localizadas em sua maioria na região sudeste e com rendas variáveis.

5.2.3.2. Dificuldades alimentares relacionadas ao glúten

Após analisar o perfil dos entrevistados, a segunda parte do questionário buscou analisar as dificuldades encontradas por estes indivíduos em relação às desordens relacionadas ao glúten em seu cotidiano. Inicialmente foi questionado se haveriam outros tipos de alimentos que também causassem alergias ou intolerâncias alimentares nos respondentes. Esta informação é relevante, pois pode traçar um panorama inicial quanto aos tipos de alimentos que podem ser abordados em trabalhos futuros, criando cápsulas descartáveis com reagentes específicos a esses alimentos. Dos alimentos mencionados pelos respondentes, a lactose foi a mais relatada, com 40% (Figura 7). De acordo com Barbosa *et. al.* (2020), a lactose, açúcar presente no leite de vaca, causa intolerância alimentar em cerca de 60% da população mundial devido a carência de uma enzima no organismo do indivíduo. Diferente do glúten, para a intolerância a lactose existem remédios compostos da enzima responsável por digerir a lactose, deixando o indivíduo livre dos efeitos colaterais relacionados ao consumo do alimento.

Além da lactose, outros alimentos que também foram mencionados são os frutos do mar, castanhas e oleaginosas e o ovo. Pode-se observar também que cerca de 36,8% dos respondentes alegaram não possuir restrição a outro alimento além do glúten. Os demais alimentos mencionados e a sua frequência podem ser observados na Figura 7.

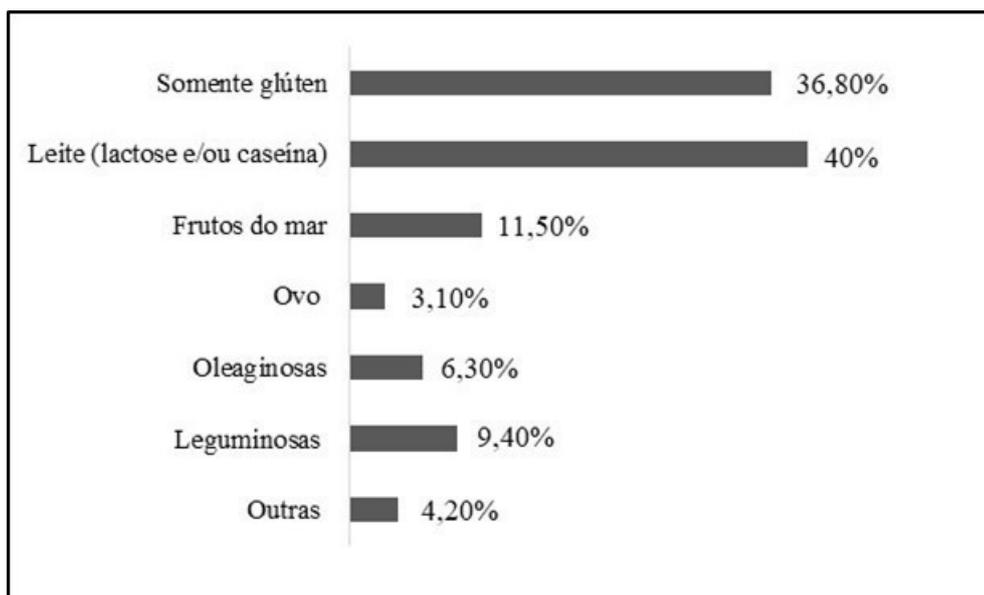


Figura 7. Respostas dos entrevistados em relação aos tipos de alimentos, além do glúten, que os mesmos apresentam alergias ou intolerâncias alimentares.

Fonte: Elaboração própria.

Em seguida, foi questionado aos respondentes se os mesmos já sofreram alguma reação adversa relacionada a contaminação com o glúten ao se alimentar fora de casa, mesmo escolhendo alimentos que não possuem naturalmente o glúten em sua composição. Cerca de 84% dos participantes responderam que já sofreram alguma reação adversa relacionada a contaminação cruzada. Segundo Wieser (2021), a contaminação cruzada é uma das principais causas de consumo inadvertido ao glúten por celíacos.

O elevado quantitativo de pessoas que já sofreram efeitos colaterais evidencia a necessidade de os serviços de alimentação fazerem esforços para minimizar os riscos de contaminação cruzada em alimentos e indica a relevância do dispositivo proposto em indicar a possibilidade de contaminação por glúten em um alimento, fornecendo assim maior confiabilidade em celíacos que necessitam se alimentar fora de casa.

Outro fator que corrobora com a premissa acima pode ser observado ao analisar a próxima pergunta, que questionou sobre a sensação de segurança que os respondentes têm ao se alimentarem fora de casa. As respostas mostram que 46,4% e 52,6% não se sentem seguros e se sentem parcialmente seguros, respectivamente, ao se alimentarem fora de casa mesmo optando por alimentos compatíveis com sua restrição alimentar (Figura 8).

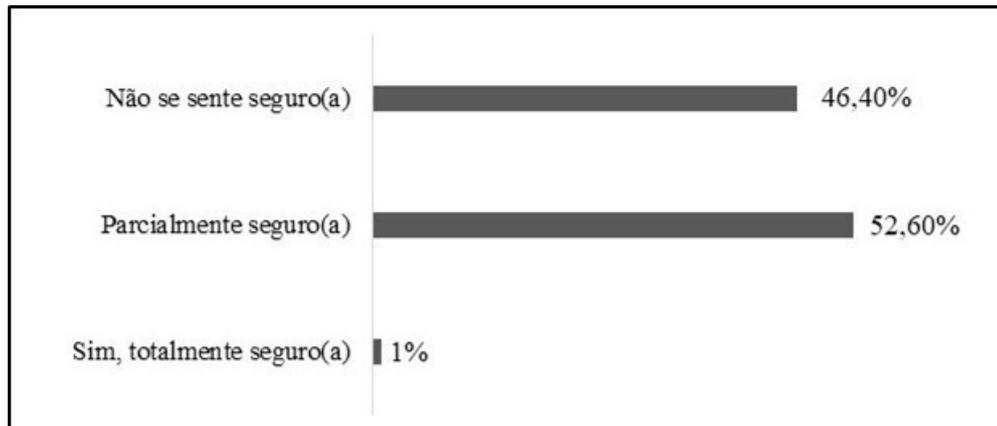


Figura 8. Respostas apresentadas pelos entrevistados quando perguntados se os mesmos se sentem seguros ao se alimentar fora de casa.

Fonte: Elaboração própria.

A segunda parte do questionário se encerra buscando levantar a confiança dos respondentes com relação aos rótulos e embalagens de alimentos industrializados. Foi observado que 74% dos respondentes não tem total confiança nos rótulos e embalagens de tais alimentos. A Resolução da Diretoria Colegiada da ANVISA (RDC nº 26, de 2 de julho de 2015) dispõe sobre os requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias alimentares. Segundo essa resolução, os alimentos, ingredientes, aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia que contenham ou sejam derivados desses alimentos alergênicos devem informar esta composição em suas embalagens. Anteriormente, a Lei Federal nº 10.674, de 16 de maio de 2003, já obrigava que os produtos alimentícios comercializados informassem sobre a presença de glúten como medida preventiva e de controle a doença celíaca.

É importante citar que essa resolução surgiu após o engajamento da sociedade civil por meio de uma campanha chamada “põe no rótulo”, que foi um movimento social criado e mantido por famílias de crianças com alergia alimentar (DOLCI; CURY, 2014). O objetivo da campanha foi garantir o direito às informações sobre alérgenos acessíveis nos rótulos de alimentos industrializados, de acordo com a Lei 10.674/03.

Embora exista legislação específica sobre a rotulagem de produtos, constata-se fraca atuação na fiscalização e comprovação desses rótulos. Mesmo que o

alimento naturalmente não tenha a presença do glúten, pode ocorrer a contaminação cruzada do mesmo (PINTO *et. al.*, 2020).

Desta forma, as questões apresentadas vão de encontro com a possibilidade de o indivíduo com desordens relacionadas ao glúten utilizar o dispositivo proposto também em suas residências, nos momentos em que opte por utilizar algum produto industrializado e queira confirmar que de fato tal alimento esteja livre da presença de glúten.

5.2.3.3. Funcionalidades do produto, utilidade e intenção de compra

A última parte do questionário se inicia com a apresentação do esboço gráfico do dispositivo, além de detalhar suas funções e o seu funcionamento. Após a apresentação, foi questionado sobre a opinião dos respondentes quanto a utilidade do dispositivo. Todos os respondentes apontaram que o dispositivo de fato possui utilidade para as funções e para resolver os problemas que se propõe. Em seguida foi questionado se a utilização do dispositivo proporcionaria maior segurança para os portadores de doença celíaca ao se alimentarem fora de casa, 96% dos respondentes afirmaram que sentiriam mais seguros ao se alimentar fora de casa com a utilização do dispositivo proposto.

A partir da análise destes dois dados, pode-se inferir que as etapas desenvolvidas no Estágio 1 obtiveram sucesso, pois o público-alvo definido como cliente em potencial foi unânime em perceber a utilidade das funcionalidades propostas neste estágio de desenvolvimento. Outro ponto está relacionado à sensação de segurança ao ingerir alimentos em locais não controlados pelos celíacos, que é um dos objetivos principais que o dispositivo busca atender, além de evitar efeitos colaterais quanto a ingestão acidental do alérgeno.

A fim de compreender a intenção de compra dos respondentes, foi questionado se os mesmos teriam interesse em adquirir o produto caso estivesse disponível no mercado. Observou-se que 69% dos respondentes afirmaram que sim, comprariam o dispositivo se o mesmo estivesse disponível, e 30,6% afirmou que talvez comprariam (Figura 9).

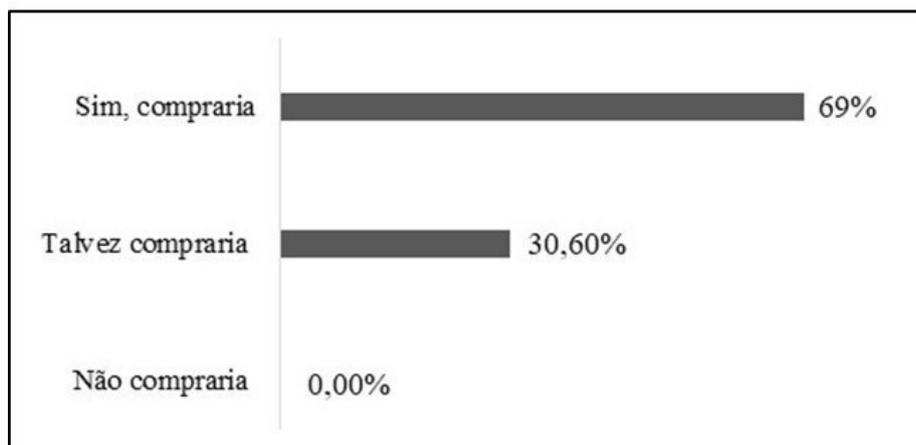


Figura 9. Respostas apresentadas pelos entrevistados em relação à intenção de compra do dispositivo, caso estivesse disponível no mercado.

Fonte: Elaboração própria.

Ao analisar as respostas, foi possível observar que a incerteza quanto ao interesse de compra estava diretamente ligada ao possível valor cobrado pelo produto e, principalmente, o possível valor cobrado pelas cápsulas descartáveis, sendo estes mencionados como fatores decisivos no momento da aquisição do produto, como pode ser observada nas repostas destacadas abaixo:

R14: *“O dispositivo que existe hoje as cápsulas são caríssimas. O ideal era ter uma proposta onde a cápsula fosse barata, pois já se gasta tanto com a alimentação sem glúten”*

R25: *“Valor sugerido depende do valor das cápsulas”*

R51: *“Acredito que o valor da cápsula seja uma informação importante também já que dependendo disso pode inviabilizar a constância da utilização do equipamento”*

R67: *“É preciso um valor acessível para as cápsulas que deverão ser compradas frequentemente”*

R74: *“Possibilidade de ter refil para reduzir o valor”*

A preocupação de celíacos em relação ao preço elevado das cápsulas descartáveis utilizadas no detector de glúten *Nima* foi também observada nos trabalhos realizados por Wolf *et. al.* (2020) e Maric e Scherf (2021), em que se visava coletar as percepções de celíacos em relação a este dispositivo.

Em seguida, foi perguntado se os respondentes conheciam algum outro dispositivo com funções similares ao proposto, 23,2% respondeu que não conhecia nenhum outro dispositivo similar. Outros 3% respondeu que já viu um dispositivo

similar no Brasil e 73,7% disse que conhece outro dispositivo com função similar ao apresentado nesse questionário em outros países (Figura 10).

As respostas com relação a produtos similares vão de encontro com o que foi analisado por esse estudo na etapa de análise de mercado e concorrentes, em que foi constatado que os poucos produtos similares estão presentes nos países sedes das empresas que os desenvolveram.

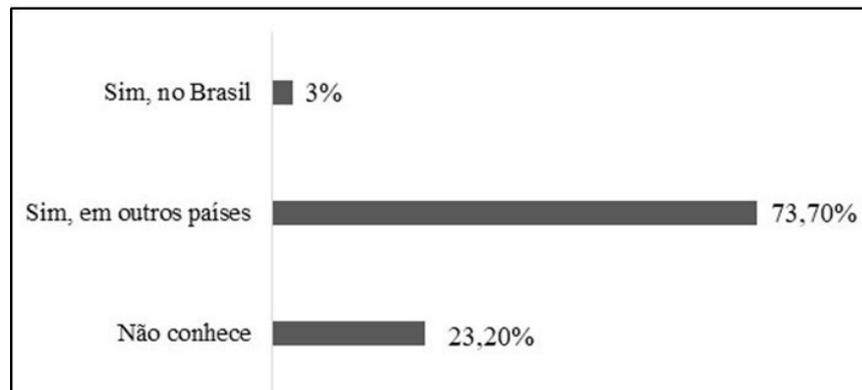


Figura 10. Respostas apresentadas pelos entrevistados quando perguntados se conheciam um dispositivo similar ao apresentado na pesquisa.

Fonte: Elaboração própria.

Para realizar uma estimativa de preço do dispositivo na visão dos respondentes, foi perguntado se o mesmo estivesse disponível no mercado, qual a faixa de valor acharia viável para realizar uma compra hipotética. A maioria dos respondentes, 37,9%, estimaram preço de até 200 reais, seguidos por 37% que estimaram o preço entre 200 e 400 reais (Figura 11).

Para definir o preço de um produto é preciso estimar os custos envolvidos na produção e logística, além das metas e objetivos institucionais. No entanto, conhecer o perfil do público-alvo e as percepções dos consumidores quanto aos possíveis preços pode ser de grande valia para as organizações adequarem suas metas financeiras mais próximas do cenário real, além de permitir traçar alternativas de comercialização, como subsidiar o equipamento e buscar remuneração do negócio com a venda das cápsulas reagentes.

Tratando-se de uma população diversificada de indivíduos com desordens relacionadas ao glúten, é fundamental que os alimentos sem glúten, bem como o sensor para detectar estas proteínas nos alimentos apresentem preços acessíveis a este público.

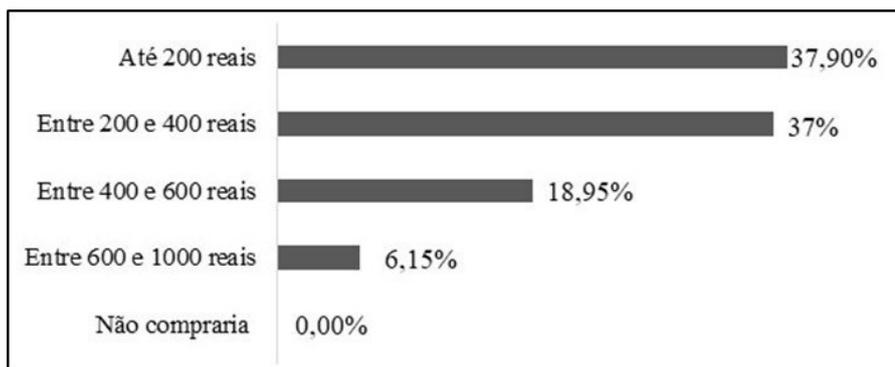


Figura 11. Respostas apresentadas pelos entrevistados em relação a faixa de preço viável para realizar a compra do dispositivo, caso o mesmo estivesse disponível no mercado.

Fonte: Elaboração própria.

Como citado anteriormente, um fator determinante para o valor do produto está relacionado com o custo das cápsulas descartáveis, uma vez que para utilizar o dispositivo será necessário a aquisição constante das cápsulas. Com isso, pode-se concluir que nos estágios futuros de desenvolvimento do produto deve-se levar em conta os custos envolvidos na produção e distribuição das cápsulas, buscando o menor custo possível para possibilitar a aquisição das mesmas pelos consumidores, mantendo o produto em constante utilização e ajudando assim os consumidores a terem uma dieta alimentar livre de glúten acessível.

Por fim, o questionário finaliza com um campo de texto livre para que os respondentes expressassem sugestões ou pontos que achassem pertinentes. Algumas sugestões já fazem parte do escopo do projeto, como a possibilidade de carregar o dispositivo na tomada e que as cápsulas pudessem receber tanto alimentos na forma líquida quanto alimentos na forma sólida. Como a apresentação do produto no questionário foi de forma simplificada, pode ter criado uma interpretação diferente para o respondente em questão, mas com o manual de instruções detalhando as funcionalidades do produto pronto, essa dificuldade de entender o funcionamento não surgiria.

Outras sugestões dos respondentes estão relacionadas com inviabilidades técnicas, como a possibilidade de um leitor em laser para detecção da proteína sem precisar inserir no aparelho, o que tornaria o processo mais higiênico e prático. Outra sugestão foi a de não precisar colocar o alimento dentro de uma cápsula, mas apenas entrar em contato com sua superfície e assim realizar a análise. Estas sugestões necessitariam de mais pesquisas e investimentos para que possam se tornar viáveis.

Existem outros métodos de detecção das proteínas do glúten, mas são métodos realizados apenas em laboratórios com equipamentos sofisticados difíceis de serem adaptadas em um dispositivo portátil.

Por fim, pode-se destacar sugestões referentes ao custo das cápsulas descartáveis, como já mencionado anteriormente, e também que as cápsulas detectassem a presença de outros alérgenos, como o ovo e o leite.

Com isso, pode-se concluir que o questionário com o público-alvo obteve dados que validam inicialmente a proposta do dispositivo, uma vez que os respondentes atestaram a viabilidade da ideia, demonstrando interesse sobre o mesmo.

5.2.4. Planejamento das atividades do Estágio 3

Ao realizar a análise dos resultados obtidos no Estágio 2, pode-se concluir que o produto proposto demonstrou potencial para que possa seguir na linha de desenvolvimento e realizar a construção de um protótipo, além das demais etapas presentes no Estágio 3. As respostas do público-alvo evidenciaram que as características do produto, definidas no Estágio 2, atendem as necessidades e resolverão os problemas referentes a alimentação fora de casa com segurança, evitando a contaminação involuntária por pessoas com desordens relacionadas ao glúten.

Em trabalhos futuros, as etapas do Estágio 3 poderão ser implementadas, como a construção de um protótipo e realização de uma estratégia de *marketing* para o dispositivo proposto, devendo levar em consideração a experiência do usuário na utilização deste. É importante mencionar que na etapa de estimativa de custo de produção deve-se levar em conta os custos referentes as cápsulas descartáveis, buscando o menor preço possível para os clientes, uma vez que esse pode ser um fator determinante para o sucesso comercial do dispositivo no Brasil.

6- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A exposição ao glúten, devido a contaminação cruzada em estabelecimentos que prestam serviços de alimentação e rotulagem imprópria dos produtos industrializados, é uma realidade que compromete a saúde dos indivíduos portadores de desordens relacionadas ao glúten.

Neste contexto, dispositivos portáteis de detecção de glúten em alimentos são fundamentais na garantia do consumo alimentar seguro por parte destes indivíduos que necessitam se alimentar fora de casa. No entanto, o mercado nacional carece destes dispositivos, necessitando os brasileiros importá-los a um custo elevado e que nem sempre é acessível a todos celíacos, visto que constitui um público diversificado economicamente.

Diante deste cenário, a presente pesquisa apresentou uma metodologia de criação de um novo produto, neste caso um dispositivo portátil de detecção de glúten comercializado no Brasil. A metodologia de desenvolvimento utilizada foi a de Portões, proposta por Cooper (2008), que necessitou de adaptações para o contexto acadêmico.

A adaptação da metodologia foi utilizada para realizar os estudos referentes ao Estágio 1, que detalhou o problema a ser solucionado pelo dispositivo proposto, identificou possíveis concorrentes e definiu o público a qual o produto se destinaria, e também os estudos referentes ao Estágio 2, que detalhou as questões técnicas do produto e realizou uma pesquisa com o público definido anteriormente para avaliar a proposta de valor do produto tecnológico em questão.

A pesquisa com o público-alvo reuniu respondentes de todas as regiões do Brasil, com a maioria residindo em cidades com mais de 300 mil habitantes e com rendas variadas. Com a pesquisa foi possível constatar êxito no desenvolvimento da proposta de valor do produto, uma vez que os respondentes comprovaram a utilidade das funcionalidades propostas, além de sinalizarem a intenção de compra para o produto final, se o mesmo estivesse disponível atualmente no mercado.

A partir da análise das respostas do questionário foi possível confirmar também a identidade visual do produto, com a demonstração de um esboço visual do mesmo. Além disso, foi possível observar outros pontos de grande relevância, como custo das cápsulas para os consumidores, que podem ser vistos como pontos de decisão de compra no momento em que o dispositivo estiver disponível no mercado.

Portanto, pode-se concluir que a adaptação na metodologia foi fundamental, pois possibilitou criar uma proposta de valor bem definida de um produto tecnológico e inovador para os indivíduos com desordens relacionadas ao glúten. Com isso, no momento em que o produto proposto vier a ser completamente desenvolvido, o mesmo poderá solucionar o problema da insegurança alimentar, proporcionando a análise de alimentos consumidos em bares e restaurantes, assim como também analisar produtos industrializados, proporcionando mais qualidade de vida para os indivíduos portadores de desordens relacionadas ao glúten ao evitar o consumo involuntário destas proteínas.

Como trabalhos futuros pode-se citar a criação de um protótipo do dispositivo tecnológico proposto, possibilitando a realização dos estudos referentes ao Estágio 3 da metodologia de desenvolvimento de novos produtos, que propõe a realização de um planejamento de *marketing* detalhado, além da estimativa de custo de produção e logística, estudos que poderão ser desenvolvidos com o auxílio de equipes especializadas nos assuntos citados.

Além disso, é válido citar que estudos referentes a cápsulas que possibilitem identificar a presença de outras substâncias que desencadeiam alergias, como o ovo ou o leite, podem também fazer parte do escopo de trabalhos futuros, possibilitando a avaliação quanto a sua receptividade junto aos indivíduos portadores das respectivas alergias alimentares.

REFERÊNCIAS

AL-TOMA, A., Volta, U., Auricchio, R., Castillejo, G., Sanders, D. S., Cellier, C., Mulder, C. J., & Lundin, K. European Society for the Study of Coeliac Disease (ESsCD) guideline for coeliac disease and other gluten-related disorders. **United European Gastroenterology Journal**, v. 7, n. 5, p. 583-613, 2019.

ARAÚJO, E. T. H., ALMEIDA, C. A. P. L., VAZ, J. R., MAGALHÃES, E. J. L. Use of social networks for data collection in scientific productions in the health area: integrative literature review. **Aquichan**, v. 19, n. 2, 2019.

ARAÚJO, H.M.C. Coeliac disease. Following the diet and eating habits of participating individuals in the Federal District, Brazil. **Appetite**, v. 57, n. 1, p. 105-109, 2011.

ARAÚJO, H.M.C. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. **Revista de Nutrição**, v. 23, p. 467-474, 2010.

ASBAI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ALERGIA E IMUNOLOGIA. **Alergia Alimentar**. Disponível em: <http://asbai.org.br/alergia-alimentar-4>. Acesso em: 10 de outubro de 2021.

BARCZAK, G.; GRIFFIN, A.; KAHN, K.B. Perspective: trends and drivers of success in NPD practices: results of the 2003 PDMA best practices study. **Journal of product innovation management**, v. 26, n. 1, p. 3-23, 2009.

BICUDO, M. O. P. **Avaliação da presença de glúten em produtos pacificados para celíacos – estudo de caso**. 2010. Dissertação de mestrado (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Paraná, Curitiba, 2010.

BOARIM, D. S. F. Sensibilidade não-celíaca ao glúten. **International Journal of Nutrology**, v. 11, n. 03, p. 071-079, 2018.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei nº 10.674, de 16 de maio de 2003. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada nº.26, de 02 de julho de 2015. Requisitos para Rotulagem

Obrigatória dos Principais Alimentos que Causam Alergias Alimentares. Brasília, DF, 2015.

CHADDAD, M.C.C. Informação sobre a presença de alérgenos nos rótulos de alimentos: responsabilidade do estado na garantia dos direitos à saúde e à alimentação adequada da população com alergia alimentar. **Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 9, p. 369-392, 2014.

CHAO, R.O.; LICHTENDHAL, C.; GRUSKA-COCKAYNE, Y. Incentives in Stage Gate Process. **Darden Business School Working**, v. 23, n. 8, p. 1286-1298, 2014.

COMINO, I., Real, A., de Lorenzo, L., Cornell, H.J., López-Casado, M.Á., Barro, F., Lorite, P., Torres, M., Cebolla, Á., & Sousa, C. Diversity in oat potential immunogenicity: basis for the selection of oat varieties with no toxicity in coeliac disease. **Gut**, v. 60, p. 915 – 922, 2011.

COOPER, R. G. What's next?: After stage-gate. **Research-Technology Management**, v. 57, n. 1, p. 20-31, 2014.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J. Ten ways to make better portfolio and project selection decisions. **PDMA Visions Magazine**, v. 30, n. 3, p. 11-15, 2006.

COOPER, R.G. Perspective: the stage-gate® idea-to-launch process - update, What's New, and NexGen Systems. **Journal of Product Innovation Management**, v. 25, p. 213-232, 2008.

CRESWELL, J. **Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions**. Thousand Oaks, CA: Sage, 1998.

CROSSAN, M.M. & APAYDIN, M. A Multi-Dimensional framework of organizational innovation: a systematic review of the literature. **Journal of Management Studies**, v. 47, n. 6, p. 1154-1191, 2010.

DE ALMEIDA BARBOSA, N. E., FERREIRA, N. C. J., VIEIRA, T. L. E. Intolerância a lactose: revisão sistemática. **Pará Research Medical Journal**, v. 4, n. 3, 2020.

DE OLIVEIRA, D. C. L.; DA SILVA, V. M. B.; DA SILVA, L. M. C.. Desafios da adesão à dieta sem glúten. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, p. e34411226008-e34411226008, 2022.

DEMIRKESEN, I.; OZKAYA, B. Recent strategies for tackling the problems in gluten-free diet and products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 62, n. 3, p. 571-597, 2022.

DOLCI, M. I; CURY, C. **Cartilha da alergia alimentar**. Rio de Janeiro: Proteste; São Paulo: Põe no Rótulo, 2014.

DOTS CORP. **Dots Corporation**. Disponível em: <<https://www.dotscorp.com/>>. Acessado em abr. 2021.

FALCOMER, A. L., ARAUJO, L. S., FARAGE, P. Gluten contamination in food services and industry: A systematic review. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 60, n. 3, p. 479-493, 2020.

FARAGE, P.; ZANDONADI, R.P. The Gluten-Free Diet: Difficulties Celiac Disease Patients have to Face Daily. **Austin Journal of Nutrition and Food Sciences**, v. 2, n. 5, p. 1- 8, 2014.

FENALCEBRA. Federação Nacional das Associações de Celíacos do Brasil - **Dados estatísticos da doença celíaca**. Disponível em <https://www.fenacelbra.com.br/dados-estatisticos>. Acesso em setembro de 2021.

FERREIRA, C.T.; SEIDMAN, E. Food allergy: a practical update from the gastroenterological viewpoint. **Jornal de pediatria**, v. 83, p. 7-20, 2007.

GRÜTZMANN, A.; ZAMBALDE, A. L.; BERMEJO, P. H. S. Inovação, Desenvolvimento de Novos Produtos e as Tecnologias Internet: estudo em empresas brasileiras. **Gestão & Produção**, v. 26, 2019.

HANCI, O.; JEANES, Y. M. Are gluten-free food staples accessible to all patients with coeliac disease?. **Frontline Gastroenterology**, v. 10, n. 3, p. 222-228, 2019.

KOTLER, P. Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle. In: **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. 4ª ed. São Paulo, 1994. p. 676-676.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Metodologia do Trabalho científico**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LEBWOHL, B., RUBIO-TAPIA, A. Epidemiology, presentation, and diagnosis of celiac disease. **Gastroenterology**, v. 160, n. 1, p. 63-75, 2021.

LEONARD, M. M. SAPONE, A. C., FASANO, A. Celiac disease and nonceliac gluten sensitivity: a review. **Jama**, v. 318, n. 7, p. 647-656, 2017.

LIN, H.Y., HUANG, C., PARK, J. Integrated magneto-chemical sensor for on-site food allergen detection. **ACS nano**, v. 11, n. 10, p. 10062-10069, 2017.

MANSHARAMANI, Vikram 2015. **We're in a gluten-free bubble that is about to burst**. Disponível em: <https://fortune.com/2015/05/05/gluten-free-foods>. Acesso em abr. 2021.

MARIĆ, A.; SCHERF, K. A. A portable gluten sensor for celiac disease patients may not always be reliable depending on the food and the user. **Frontiers in nutrition**, p. 452, 2021.

MARTINS, G. P. B. M. Dieta sem glúten, qual sua real necessidade? 2015. Monografia (Bacharelado em Nutrição) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

MORSE, J.M.; DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Handbook of Qualitative Research**. e. 2, p. 220-235, 1994.

NEVES, J.L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração**, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

NIMA LABS. **Nima Sensor**. Disponível em <https://nimasensor.com>. Acesso em abril de 2021.

OLIVEIRA, O. M. V.; ZANDONADI, R. P. Evaluation of the presence of gluten in beans served at self-service restaurants: a problem for celiac disease carriers. **Journal of culinary science & technology**, v. 12, n. 1, p. 22-33, 2014.

ORTIZ, C.; VALENZUELA, R.; LUCERO, A. Y. Celiac disease, non celiac gluten sensitivity and wheat allergy: comparison of 3 different diseases triggered by the same food. 2017. **Revista Chilena de Pediatría**, v.88, n.3, p. 417-423, 2017.

PINTO, C. A. *et al.* Rotulagem para alergênicos: uma avaliação dos rótulos comercializados com presença ou ausência de glúten e seus riscos inerentes a saúde dos celíacos no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, p. 38963432-38963432, 2020.

QUINTANA, A. **Uma análise sistemática das legislações vigentes no Brasil e no exterior referente a alimentos considerados isentos de glúten**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Direito) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

RAI, S.; KAUR, A.; CHOPRA, C. S. Gluten-free products for celiac susceptible people. **Frontiers in nutrition**, v. 5, p. 116, 2018.

RAMALINGAM, S.; ELSAYED, A.; SINGH, A. An electrochemical microfluidic biochip for the detection of gliadin using MoS₂/graphene/gold nanocomposite. **Microchimica Acta**, v. 187, n. 12, p. 1-11, 2020.

RATENI, G.; DARIO, P.; CAVALLO, F. Smartphone-based food diagnostic technologies: A review. **Sensors**, v. 17, n. 6, p. 1453, 2017.

REJ, A.; AZIZ, I.; SANDERS, D. S. Coeliac disease and noncoeliac wheat or gluten sensitivity. **Journal of Internal Medicine**, v. 288, n. 5, p. 537-549, 2020.

RESENDE, P. V. G.; SILVA, N. L. M.; SCHETTINO, G. C. M. Doenças relacionadas ao glúten. **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 27, n. 3, p. 51-58, 2017.

RIBEIRO, M., NUNES, F. M.; QUIJANO, M. R. Next-generation therapies for celiac disease: The gluten-targeted approaches. **Trends in Food Science & Technology**, v. 75, p. 56-71, 2018.

SABENÇA, C.; RIBEIRO, M.; SOUSA, T. Wheat/Gluten-Related Disorders and Gluten-Free Diet Misconceptions: A Review. **Foods**, v. 10, n. 8, p. 1765, 2021.

SHEWRY, P. R. Wheat. **Journal of experimental botany**, v. 60, n. 6, p. 1537-1553, 2009.

SHILLING, M.A.; HILL, C.W.L. Managing the new product development process: strategic imperatives. **Academy of Management Perspectives**, v. 12, n. 3, p. 67-81, 1998.

SINGH, P.; ARORA, A.; STRAND, T. A. Global prevalence of celiac disease: systematic review and meta-analysis. **Clinical gastroenterology and hepatology**, v. 16, n. 6, p. 823-836, 2018.

SILVA, R.P. **Da Detecção e Quantificação de Glúten em Alimentos Industrializados por Técnica de ELISA**. 2010. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

SILVA, P. S. A. **Análise do perfil de portadores da doença Celíaca no Brasil**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SOLÉ, D. Consenso Brasileiro sobre Alergia Alimentar: 2018-Parte 1- Etiopatogenia, clínica e diagnóstico. Documento conjunto elaborado pela Sociedade Brasileira de Pediatria e Associação Brasileira de Alergia e Imunologia. **Arquivos de Asma, Alergia e Imunologia**, v. 2, n. 1, p. 7-38, 2018.

TARAGHIKHAH, N.; ASHTARI, S.; ASRI, N. An updated overview of spectrum of gluten-related disorders: clinical and diagnostic aspects. **BMC gastroenterology**, v. 20, n. 1, p. 1-12, 2020.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food microbiology**, v. 24, n. 2, p. 115-119, 2007.

WIESER, H.; SEGURA, V.; CARNICER, A. R. Food safety and cross-contamination of gluten-free products: A narrative review. **Nutrients**, v. 13, n. 7, p. 2244, 2021.

WOLF, R. L.; VIPPERMAN-COHEN, A.; GREEN, P. H. R. Portable gluten sensors: qualitative assessments by adults and adolescents with coeliac disease. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 33, n. 6, p. 876-880, 2020.

ZHANGA, J. An integrated, accurate, rapid, and economical handheld consumer gluten detector. **Food Chemistry**, v. 275, p. 446 - 456, 2019.

APÊNDICE A – Pesquisa com o público-alvo

Pesquisa com o Público-Alvo	
Parte 1 - Perfil dos Respondentes	
Qual a sua faixa etária?	<input type="checkbox"/> Menos de 25 anos <input type="checkbox"/> Entre 25 a 35 anos <input type="checkbox"/> Entre 36 e 45 anos <input type="checkbox"/> Entre 46 e 55 anos <input type="checkbox"/> Mais de 56 anos
Qual o seu gênero?	<input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/> Outros
Quantos habitantes aproximadamente tem a cidade em que mora?	<input type="checkbox"/> Menos de 50 mil habitantes <input type="checkbox"/> Entre 50 mil e 150 mil habitantes <input type="checkbox"/> Entre 150 mil e 300 mil habitantes <input type="checkbox"/> Mais de 300 mil habitantes
Em qual Estado você mora atualmente?	
Qual a sua faixa de renda aproximadamente?	<input type="checkbox"/> Até 3 salários mínimos <input type="checkbox"/> Entre 3 e 6 salários mínimos <input type="checkbox"/> Entre 7 e 9 salários mínimos <input type="checkbox"/> Mais que 10 salários mínimos
Parte 2 - Desordens Relacionadas ao Glúten	
Quais membros de sua família possuem Desordens Relacionadas ao Glúten?	<input type="checkbox"/> Somente você <input type="checkbox"/> Cônjuge <input type="checkbox"/> Somente filhos(as) <input type="checkbox"/> Você/cônjuge e os filhos(as)
Além do glúten, algum outro alimento provoca alergia ou restrição?	<input type="checkbox"/> Lactose (leite) <input type="checkbox"/> Frutos do mar <input type="checkbox"/> Ovo <input type="checkbox"/> Amendoim, castanha ou soja <input type="checkbox"/> Não possui restrição alimentar além do gluten

Você ou algum familiar já sofreu alguma reação adversa relacionada a contaminação com o glúten ao se alimentar fora de casa?	() Sim () Não
Sente segurança ao se alimentar fora de casa, mesmo optando por alimentos compatíveis com sua restrição alimentar?	() Sim, totalmente segura (o) () Parcialmente segura (o) () Não se sente segura (o)
Você tem total confiança nos rótulos e embalagens de alimentos industrializados?	() Sim () Não
Parte 3 - Percepções em relação ao dispositivo proposto	
Sobre o dispositivo apresentado, se existisse no mercado você o consideraria útil?	() Sim () Não
Acha que sentiria mais segurança ao se alimentar fora de casa com a utilização do dispositivo?	() Sim () Não
Conhece algum outro dispositivo com função similar ao apresentado nesse questionário?	() Sim, no Brasil () Sim, em outros países () Não conhece
Se o dispositivo estivesse disponível no mercado, você teria interesse de compra-lo?	() Sim, compraria () Talvez compraria () Não compraria
Se o dispositivo estivesse disponível no mercado, até que faixa de valor acharia viável realizar uma compra hipotética?	() Sim, compraria () Talvez compraria () Não compraria
Mudaria algo no dispositivo ou teria alguma outra sugestão?	