



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
*CAMPUS* LAGOA DO SINO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Sophia Kriger Muzzy Persi

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES INGREDIENTES NAS PROPRIEDADES  
TECNOLÓGICAS DE PRODUTOS SEM GLÚTEN: UMA REVISÃO  
BIBLIOGRÁFICA**

**Buri - SP**

**2025**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
*CAMPUS* LAGOA DO SINO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Sophia Kriger Muzzy Persi

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES INGREDIENTES NAS PROPRIEDADES  
TECNOLÓGICAS DE PRODUTOS SEM GLÚTEN: UMA REVISÃO  
BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como exigência parcial para a obtenção do grau  
de Bacharel em Engenharia de Alimentos na  
Universidade Federal de São Carlos.

Orientação: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Thaís Jordânia Silva

**Buri - SP  
2025**

Persi, Sophia Kriger Muzzy

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES INGREDIENTES NAS PROPRIEDADES  
TECNOLÓGICAS DE PRODUTOS SEM GLÚTEN: UMA REVISÃO  
BIBLIOGRÁFICA / Sophia  
Kriger Muzzy Persi -- 2025. 30f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus  
Lagoa do Sino, Buri

Orientador (a): Thaís Jordânia Silva

Banca Examinadora: Gustavo das Graças Pereira, Mayara de Souza  
Queirós

Bibliografia

1. Inovações tecnológicas. 2. Ingredientes alternativos.
3. Indústria de panificação. I. Persi, Sophia Kriger Muzzy. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539


# FOLHA DE APROVAÇÃO

SOPHIA KRIGER MUZZY PERSI

## INFLUÊNCIA DE DIFERENTES INGREDIENTES NAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DE PRODUTOS SEM GLÚTEN: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para a  
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de  
Alimentos na Universidade Federal de São Carlos.


Aprovado em 03/12/2025

Documento assinado digitalmente  
 **THAIS JORDANIA SILVA**  
Data: 03/12/2025 16:44:59-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Thaís Jordânia Silva


Universidade Federal de São Carlos – Campus Lagoa do Sino

Documento assinado digitalmente  
 **GUSTAVO DAS GRACAS PEREIRA**  
Data: 04/12/2025 08:39:42-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Gustavo das Graças Pereira

Universidade Federal de São Carlos – Campus Lagoa do Sino

Documento assinado digitalmente  
 **MAYARA DE SOUZA QUEIROS**  
Data: 03/12/2025 17:33:41-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof<sup>a</sup> Dra Mayara de Souza Queirós

Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – Capão Bonito

## RESUMO

PERSI, Sophia Kriger Muzzy. **Influência de diferentes ingredientes nas propriedades tecnológicas de produtos sem glúten**: uma revisão bibliográfica. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Lagoa do Sino, Buri, 2025.

O trigo (*Triticum spp.*) ocupa posição central na indústria/setor de panificação brasileira, sendo amplamente utilizado na fabricação de pães, massas e biscoitos, principalmente devido ao glúten. A ausência do glúten em formulações representa um grande desafio das propriedades tecnológicas conferidas pelas proteínas do glúten, pois compromete a remoção do trigo, o volume e a aparência dos produtos. Diante disso, a indústria alimentícia busca alternativas capazes de reproduzir as propriedades funcionais desse composto por meio da combinação de farinhas e amidos alternativos, proteínas substitutas, desses ingredientes lipídicos e hidrocolóides. As interações entre esses ingredientes são determinantes para o sucesso das formulações, afetando diretamente as propriedades físicas, como volume específico, cor e firmeza, e as propriedades sensoriais, como textura, sabor e aceitação do consumidor. O presente trabalho teve como objetivo analisar a influência de diferentes ingredientes nas propriedades tecnológicas e sensoriais de produtos sem glúten. Foi adotada uma metodologia de pesquisa bibliográfica, consistente na seleção, análise crítica e sistematização de informações obtidas em artigos científicos e que constituiu na base de dados confiáveis, como *SciELO*, *PubMed* e *Google Scholar*, identificando os principais desafios tecnológicos, os tipos de ingredientes alternativos utilizados e seus efeitos nas propriedades tecnológicas e sensoriais dos produtos. Os resultados da revisão evidenciaram que o desenvolvimento de formulações eficientes depende da combinação adequada do conhecimento das interações entre eles e da aplicação de estratégias que permitam aproximar a combinação adequada dos ingredientes e da aplicação de tecnologias de processamentos que permitam a qualidade de produtos sem glúten à dos produtos tradicionais, atendendo às demandas do mercado.

**Palavras-chave:** Inovações Tecnológicas; Ingredientes Alternativos; Indústria de Panificação.

## ABSTRACT

PERSI, Sophia Kriger Muzzy. **Influence of Different Ingredients on the Technological Properties of Gluten-Free Products:** a Literature Review. 2025. Undergraduate Thesis – Federal University of São Carlos, Lagoa do Sino Campus, Buri, 2025.

Wheat (*Triticum* spp.) holds a central position in the Brazilian baking industry, being widely used in the production of bread, pasta, and cookies, mainly due to gluten. The absence of gluten in formulations represents a major challenge because the technological properties provided by gluten proteins are lost, compromising the texture, volume, and appearance of the products. In this context, the food industry seeks alternatives capable of reproducing the functional properties of this compound through combinations of alternative flours and starches, substitute proteins, lipid ingredients, and hydrocolloids. The interactions among these ingredients are crucial for the success of the formulations, directly affecting physical properties—such as specific volume, color, and firmness and sensory properties, including texture, taste, and consumer acceptance. The present study aimed to analyze the influence of different ingredients on the technological and sensory properties of gluten-free products. A bibliographic research methodology was adopted, consisting of the selection, critical analysis, and systematization of information obtained from scientific articles in reliable databases such as SciELO, PubMed, and Google Scholar. The study identified the main technological challenges, the types of alternative ingredients used, and their effects on the technological and sensory properties of the products. The results of the review showed that the development of efficient formulations depends on an adequate understanding of the interactions among ingredients and the application of strategies and processing technologies that allow gluten-free products to achieve quality comparable to that of traditional products, thus meeting market demands.

**Keywords:** Technological Innovations; Alternative Ingredients; Baking Industry.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	8
2.	OBJETIVO .....	9
2.1.	OBJETIVO GERAL .....	9
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	10
3.1.	GLÚTEN NO MERCADO DE ALIMENTOS .....	10
3.2.	GLÚTEN NAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DOS ALIMENTOS .....	12
3.3.	DESAFIOS TECNOLÓGICOS EM PRODUTOS SEM GLÚTEN .....	14
3.4.	INGREDIENTES ALTERNATIVOS.....	15
3.4.1	Farinhas e amidos alternativos .....	15
3.4.2	Hidrocolóides e gomas .....	19
3.4.3	Ingredientes lipídicos .....	21
4.	MATERIAIS E MÉTODOS .....	22
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	24
	REFERÊNCIAS .....	26

## 1. INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum* spp.) ocupa posição de destaque na cadeia agroindustrial e na alimentação humana em virtude de características tecnológicas singulares, sobretudo da capacidade de formação de uma rede viscoelástica após hidratação e trabalho mecânico. Essa propriedade decorre da presença do glúten, complexo formado principalmente pelas proteínas gliadinas e gluteninas, que, interagindo por ligações não covalentes e pontes dissulfeto, conferem elasticidade, extensibilidade e retenção de gases, atributos essenciais para panificação e confeitaria (Wieser, 2007; Biesiekierski, 2017). Em produtos à base de trigo, portanto, o glúten não atua apenas como componente proteico, mas como elemento estruturante, condicionando volume específico, porosidade e textura. A eliminação desse componente, seja por razões clínicas, seja por demanda de mercado, compromete diretamente o desempenho tecnológico do produto e obriga o formulador a reconstruir, com outros ingredientes, a função que antes era exercida naturalmente pelo glúten (Brandão; Lira, 2011).

Do ponto de vista de saúde pública, tal reformulação tornou-se necessária porque, nas últimas décadas, ampliou-se o reconhecimento de desordens relacionadas ao glúten, com destaque para a doença celíaca, entidade autoimune desencadeada pela ingestão de proteínas do glúten em indivíduos geneticamente condicionados, cujo único tratamento atualmente aceito consiste na dieta isenta de glúten ao longo de toda a vida (Singh *et al.*, 2018; Al-Toma *et al.*, 2019). A esses casos, somam-se a sensibilidade ao glúten não celíaca e a alergia ao trigo, que, embora apresentem mecanismos fisiopatológicos distintos, igualmente demandam restrição alimentar. No contexto brasileiro, associações de pacientes e documentos técnicos têm apontado subdiagnóstico e, simultaneamente, maior visibilidade do tema, o que favoreceu a consolidação de normas de rotulagem específicas para alimentos destinados a celíacos, bem como o aumento da oferta de produtos industrializados certificados como “sem glúten” (Fenacelbra, 2024). É nesse cenário que o desenvolvimento de alimentos tecnicamente adequados e seguros do ponto de vista da informação ao consumidor passa a constituir demanda concreta para a Engenharia de Alimentos.

Paralelamente ao vetor clínico, observa-se um vetor mercadológico. Relatórios de mercado têm indicado crescimento contínuo do segmento de alimentos sem glúten, tanto no cenário internacional quanto brasileiro, impulsionado não apenas por pessoas com diagnóstico médico, mas por consumidores que associam tais produtos a alimentação mais saudável, e em alguns casos, a tendências de bem-estar (Mordor Intelligence, 2024; Statista, 2024). Esse alargamento do público-

alvo produz uma consequência imediata: o padrão de exigência sensorial e de conveniência deixa de ser o de um alimento “restritivo” e passa a ser o de um alimento “comparável” ao convencional.

Em outras palavras, não basta que o produto não contenha glúten; ele deve apresentar textura macia, miolo uniforme, coloração adequada e vida útil compatível com a distribuição comercial. Tal exigência evidencia a distância que ainda existe entre a formulação de um alimento isento de glúten e a obtenção de um alimento sensorialmente equivalente.

Do ponto de vista tecnológico, a ausência do glúten requer maior atenção a outros ingredientes como água, amidos, proteínas, hidrocolóides e lipídios, com a responsabilidade por gerar viscosidade suficiente, reter ar e sustentar a expansão durante o forneamento. Por essa razão, a literatura recente tem convergido para a ideia de que não há um “substituto único” para o glúten, mas sim a necessidade de uma recomposição funcional, na qual diferentes classes de ingredientes atuem de forma sinérgica (Wang *et al.*, 2017; Yildiz *et al.*, 2018).

Diante do exposto, este estudo analisou com base em revisão bibliográfica, a influência da utilização de diferentes ingredientes sobre as propriedades tecnológicas de produtos sem glúten, articulando evidências relacionadas à textura, ao volume, à coloração e à estabilidade. Buscou-se, ainda, situar prioritariamente sobre a textura tal discussão no contexto do crescimento do mercado sem glúten e das exigências específicas de consumidores que dependem de dieta isenta de glúten, de modo a fornecer subsídios para formulações mais eficientes no âmbito da Engenharia de Alimentos. Pretendeu-se demonstrar que a qualidade de um produto sem glúten não é resultado de uma substituição direta do trigo, mas da construção consciente de uma matriz alimentar capaz de desempenhar, por outras vias, as funções que o glúten originalmente exerceria.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar a influência de diferentes ingredientes nas propriedades tecnológicas e sensoriais de produtos sem glúten, bem como mapear o crescimento e as tendências desse mercado.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar os principais desafios tecnológicos na formulação de produtos sem glúten, com foco na substituição da rede proteica do glúten e suas implicações nas propriedades tecnológicas e sensoriais.

- Analisar a influência de farinhas e amidos alternativos, proteínas substitutas, ingredientes lipídicos, hidrocolóides e gomas sobre as propriedades físicas e funcionais das massas e produtos sem glúten.
- Examinar o impacto das substituições nas propriedades sensoriais, como aparência, sabor, maciez e aceitação do consumidor e discutir as tendências e perspectivas do mercado sem glúten no contexto industrial.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 GLÚTEN NO MERCADO DE ALIMENTOS**

Com a extinção da Comissão de Compra do Trigo Nacional (CTRIN) pela Lei nº 8.096 de 1990, privatizou-se a comercialização e retirou os controles sobre a industrialização do trigo, e com isso os programas de melhoramento genético no Brasil deram ênfase à qualidade tecnológica do trigo (Brasil, 1990). E assim, desde então, o trigo brasileiro passou a atender todos os atributos de qualidade requeridos pela indústria moageira nacional. Os estudos apontam que o padrão de glúten presente nas cultivares modernas já estava inserido na variabilidade genética das variedades antigas de trigo. Assim, o melhoramento genético possibilitou a combinação de características tecnológicas favoráveis à produção de diferentes tipos de alimentos (pães, massas e biscoitos), com avanços em produtividade, resistência a doenças e tolerância a condições ambientais adversas. Não existem evidências científicas que sustentem a ideia de que o melhoramento genético tenha tornado o glúten do trigo moderno prejudicial à saúde humana. Pelo contrário, as pesquisas indicam que a qualidade do trigo brasileiro evoluiu de forma consistente, atendendo plenamente às demandas da indústria alimentícia nacional e mantendo competitividade frente aos trigos tradicionalmente importados e consumidos no país (Castro, 2025).

O setor mundial de alimentos e bebidas livres de glúten movimentou cerca de US\$ 4,6 bilhões em 2024, com previsão de alcançar US\$ 4,77 bilhões em 2025 e atingir aproximadamente US\$ 6,34 bilhões até 2033, refletindo uma taxa média anual de crescimento (CAGR) estimada em 3,62% no período entre 2025 e 2033 (BRI, 2024). Assim, cada vez mais produtos sem glúten estão em supermercados, lojas de alimentos e mercados *on-line*. Os produtos sem glúten se destacam no mercado pelo aumento no número de diagnósticos positivos, sensibilidade ao glúten não celíaca e à adoção da dieta por pessoas que buscam benefícios percebidos para a saúde (Tabela 1). Como, o trigo pode causar outros tipos de reações imunológicas adversas, alergia ao trigo envolve uma resposta

mediada por anticorpos da imunoglobulina E (IgE) a proteínas alergênicas, como inibidor da alfa-amilase/tripsina, proteína de transferência lipídica, gliadinas e gluteninas. Sensibilidade ao Glúten Não Celíaca (SGNC) é caracterizada por sintomas intestinais e extraintestinais que surgem após a ingestão de alimentos com glúten, mesmo na ausência de doença celíaca ou alergia ao trigo. Os mecanismos ainda não são totalmente esclarecidos, mas acredita-se que se trate de um processo não-alérgico e não-autoimune (Fenacelbra, 2021 *apud* Elli, *et al.*, 2015).

Tabela 1 – Desordens relacionadas ao glúten/trigo

	<b>Alergia ao trigo</b>	<b>Doença celíaca</b>	<b>Sensibilidade ao glúten</b>
<b>Causas</b>	Reação imunológica às proteínas do trigo	Resposta autoimune ao glúten	Resposta por mecanismo desconhecido ao glúten/trigo, mas também a certos carboidratos
<b>Sintomas</b>	Urticária, <i>Skin eruption</i> , dor estomacal, diarreia	Distúrbios digestivos, mas os sintomas podem ocorrer em todo o corpo	Distúrbios digestivos, mas os sintomas podem ocorrer em todo o corpo
<b>Diagnóstico</b>	Testes de alergia	Exames de sangue e endoscopia digestiva alta com biópsia de duodeno	Exclusão do diagnóstico de doença celíaca e alergia ao trigo
<b>Tratamento</b>	Eliminação do trigo da dieta	Rigorosa dieta sem glúten	Dieta baixa em (FODMAPs) ( <i>Fermentable Oligo-, Di-, Mono-saccharides And Polyols</i> ) e com eliminação do glúten/trigo

Fonte: FENACELBRA, 2021.

De acordo com Shewry (2019), a importância do glúten para a indústria alimentícia moderna está diretamente ligada à sua funcionalidade tecnológica. Essa proteína forma uma rede tridimensional viscoelástica durante o processo de obtenção de massa da farinha com água, característica que nenhuma outra proteína vegetal apresenta na mesma intensidade. Nucia (2018) destaca que a composição das subunidades das gluteninas (proteína presente no glúten) influencia de maneira significativa as propriedades reológicas da massa, determinando sua resistência, coesão e extensibilidade. Nas características são fundamentais para o desempenho tecnológico dos produtos derivados do trigo, como pães, massas e biscoitos, e explicam por que a qualidade tecnológica do grão é um critério essencial nos programas de melhoramento genético. El Khoury *et al.* (2018) ressaltam que o domínio tecnológico do glúten foi muito importante para o avanço da indústria de alimentos, permitindo o desenvolvimento de produtos estáveis, com textura agradável e maior vida útil.

No Brasil, a evolução do mercado sem glúten tem impulsionado a busca por ingredientes alternativos, como farinhas e amidos de arroz, mandioca, batata, pseudocereais e leguminosas, além

de sistemas lipídicos, hidrocoloides e emulsificantes que atendam às demandas por rotulagem limpa, menor teor de gordura saturada e maior valor nutricional. Da mesma forma, a otimização de etapas como mistura, hidratação, batimento e forneamento, tem se mostrado uma estratégia promissora para aproximar os atributos sensoriais dos produtos sem glúten àqueles que contêm glúten (El Khoury, *et al.*, 2018).

A substituição da farinha de trigo por outros ingredientes apresenta desafios tecnológicos e sensoriais. Inicialmente voltados para atender pessoas com doença celíaca, esses produtos passaram a atrair também consumidores que, mesmo sem diagnóstico da condição, relatam desconfortos ou efeitos negativos associados ao consumo de glúten, o que tem impulsionado ainda mais a expansão desse mercado (FIB, 2015).

### 3.2 GLÚTEN NAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DOS ALIMENTOS

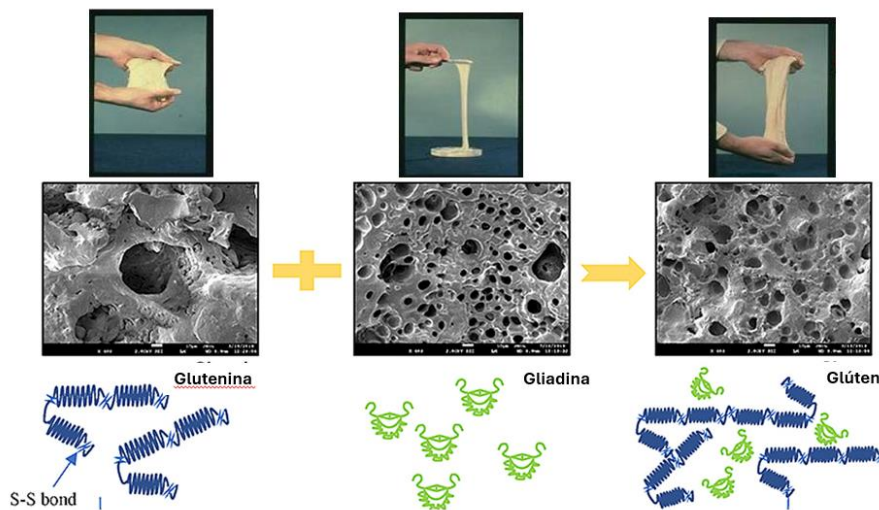
O trigo (*Triticum spp.*) tem papel central na indústria de panificação brasileira, sendo essencial na produção de pães, massas e biscoitos, e tendo como principal diferencial tecnológico o glúten, uma complexa rede proteica formada pelas proteínas gliadina e glutenina, presentes naturalmente em cereais como trigo (*Triticum spp.*), centeio (*Secale cereale*) e cevada (*Hordeum vulgare*). Durante o processo de hidratação e amassamento da farinha, essas proteínas interagem formando uma estrutura tridimensional elástica e coesa, responsável por grande parte das propriedades tecnológicas da massa e, conseqüentemente, da qualidade dos produtos panificados (Wieser, 2007).

O glúten, do ponto de vista tecnológico, não se restringe a ser um ingrediente estrutural, é além de um simples ingrediente estrutural, sendo determinante para as propriedades físicas, sensoriais e funcionais dos produtos, influenciando diretamente a qualidade final e a preferência do consumidor. Essa característica é essencial na produção de pães, bolos, massas e biscoitos, conferindo volume, maciez e textura adequados ao produto final. A viscoelasticidade da rede de glúten também determina a capacidade da massa de resistir à deformação sem romper, o que influencia diretamente na estabilidade e uniformidade do produto durante o cozimento (Calera, *et al.*, 2022).

A gliadina e a glutenina são as principais proteínas formadoras do glúten, exercendo papéis complementares e fundamentais na estruturação da rede proteica responsável pelas propriedades reológicas das massas. A gliadina promove a extensibilidade, permitindo que a massa se alongue sem se romper, enquanto a glutenina confere elasticidade e resistência, possibilitando que a massa retorne à sua forma original após deformações (Figura 1) (Morais, 2016). A gliadina é uma proteína composta

por uma cadeia polipeptídica única, caracterizando-se por estabelecer interações intramoleculares que contribuem para sua estrutura compacta e propriedades viscoelásticas. Apresenta massa molecular variando entre 25.000 e 100.000 Da e é solúvel em soluções alcoólicas, como o etanol, o que facilita sua separação e estudo laboratorial. Já a glutenina é formada pela união de várias cadeias polipeptídicas, que se organizam por meio de interações intra e intermoleculares, principalmente via pontes de dissulfeto, responsáveis por sua estrutura tridimensional complexa. Apresenta massa molecular média de aproximadamente 40.000 Da e é solúvel em soluções alcalinas ou ácidas, característica que a diferencia das gliadinas (Urad *et al.*, 2017).

Figura 1 – Proteínas formadoras do glúten



Fonte: Adaptado de Morais (2016) e Han (2020).

A avaliação da força e da qualidade do glúten é realizada por meio de testes reológicos, que analisam o comportamento físico da massa sob diferentes condições de deformação. Entre os principais métodos utilizados destacam-se a alveografia, que mede a capacidade da massa de reter gases e sua resistência à expansão; a farinografia, que avalia a absorção de água, o tempo de desenvolvimento e a estabilidade da massa durante a mistura; e a extensografia, que determina a resistência e a extensibilidade da massa após períodos de fermentação controlada. Esses ensaios permitem compreender o desempenho tecnológico das farinhas e orientar sua aplicação em diferentes produtos panificados (Han, *et al.*, 2020).

A ausência de glúten, como ocorre em produtos destinados a indivíduos com doença celíaca, representa um grande desafio tecnológico. Substituir o glúten implica recriar suas propriedades

viscoelásticas utilizando combinações de amidos modificados, hidrocolóides, proteínas vegetais, óleos/gorduras e emulsificantes, para garantir uma textura e aparência semelhantes às dos produtos tradicionais (Pantaleão *et al.*, 2024). As escolhas individuais de adotar uma dieta sem glúten são influenciadas pelos benefícios percebidos à saúde e pela redução dos sintomas. No entanto, a dificuldade em distinguir entre produtos com e sem glúten, somada ao elevado custo e à limitada disponibilidade desses alimentos, pode representar um desafio para muitas pessoas (Smidová, Ryaová, 2022).

### **3.3 DESAFIOS TECNOLÓGICOS EM PRODUTOS SEM GLÚTEN**

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a doença celíaca afeta aproximadamente 1% da população global. No Brasil, ainda não existem números precisos sobre a incidência da doença, conforme apontado pela Federação Nacional das Associações de Celíacos (Fenacelbra). Sendo a estimativa mundial de 1%, podemos supor que mais de 2 milhões de brasileiros possam ser portadores da doença, levando em conta a população brasileira estimada em 213 milhões de habitantes pelo IBGE em 2021. Além disso, existem pessoas que apresentam a alergia ao trigo, cuja incidência somente nas crianças é de 15 a 20% (Fenacelbra, 2021). A Associação dos Celíacos do Brasil (Acelbra) demonstra que o maior número de portadores da doença está nos estados de São Paulo e Santa Catarina e a incidência é maior em indivíduos com menos de 20 anos de idade (Acelbra, 2014).

A regulamentação da dieta sem glúten, Lei nº 10.674/2003, estabelece a obrigatoriedade da rotulagem de alimentos industrializados quanto a informação sobre a presença ou ausência de glúten. dessa forma, todos os alimentos devem apresentar a inscrição “contém glúten” ou “não contém glúten”, em caracteres destacados, legíveis e de fácil visualização (Brasil, 2003). Franco (2015), aborda que essa legislação representou um avanço significativo para o desenvolvimento de tecnologias voltadas à produção de alimentos isentos de glúten, atendendo às necessidades de indivíduos com doença celíaca. Entretanto, ainda é um desafio, considerando a tradição cultural do consumo de produtos à base de trigo. A escassez de produtos disponíveis no mercado e a qualidade insatisfatória de alguns substitutos do glúten, que muitas vezes não reproduzem adequadamente o sabor ou a textura dos alimentos convencionais, tornam a rotina alimentar dessas pessoas ainda mais complexa (CjazaBulsa, 2014; Queirós, 2022).

Um dos principais desafios na elaboração de produtos sem glúten é a ausência dessa proteína responsável pelo comportamento viscoelástico das massas, pela retenção de gases durante a

fermentação e pela coesão estrutural. A falta dessa rede proteica resulta em massas com menor capacidade de retenção de CO<sub>2</sub>, dificultando a obtenção de pães e bolos com volume adequado e textura aerada. Além disso, a massa sem glúten tende a ser mais quebradiça e com miolo denso, o que compromete a aceitação sensorial do produto final (Houben *et al.*, 2012).

De acordo com Toth *et al.* (2020), 70,8% dos consumidores demonstram insatisfação com pães sem glúten, especialmente em relação à textura e ao sabor. Esses produtos frequentemente apresentam miolo menos elástico, que endurece rapidamente e se fragmenta com facilidade. Além disso, o sabor varia conforme os ingredientes empregados na formulação. Os indivíduos com casos de restrição alimentar ao glúten desde a infância tendem a aceitar mais facilmente esses produtos, enquanto adultos diagnosticados apresentam maior dificuldade tanto na adaptação à dieta quanto na aceitação do consumo de pães sem glúten (Toth *et al.*, 2020). Diante disso, ingredientes e/ou aditivos que visam substituir o glúten precisam apresentar características viscoelásticas semelhantes (Houben *et al.*, 2012).

Outro desafio é a rápida retrogradação do amido, que provoca endurecimento precoce do miolo e reduz a vida de prateleira dos produtos. A escolha e combinação de diferentes ingredientes, como farinhas alternativas, amidos modificados, proteínas vegetais ou animais e hidrocolóides, são fundamentais para minimizar essas limitações tecnológicas (Córdoba, 2019).

Além dos aspectos tecnológicos, fatores como sabor, cor, custo e disponibilidade de ingredientes também influenciam a qualidade final do produto e sua aceitação pelo consumidor. Produtos sem glúten muitas vezes apresentam sabores residuais característicos de leguminosas ou pseudocereais e custos elevados, limitando seu consumo (Nogueira, *et al.*, 2020). Assim, o desenvolvimento desses produtos exige uma abordagem integrada, considerando tanto a funcionalidade tecnológica quanto aspectos sensoriais, nutricionais e econômicos.

### **3.4. INGREDIENTES ALTERNATIVOS**

#### **3.4.1 Farinhas e amidos alternativos**

Substituir o glúten em produtos de panificação representa um desafio tecnológico significativo, exigindo a utilização de farinhas alternativas, como arroz, soja, sorgo, amaranto e trigo-sarraceno, cada uma contribuindo com características específicas à textura, estrutura e sabor do produto final (Tabela 2). Paralelamente, pesquisas têm explorado estratégias biotecnológicas para reduzir a toxicidade do glúten, como o silenciamento dos genes responsáveis pela síntese das gliadinas, proteínas relacionadas às restrições alimentar ao glúten ao glúten, resultando em linhagens

de trigo com níveis reduzidos dessa fração proteica. O consumo de produtos com essas variedades mostrou manutenção da qualidade sensorial e efeitos positivos na microbiota intestinal de indivíduos com sensibilidade ao glúten, demonstrando uma alternativa promissora para o desenvolvimento de alimentos seguros e tecnologicamente adequados (Alvear; Losada, 2019).

Tabela 2 – Farinhas alternativas utilizadas em produtos sem glúten

Farinha	Características tecnológicas	Benefícios nutricionais e funcionais	Referência
<b>Arroz</b>	Possui textura leve e sabor neutro; proporciona maciez aos produtos; pode ser combinada com goma xantana para melhorar a estrutura.	Boa fonte de fibras, vitaminas e minerais; o farelo de arroz contém proteínas e lipídeos benéficos à saúde.	Matos e Rosell (2013)
<b>Soja</b>	Boa funcionalidade em misturas; contribui para textura e estrutura em pães sem glúten; melhora a retenção de umidade.	Rica em proteínas de alta qualidade e isoflavonas; auxilia na redução de ácidos graxos saturados e promove saciedade.	Ciabotti <i>et al.</i> (2006)
<b>Sorgo</b>	Apresenta boa capacidade de formar estrutura em produtos panificados; baixo custo de produção.	Rico em antioxidantes; auxilia na prevenção de doenças crônicas.	Oliveira <i>et al.</i> (2020)
<b>Amaranto</b>	Melhora a textura e o valor nutricional dos produtos.	Elevado teor de proteínas, compostos bioativos, antioxidantes e minerais.	Capriles <i>et al.</i> (2011)
<b>Trigo-sarraceno</b>	Proporciona boa consistência e sabor; contribui com coloração e densidade à massa.	Aminoácidos essenciais, fibras, rutina e catequinas; possui efeito antioxidante e auxilia na redução do colesterol LDL e controle glicêmico.	Momenté, <i>et al.</i> 2024

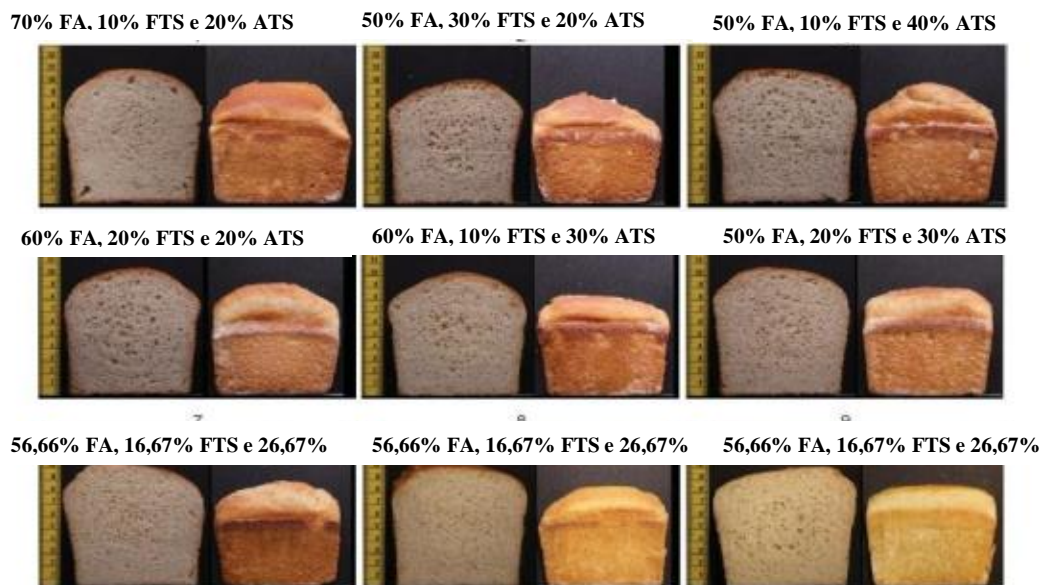
Na Tabela 2 apresentada, que a substituição do glúten em produtos de panificação demanda o uso de diferentes farinhas alternativas, cada uma contribuindo de forma específica para o aspecto tecnológico e nutricional dos alimentos. Farinhas como as de arroz, soja, sorgo, amaranto e trigo-sarraceno apresentam potencial significativo para o desenvolvimento de produtos sem glúten, permitindo melhorar textura, sabor e valor nutricional. No entanto, ainda são necessários avanços tecnológicos para que essas farinhas consigam reproduzir plenamente as propriedades viscoelásticas e estruturais conferidas pelo glúten, mantendo a aceitação sensorial e o desempenho funcional dos produtos convencionais.

A farinha de trigo-sarraceno é amplamente utilizada em diferentes tradições culinárias, frequentemente substituindo a farinha de trigo. Nessa farinha, o amido é um dos componentes predominantes, atuando como suplemento ou aditivo em formulações sem glúten, além de fornecer tanto nutrientes quanto compostos (Amido, Proteínas de boa qualidade, Fibras, Vitaminas e minerais) nutricionais relevantes para a dieta (Borsato, 2019). Um dos aspectos nutricionalmente mais

interessantes do trigo-sarraceno é a presença de flavonoides, substâncias reconhecidas por suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, associadas à prevenção de doenças crônicas, como doenças cardiovasculares e câncer. Entre os flavonoides presentes nesse grão, a rutina e a quercetina destacam-se como os principais responsáveis por esses efeitos protetores (Bastida *et al.*, 2015). Além disso, a composição proteica do trigo-sarraceno se diferencia da farinha de trigo convencional, apresentando maior proporção de albuminas e globulinas (cerca de 45%) e menores quantidades de prolaminas (3%) e glutelinas (15%). Essa farinha também contém níveis mais elevados dos aminoácidos lisina, metionina e cistina, conferindo valor nutricional superior (Córdoba, 2019).

A Figura 2, apresenta pães produzidos a partir de farinhas sem glúten, mostrando as variações de coloração, volume e textura obtidas conforme o tipo de ingrediente utilizado na formulação. A variação na aparência dos pães demonstra a busca de alcançar características sensoriais e tecnológicas semelhantes às dos produtos à base de trigo convencional, reforçando a importância de combinações adequadas de ingredientes e técnicas de processamento no desenvolvimento de produtos de melhor qualidade (Córdoba, 2019).

Figura 2 - Pães desenvolvidos com farinhas sem glúten



FA: farinha de arroz, FTS: farinha de trigo sarraceno, ATS: amido de trigo sarraceno

Fonte: Córdoba, 2019.

A crescente disponibilidade de pães sem glúten no mercado, busca atender à demanda de consumidores com doença celíaca ou que optam por dietas restritivas. Assim, embora as formulações variem entre as marcas, há um padrão no uso de ingredientes alternativos como amidos modificados, farinhas de arroz e de mandioca, além de espessantes como goma xantana e

hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), que auxiliam na textura e na estrutura dos produtos, os quais são fundamentais para compensar a ausência do glúten, garantindo características sensoriais e tecnológicas semelhantes às dos pães tradicionais (Calera, 2022). Calera, avaliou pães e biscoitos sem glúten disponíveis no mercado utiliza diferentes farinhas alternativas e aditivos tecnológicos para compensar a ausência do glúten, utilizando, como mostra a Tabela 3. Além disso, destaca-se nessa avaliação a alta presença alergênicos, reforçando os desafios tecnológicos e sensoriais associados ao desenvolvimento desses produtos.

Tabela 3 – Pães e biscoitos comerciais sem glúten

Produto	Características	Principais ingredientes
Pão de forma sem glúten <i>Wickbold</i> (300 g)	Pão macio e fresco, contém ovos e pode conter traços de castanhas e soja.	Amido modificado, óleo de milho, açúcar, ovo, sal, emulsificantes, goma xantana, conservantes e aromatizantes.
Pão de forma tradicional sem glúten e sem lactose <i>Schär</i> (200 g)	Original e Multigrãos, contém derivados de soja.	Água, amido de milho, farinha de arroz, fibra de <i>psyllium</i> , óleo de girassol, proteína de soja, fermento biológico, sal, açúcar e espessantes.
Pão sem glúten sarraceno pão de <i>Liz</i> (500 g)	Tradicional com gergelim, Sarraceno, Alecrim, Teff, Linhaça, Nozes e Siciliano. Não contém ovos, leite, soja e conservantes.	Farinha de arroz, fécula de mandioca e batata, farinha de sarraceno, óleo de girassol, açúcar demerara, fermento biológico e sal marinho.
Pão tradicional sem glúten fatiado <i>Jasmine</i> (350 g)	Tradicional e Multigrãos. Contém derivados de soja e pode conter traços de castanhas e amendoim.	Amido de mandioca, milho ou batata, extrato de soja, gordura de palma, açúcar demerara, sal, espessantes, conservantes e emulsificantes.
<i>Cookie</i> integral frutas silvestres sem glúten – <i>Jasmine</i> (150 g)	<i>Cookie</i> , sabor frutas vermelhas, derivados de soja.	Milho integral, farinha de arroz integral, melado de cana, óleos vegetais, açúcar mascavo, extrato de soja, fermentos e aroma natural.
Biscoito <i>digestive sarraceno</i> – <i>Buckwheat Bio Santiveri</i> (200 g)	Ingredientes orgânicos, sem glúten, com traços de soja.	Farinha de trigo sarraceno, açúcar mascavo, amido de milho, óleo de girassol e azeitona, maltodextrina de arroz, canela e antioxidantes naturais.
<i>Crackers</i> sem glúten – <i>Schär</i> (210 g)	Formato <i>cracker</i> , sabor tradicional.	Amido e farinha de milho, margarina vegetal, xarope de arroz, farinha de soja, sal, fermentos e espessantes.
Biscoito de maisena vegano sem glúten – <i>Naturallife</i> (112 g)	Sabor maisena, opção vegana.	Amido de milho, farinha de arroz, açúcar demerara, gordura de palma, leite de coco, fibras ( <i>psyllium</i> , inulina, acácia), fécula de batata e corante natural betacaroteno.

Fonte: Calera, 2022.

Os biscoitos, em geral, são elaborados a partir de farinha de trigo, gordura e açúcar como ingredientes básicos. Por serem assados e apresentarem baixa umidade, possuem maior durabilidade e estabilidade, desde que protegidos da umidade externa por meio de embalagens adequadas

(Monteiro; Martins, 2003). Apesar de sua maioria dependerem menos do glúten do que outros produtos de panificação, sua ausência pode afetar características importantes, como a crocância e a uniformidade da textura (Di Cairano *et al.*, 2018).

Diferentes farinhas podem substituir o trigo em biscoitos sem glúten, contribuindo tanto para a textura quanto para o valor nutricional. Dentre dessas destacam-se farinhas de soja, coco, amaranto, fécula de mandioca e quinoa (Sakač *et al.*, 2011). A farinha de soja rica em proteínas, a fécula de mandioca melhora a crocância e a cor, o amaranto mantém elasticidade contém teores elevados de proteínas e viscosidade semelhantes às do trigo, e a farinha de quinoa agrega alto teor proteico e aminoácidos essenciais, favorecendo a saciedade e o equilíbrio metabólico (Vieira *et al.* 2015).

### **3.4.2 Hidrocolóides e gomas**

Os hidrocolóides, também conhecidos como gomas alimentares, são compostos formados, em sua maioria, por polissacarídeos de origem natural ou sintética. Imeson (2011), afirmou que mesmo em pequenas quantidades, os hidrocolóides são amplamente utilizados como espessantes, estabilizantes, gelificantes e agentes de absorção de água. Já Arendt e Bello (2008) destacaram que esses compostos podem reproduzir as propriedades viscoelásticas do glúten, formando redes e proporcionando maior consistência às massas sem glúten.

Segundo Botelho (2012), os hidrocolóides também melhoram a textura dos alimentos, contribuindo para o aumento e a retenção de gás carbônico nas massas, o que resulta em produtos com maior volume e maciez. Essa melhoria é explicada pela interação dos hidrocolóides com as moléculas de amido, o que favorece a retenção de umidade e reduz a taxa de retrogradação, retardando o endurecimento do pão. Do ponto de vista sensorial, os hidrocolóides contribuem para melhores características de textura, volume e suavidade, tornando os produtos sem glúten mais agradáveis ao consumidor (Gallagher *et al.*, 2004).

Hidrocolóides como xantana, hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e carboximetilcelulose (CMC) aumentam a viscosidade, melhoram a retenção de água e reduzem a retrogradação do amido, retardando o endurecimento dos produtos. Durante o aquecimento, essas macromoléculas contribuem para a estruturação térmica, processo no qual a matriz do alimento ganha firmeza e estabilidade devido à gelatinização do amido e à formação de uma rede tridimensional capaz de reter água e aprisionar gases. Proteínas lácteas ou vegetais também participam desse processo, reforçando essa rede estrutural por meio da desnaturação e agregação térmica. Esse arranjo, entretanto, só se torna efetivo quando acompanhado por processamento adequado como mistura, hidratação, batimento e

forneamento que garante a interação adequada entre amidos, hidrocolóides e proteínas (Monteiro, 2021).

Além dos hidrocolóides, as proteínas desempenham papel fundamental na estruturação de produtos sem glúten. Estudos mostram que a adição de isolados proteicos não-glútenicos, como proteína de soja, albumina ou colágeno, pode formar redes proteicas que conferem força elástica e viscoelasticidade à massa, melhorando a retenção de gás e a textura do pão (Ziobro, *et al.*, 2015).

A goma xantana, é amplamente aplicada na indústria de alimentos por sua capacidade de atuar como espessante, estabilizante e agente emulsificante, é obtida por meio da fermentação realizada pela bactéria *Xanthomonas campestris*, que resulta em um polissacarídeo de alta funcionalidade tecnológica. Após a fermentação, o produto passa por etapas de pasteurização e precipitação com álcool isopropílico para a recuperação da goma. Esse ingrediente é valorizado por suas propriedades de estabilidade, resistência à água e contribuição para a textura e aparência dos alimentos. Além disso, auxilia na redução do teor calórico e na melhora da digestão, uma alternativa importante em formulações alimentícias, especialmente nas versões sem glúten, por ajudar a reproduzir a consistência e a elasticidade. Dessa forma, é amplamente utilizado na produção de pães, bolos e biscoitos sem glúten, garantindo melhor qualidade sensorial e tecnológica às formulações (FAO/WHO, 2017).

A Tabela 4 apresenta as principais características observadas nos hidrocolóides mais utilizados em produtos sem glúten. A goma xantana destaca-se por manter alta viscosidade e estabilidade em diferentes condições, sendo ideal para produtos sem glúten. A carboximetilcelulose (CMC) também é viscosa, mas perde eficiência em meio ácido. Já a metilcelulose e a hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) aumentam a viscosidade com o calor e formam géis, enquanto as galactomananas, como goma guar e alfarroba, apresentam baixa viscosidade inicial, porém boa estabilidade, degradando apenas em pH ou temperaturas extremas (FIB, 2015). Essas características demonstram que cada hidrocolóide exerce um papel fundamental nos produtos sem glúten, podendo melhorar a textura, a estabilidade e a estrutura das massas, de modo a compensar a ausência do glúten e podendo melhorar a qualidade sensorial e tecnológica ao produto final.

Tabela 4 – Principais hidrocolóides utilizados em produtos sem glúten

Hidrocolóide	Características
Goma xantana	Elevada viscosidade em baixo cisalhamento (rendimento de estresse), altamente pseudoplástica; mantém a viscosidade na presença de eletrólitos através de ampla faixa de pH e temperaturas elevadas.
Carboximetilcelulose	Elevada viscosidade, porém, reduzida pela adição de eletrólitos e baixo pH.
Metilcelulose e hidroxipropilmetilcelulose	Viscosidade aumenta com a temperatura porém perde essa propriedades pela adição (podendo ocorrer gelificação), não sendo influenciada pela adição de eletrólitos ou pH.
Galactomananas (goma guar e goma alfarroba)	Elevada viscosidade de cisalhamento e fortemente pseudoplástica; não é influenciada pela presença de eletrólitos; pode degradar e perder viscosidade em alto e baixo pH quando submetidas a altas temperaturas.

Fonte: FIB, 2015.

### 3.4.3 Ingredientes lipídicos

Os ingredientes lipídicos, como óleos e gorduras, têm papel importante na produção de alimentos, especialmente nos produtos sem glúten, pois ajudam a melhorar a textura, o sabor, o volume e a conservação (Flores, 2025). Segundo Borsato (2019), o grão-de-bico é um exemplo de alimento rico em lipídios e carboidratos complexos, que liberam energia de forma gradual, ajudando no controle da glicose e na sensação de saciedade. Também contém gorduras boas, vitaminas do complexo B e minerais como zinco, ferro, fósforo, magnésio e selênio, que contribuem para a saúde e o bom funcionamento do corpo.

Segundo Jacob e Leelavathi (2007), os lipídios têm papel essencial na fabricação de biscoitos, sendo encontrados em proporções elevadas. As formulações costumam conter entre 30% e 60% de lipídios, 30% a 75% de açúcares e umidade baixa, entre 7% e 20%. Essas fontes lipídicas deixam os biscoitos mais macios e a massa menos elástica. Além disso, melhora a textura e a aparência, facilita o preparo, reduz o tempo de mistura e aumenta a vida de prateleira.

Em formulações tradicionais, óleos e gorduras cumprem principalmente sobretudo sensorial. Conferindo maciez, untuosidade, sabor e ajudam na conservação. Já em matrizes isentas de glúten, sua função torna-se mais ampla. Possuem capacidade de reduzir a tensão interfacial, favorecer a incorporação e a estabilidade de bolhas de ar na massa, interagir com amido e proteínas modificando o comportamento térmico e, quando veiculam emulsificantes, contribuir para miolos mais finos e homogêneos (Zhou; Faubion; Walker, 2011). Estudos mais recentes têm mostrado, ainda, que misturas lipídicas com teor de gordura sólida ajustado e o emprego de margarinas industriais podem resultar em produtos sem glúten com menor firmeza e melhor maciez após o armazenamento, quando comparados ao uso exclusivo de óleos líquidos (Kupiec *et al.*, 2021; Mohammadi *et al.*, 2024). Assim,

a fase lipídica deixa de ser adição secundária e passa a ser considerada uma variável fundamental no desenvolvimento de formulações de pães, bolos e biscoitos sem glúten.

Cabe observar, contudo, que os efeitos positivos relatados para a inclusão de lipídeos e emulsificantes não são universais. A magnitude da melhoria observada depende da categoria de produto (pães, bolos, muffins, biscoitos ou snacks), da composição da mistura de farinhas e da condição de processamento. Em produtos com massa mais fluida e dependentes de aeração (como bolos sem glúten), a estabilização da espuma e o controle da viscosidade são decisivos; nesses casos, sistemas lipídicos bem desenhados isto é, combinações planejadas de gorduras, óleos e emulsificantes com propriedades adequadas de cristalização, plasticidade e ponto de fusão tendem a apresentar melhor desempenho, favorecendo a incorporação e retenção de ar durante o batimento. Já em produtos mais secos ou de baixa expansão, o papel do lipídio desloca-se para a textura de quebra e para a formação da cor superficial. Essa dependência reforça a necessidade de estudos que considerem simultaneamente formulação e processo, sobretudo quando o objetivo é transpor resultados laboratoriais para escala industrial (Motta, 2020).

No contexto brasileiro, essa discussão torna-se ainda mais relevante devido à disponibilidade de matérias-primas como mandioca e seus derivados, arroz, milho e diversos óleos vegetais amplamente acessíveis. Esses insumos favorecem o desenvolvimento de produtos sem glúten com custos mais adequados ao mercado interno. A integração dessas matérias-primas com tecnologias de panificação e confeitaria já consolidadas no país, aliada às exigências de rotulagem que asseguram a segurança do consumidor celíaco, cria um cenário favorável para a inovação no setor de alimentos funcionais e inclusivos (Brandão; Lira, 2011; Fenacelbra, 2024).

#### **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente trabalho caracterizou-se como uma pesquisa qualitativa e exploratória, com abordagem bibliográfica e descritiva, voltada à análise do glúten nas propriedades tecnológicas dos alimentos e dos desafios relacionados à formulação de produtos sem gluten. Segundo Gil (2008), a pesquisa bibliográfica busca compreender fenômenos a partir da análise de materiais já elaborados, como livros, artigos científicos, dissertações e publicações institucionais, possibilitando a sistematização e interpretação de informações existentes sobre o tema.

Foram consultadas publicações científicas, artigos, dissertações e documentos disponíveis em bases de dados, como *SciELO*, *Google Acadêmico*, *PubMed*.. A busca dos materiais foi realizada

utilizando combinações de palavras-chave relacionadas ao tema como: “glúten”, “propriedades tecnológicas”, “alimentos sem glúten”, “*gluten free*”, “substituição do glúten”, “farinhas alternativas” e “hidrocolóides”, conforme os objetivos do estudo. Além disso, foram utilizados documentos oficiais de órgãos reguladores, como a ANVISA e o Ministério da Saúde, bem como legislações pertinentes, como a Lei nº 10.674/2003.

Foram selecionados artigos publicados entre os anos de 2005 e 2025, escritos em língua portuguesa e inglesa, que abordassem direta ou indiretamente o papel do glúten nas propriedades tecnológicas de produtos panificados; alternativas tecnológicas utilizadas para substituição do glúten em alimentos; implicações nutricionais, sensoriais e de qualidade desses produtos, panorama de mercado e regulamentação sobre alimentos sem glúten no Brasil e no mundo.

Os estudos incluídos foram aqueles com resultados aplicáveis à indústria de alimentos, especialmente sobre a função tecnológica do glúten, o desenvolvimento de produtos sem glúten e o uso de farinhas alternativas. Excluíram-se publicações sem metodologia definida ou com abordagem genérica. A análise, buscou relacionar as contribuições dos estudos aos objetivos do trabalho, destacando as propriedades tecnológicas e nutricionais das farinhas alternativas em produtos *gluten free*.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na revisão bibliográfica mostraram que a ausência do glúten em produtos panificados constitui um dos maiores desafios tecnológicos enfrentados pela indústria alimentícia. Conforme Wieser (2007), o glúten é responsável pela formação de uma rede proteica que confere elasticidade, coesão e retenção de gases às massas de trigo. Dessa forma, sua remoção exige a recriação dessas propriedades utilizando ingredientes substitutos, como amidos, hidrocolóides, proteínas e lipídios (Yildiz *et al.*, 2018).

A literatura também apontou o papel fundamental dos lipídios na estruturação das massas sem gluten. Segundo Mohammadi *et al.* (2024), esses compostos influenciam diretamente a estabilidade da espuma, a retenção de ar e as transições térmicas do produto durante o forneamento. O tipo de gordura e a presença de emulsificantes afetam a viscosidade, a porosidade e a textura final, podendo reduzir a firmeza e aumentar a maciez. Tais resultados demonstram que o controle do sistema lipídico é determinante para alcançar produtos de boa qualidade tecnológica e sensorial, o que se confirma também nos experimentos de Monteiro (2021) que mostraram benefícios do uso de oleogéis e misturas de lipídeos estruturados em pães e bolos sem glúten. Assim, a fase lipídica deixa de ser uma

simples adição secundária e passa a ser tratada como uma variável estratégica de projeto na formulação de pães, bolos e biscoitos sem glúten, uma vez que os lipídios contribuem para a maciez, a retenção de umidade, a estabilidade da massa, a melhoria do volume, a extensão do shelf life e a qualidade sensorial final do produto.

Do ponto de vista nutricional e funcional, as citações revisadas revelaram que a substituição da farinha de trigo por farinhas alternativas, como arroz, soja, amaranto, sorgo e trigo-sarraceno, oferecem vantagens, quanto ao teor de fibras, aminoácidos essenciais e compostos antioxidantes. Conforme Capriles *et al.* (2011), esses ingredientes podem enriquecer o valor nutricional dos produtos sem gluten, compensando parcialmente a ausência do glúten e ampliando o apelo de saudável. Ainda assim, autores como Córdoba (2019) e Motta (2015) destacaram que as características sensoriais, como sabor e textura permanecem com situações a serem superadas, uma vez que muitas formulações resultam em produtos mais densos e de menor volume quando comparados aos convencionais.

Na perspectiva da aceitação do consumidor, Toth *et al.* (2020) relataram que mais de 70% dos consumidores manifestam insatisfação com a textura e o sabor dos pães sem glúten. Informações que confirmam a necessidade de avanços na engenharia de alimentos voltados à formulação de produtos que conciliem qualidade sensorial e funcionalidade tecnológica. O uso de proteínas vegetais (como de soja e leguminosas), aliado à gomas como xantana e HPMC, tem se mostrado uma estratégia eficaz para melhorar a elasticidade e a coesão das massas (Houben *et al.*, 2012; Nogueira *et al.*, 2020).

A análise também evidenciou que o crescimento do mercado sem glúten é impulsionado não apenas por fatores clínicos como a doença celíaca e a sensibilidade ao glúten, mas também por tendências de consumo associadas ao bem-estar e à busca por produtos percebidos como mais saudáveis. De acordo com Mordor Intelligence (2024) e Statista (2024), o setor movimentou aproximadamente US\$ 4,6 bilhões em 2024, com projeções de expansão contínua até 2033. No Brasil, segundo a Fenacelbra (2024), observou esse aumento expressivo na demanda reflete tanto as necessidades médicas da população quanto a mudança nos hábitos alimentares, marcada pela preferência por produtos naturais, funcionais e tecnologicamente inovadores.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conclui-se que o desenvolvimento de produtos isentos de glúten constitui desafio tecnológico multifatorial, decorrente sobretudo da ausência da rede proteica formada pelas frações gliadínicas e

glutenínicas, responsável, em sistemas à base de trigo, pela elasticidade, extensibilidade e retenção de gases. Demonstrou-se que a simples substituição da farinha de trigo por farinhas ou amidos alternativos não é suficiente para reproduzir o comportamento reológico e a estrutura final dos produtos, sendo imprescindível o emprego articulado de hidrocolóides, proteínas de outras origens e sistemas lipídicos tecnicamente selecionados. Desse modo, confirmou-se o objetivo proposto de analisar, em perspectiva tecnológica, como diferentes ingredientes podem contribuir para a obtenção de alimentos glúten free com melhor desempenho físico e sensorial.

O avanço do mercado de produtos sem glúten não deriva apenas de demandas clínicas, como a doença celíaca e outras desordens relacionadas, mas também de um público não celíaco que associa tais produtos a atributos de saudabilidade e rotulagem limpa. Tal cenário impõe patamar de exigência mais elevado, no qual não basta garantir ausência de glúten: é necessário apresentar textura macia, volume adequado, cor homogênea e estabilidade ao armazenamento. Nessa direção, os estudos revisados apontaram que ingredientes lipídicos, especialmente quando veiculam emulsificantes ou apresentam teor de gordura sólida ajustado, exercem papel relevante na estabilização de bolhas, na maciez do miolo e na redução do firmamento ao longo do tempo, aproximando o produto sem glúten do padrão sensorial de seu análogo tradicional.

Pães, bolos, biscoitos e massas sem glúten respondem de modo distinto à combinação de farinhas, gomas e gorduras, razão pela qual a formulação deve ser conduzida como problema de engenharia, considerando matriz, processamento e propriedades desejadas. Ainda assim, o conjunto de evidências permite a matriz afirmar que já há base técnico-científica suficiente para orientar o desenvolvimento de produtos sem glúten com melhor aceitação, desde que se reconheça a função específica de cada classe de ingrediente na reconstrução da estrutura perdida.

Como sugestões de futuros estudos podemos destacar: i) caracterizações reológicas mais abrangentes, que estabeleçam correlação entre parâmetros instrumentais e percepção sensorial; ii) avaliação de sistemas lipídicos estruturados como alternativas tecnológicas compatíveis com tendências de rotulagem; iii) estudos de vida útil que considerem retrogradação e migração de umidade, ainda críticos em produtos sem glúten; e (iv) otimização dos parâmetros de obtenção na obtenção de produtos sem glúten.

## REFERÊNCIAS

AL-TOMA, A.; VOLTA, U.; AURICCHIO, R.; CASTILLEJO, G.; SANDERS. European Society for the Study of Coeliac Disease (ESsCD) guideline for coeliac disease and other gluten-related disorders. **United European Gastroenterol Journal**, v. 7, p. 583-613, 2019. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2050640619844125>. Acesso em: 01 de out. 2025.L

ALVEAR, M.J.G e LOSADA F.B. **OGM na agricultura Importância para alimentação e saúde Instituto de Agricultura Sustentável IAS-CSIC**, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifsp.edu.br/server/api/core/bitstreams/29fff9f5-1c25-4445-98d9-4f78112d1662/content>. Acesso em: 12 de out. 2025.

ARENDDT, E. K.; BELLO, F. D. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. Academic Press. Jun. 2008. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/13247/1/adicaohidrocoloidespaessemgluten.pdf>. Acesso em: 02 de nov. 2025.

ASSOCIAÇÃO DOS CELÍACOS DO BRASIL – ACELBRA. **Dados estatísticos**. Disponível em: <https://www.fenacelbra.com.br/dados-estatisticos>. Acesso em: 12 de out. 2025.

BASTIDA, J.A.G; PISKU1A M. e ZIELINSKI H. **Recent advances in development of gluten-free buckwheat products**. 2015. Disponível em: <https://repositorio.ifsp.edu.br/server/api/core/bitstreams/29fff9f5-1c25-4445-98d9-4f78112d1662/content>. Acesso em: 12 de out. 2025.

BIESIEKIERSKI, J. R. What is gluten? **Journal of Gastroenterology and Hepatology** v. 32, n. 8, 2017.

BOTELHO, F. de S. **Efeito das gomas xantana e/ou guar na textura de pães isentos de glúten elaborados com farinhas de arroz e de milho**. Tese de Doutorado. ISA/UTL. 2012. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/13247/1/adicaohidrocoloidespaessemgluten.pdf>. Acesso em: 02 de nov. 2025.

BORSATO, M. de P. **Amido de trigo mourisco (Fagopyrum esculentum): obtenção, modificação por tratamento com calor e baixa umidade e caracterização**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos ) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2019. Disponível: <https://repositorio.ifsp.edu.br/server/api/core/bitstreams/29fff9f5-1c25-4445-98d9-4f78112d1662/content>. Acesso em: 10 de nov. 2025.

BRANDÃO, S. S.; LIRA, H. L. **Tecnologia de panificação e confeitaria**. Recife, PE: EDUFRPE, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Lei Nº 10.674, de 16 de maio de 2003**. 2003. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/98648/lei-10674-03>. Acesso em: 02 de nov. 2025.

BRASIL. **lei nº 8.096, de 21 de novembro de 1990.** Dispõe sobre a Comercialização e Industrialização do Trigo, e dá outras providências. Jusbrasil. 1990. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/108835/lei-8096-90>. Acesso em: 02 de nov. 2025.

BRI. Business Research Insights. **Visão geral do mercado de alimentos e bebidas sem glúten.** 2024. Disponível em: <https://www.businessresearchinsights.com/pt/market-reports/gluten-free-foods-beverages-market-106439>. Acesso em: 02 de nov. 2025.

CASTRO, L.R. **O melhoramento genético piorou o glúten do trigo ?** Embrapa. 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/97089586/artigo-o-melhoramento-genetico-piorou-o-gluten-do-trigo>. Acesso em: 04 de nov. 2025.

CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. Avanços na produção de pães sem glúten: aspectos tecnológicos e nutricionais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 29, n. 1. 2011. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/30995/1/paesarrozsortogteff.pdf>. Acesso em: 10 de nov. 2025.

CJAZA-BULSA, G. Non-coeliac Gluten Sensitivity- A new disease with gluten intolerance. **Clinical Nutrition Poland**, v. 34, n. 2, 2014. Disponível em: [https://r.search.yahoo.com/\\_ylt=AwrFFTonRQtpGwcfvwcf7At.;\\_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzQEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1762375079/RO=10/RU=https%3a%2f%2fwww.researchgate.net%2fpublication%2f384346351\\_Desafios\\_da\\_panificacao\\_sem\\_gluten\\_uma\\_breve\\_revisao/RK=2/R\\_S=mIQlcBVJb8t2SmhnWxzKqs7K\\_eo-](https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrFFTonRQtpGwcfvwcf7At.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzQEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1762375079/RO=10/RU=https%3a%2f%2fwww.researchgate.net%2fpublication%2f384346351_Desafios_da_panificacao_sem_gluten_uma_breve_revisao/RK=2/R_S=mIQlcBVJb8t2SmhnWxzKqs7K_eo-.). Acesso em: 12 de out. 2025.

CALERA, L. R. **A importância do glúten e o desafio na substituição na panificação e massas alimentícias.** Matão, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifsp.edu.br/server/api/core/bitstreams/29fff9f5-1c25-4445-98d9-4f78112d1662/content>. Acesso em: 03 de nov. 2025.

CIABOTTI, S.; BARCELLOS, M. F. P.; MANDARINO, J. M. G.; TARONE, A. G. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de lipoxigenase. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, 2006. Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/Elaboracao\\_e\\_avaliacao\\_de\\_biscoitos\\_sem.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Elaboracao_e_avaliacao_de_biscoitos_sem.pdf). Acesso em: 10 de nov. 2025.

CORDOBA, L. do P. **Caracterização da farinha e amido de trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*) e desenvolvimento de pão sem glúten.** TESE Universidade federal do Paraná, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifsp.edu.br/server/api/core/bitstreams/29fff9f5-1c25-4445-98d9-4f78112d1662/content>. Acesso em: 06 de out. 2025.

DI CAIRANO, M., GALGANO, F., TOLVE, R., CARUSO, M. C., CONDELLI, N. Focus on gluten free biscuits: ingredients and issues. **Trends in Food Science & Technology**, v. 81, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ifsp.edu.br/server/api/core/bitstreams/29fff9f5-1c25-4445-98d9-4f78112d1662/content>. Acesso em: 03 de nov. 2025.

EL KHOURY, D. et al. **A Review on the Gluten-Free Diet: Technological and Nutritional Challenges.** Nutrients, 2018. Disponível em:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6213115/pdf/nutrients-10-01410.pdf>. Acesso em: 02 de nov. 2025.

ELLI L, BRANCHI F, TOMBA C, et al. Diagnosis of gluten related disorders: Celiac disease, wheat allergy and non-celiac gluten sensitivity. **World J Gastroenterol**. 2015. Disponível em: <https://www.fenacelbra.com.br/desordens-relacionadas-ao-gluten>. Acesso em: 10 de out. 2025.

FAO/WHO. Food and Agriculture Organization/ World Health Organization. **Codex Alimentarius**. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/13247/1/adicaohidrocoloidespaessemgluten.pdf>. Acesso em: 02 de nov. 2025.

FEDERAÇÃO NACIONAL DAS ASSOCIAÇÕES DE CELÍACOS DO BRASIL (FENACELBRA). **Dados estatísticos**. Disponível em: <https://www.fenacelbra.com.br/dados-estatisticos>. Acesso em: 07 out. 2025.

FEDERAÇÃO NACIONAL DAS ASSOCIAÇÕES DE CELÍACOS DO BRASIL (FENACELBRA). **Desordens relacionadas ao glúten**. Disponível em: <https://www.fenacelbra.com.br/desordens-relacionadas-ao-gluten>. Acesso em: 07 out. 2025.

FEDERAÇÃO NACIONAL DAS ASSOCIAÇÕES DE CELÍACOS DO BRASIL (FENACELBRA). **Doença celíaca**. Disponível em: <https://www.fenacelbra.com.br/doenca-celiaca>. Acesso em: 07 out. 2025.

FIB - *Food* Ingredientes Brasil. **Revista-fi.com** 2015 n 35. Disponível: <https://revista-fi.com/edicoes/35/dossie-especial-amidos>. Acesso em: 20 de out. 2025.

FLORES, H. F. **Lipídios**. Brasil Escola. 2025. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/lipidios.htm>. Acesso em: 10 de nov. 2025.

FRANCO, V. A. **Desenvolvimento de Pão Sem Gluten Com Farinha de Arroz e De Batata-Doce**. Dissertação de Mestrado (Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Goiás, Goiania, 2015. Disponível em: [https://r.search.yahoo.com/\\_ylt=AwrFFTonRQtpGwcfvwcf7At.;\\_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzQEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1762375079/RO=10/RU=https%3a%2f%2fwww.researchgate.net%2fpublication%2f384346351\\_Desafios\\_da\\_panificacao\\_sem\\_gluten\\_uma\\_breve\\_revisao/RK=2/RS=mIQlcBVJb8t2SmhnWxzKqs7K\\_eo-](https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrFFTonRQtpGwcfvwcf7At.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzQEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1762375079/RO=10/RU=https%3a%2f%2fwww.researchgate.net%2fpublication%2f384346351_Desafios_da_panificacao_sem_gluten_uma_breve_revisao/RK=2/RS=mIQlcBVJb8t2SmhnWxzKqs7K_eo-). Acesso em: 12 de out. 2025.

GALLAGHER, E.; GORMLEY, T. R.; ARENDT, E. K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 15, n. 3, 2004. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/13247/1/adicaohidrocoloidespaessemgluten.pdf>. Acesso em: 02 de nov. 2025.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, SP: Atlas, 2002. Disponível em: [https://r.search.yahoo.com/\\_ylt=AwrFFwPKzB1pPfiYGwsf7At.;\\_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1763589450/RO=10/RU=https%3a%2f%2frevistas.fucamp.edu.br%2findex.php%2fcadernos%2farticle%2fdownload%2f2336%2f1441/RK=2/RS=5jQSP3tvqq5b1cP4sURLbO2Aqr8-](https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrFFwPKzB1pPfiYGwsf7At.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1763589450/RO=10/RU=https%3a%2f%2frevistas.fucamp.edu.br%2findex.php%2fcadernos%2farticle%2fdownload%2f2336%2f1441/RK=2/RS=5jQSP3tvqq5b1cP4sURLbO2Aqr8-). Acesso em: 10 de nov. 2025.

- HAN, C. et al. **Further interpretation of the underlying causes of the strengthening effect of alkali on gluten and noodle quality**: Studies on gluten, gliadin, and glutenin. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X1931690X?via%3Dihub>. Acesso em: 10 de nov. 2025.
- HOUBEN A; HÖCHSTÖTTER A; BECKER T. Possibilities to increase the quality in Gluten free bread production: an overview. 2012. **Eur Food Res Technol**. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ifsp.edu.br/server/api/core/bitstreams/29fff9f5-1c25-4445-98d9-4f78112d1662/content>. Acesso em: 10 de out. 2025.
- IMESON, A. **Food stabilisers, thickeners and gelling agents**. John Wiley & Sons, 2011. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/13247/1/adicaohidrocoloidespaessemgluten.pdf>. Acesso em: 02 de nov. 2025.
- JACOB, J.; LEELAVATHI, K. Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. **Journal of Food Engineering**, v. 79, n. 1, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/mFWnnYSnssgTtYtnfBHTqWL/?format=html&lang=pt>, Acesso em: 12 de nov. 2025.
- KUPIEC, M. et al. Study on the introduction of solid fat with a ... **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, p. 9220, 2021.
- MATOS, M.E.; ROSELL, C.M. Quality Indicators of Rice-Based Gluten-Free Bread-Like Products: Relationships Between Dough Rheology and Quality Characteristics. **Food and Bioprocess Technology**. 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/257764532\\_Quality\\_Indicators\\_of\\_Rice-Based\\_Gluten-Free\\_Bread-Like\\_Products\\_Relationships\\_Between\\_Dough\\_Rheology\\_and\\_Quality\\_Characteristics](https://www.researchgate.net/publication/257764532_Quality_Indicators_of_Rice-Based_Gluten-Free_Bread-Like_Products_Relationships_Between_Dough_Rheology_and_Quality_Characteristics). Acesso em: 10 de nov. 2025.
- MOHAMMADI, A. et al. Impact of fat profile on the rheological an... **LWT - Food Science and Technology**, v. 211. 2024.
- MOMENTÉ, V.G.; et al. Trigo Sarraceno: uma planta multiusos. **Revista DELOS**. 2025. Disponível em: <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/4096>. Acesso em: 10 de nov. 2025.
- MONTEIRO, J. S. A Systematic Review on Gluten-Free Bread Formula... Volume as a Quality Indicator. **Foods**, v. 10, p. 614, 2021.
- MONTEIRO, A. R. G.; MARTINS, M. F. **Processo de desenvolvimento de produtos na indústria de biscoitos**: Estudos de casos em fabricantes de médio porte. In: IV Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos. Gramado, RS, Brasil. 2003. Disponível em: <https://repositorio.ifsp.edu.br/server/api/core/bitstreams/29fff9f5-1c25-4445-98d9-4f78112d1662/content>. Acesso em: 03 de nov. 2025.
- MORAIS, J. S. de. **Desenvolvimento de bolo de abóbora sem glúten**. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016. Disponível em:

<https://repositorio.ifsp.edu.br/server/api/core/bitstreams/29fff9f5-1c25-4445-98d9-4f78112d1662/content>. Acesso em: 10 de out. 2025.

MORDOR INTELLIGENCE. **Brazil Gluten-Free Foods & Beverages Market**. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/brazil-gluten-free-foods-beverages-market-industry>. Acesso em: 07 out. 2025.

MOTTA, V. Lipídeos e Membranas. **Bioquímica básica**. 2020. Disponível em: <https://docente.ifsc.edu.br/lucia.martins/MaterialDidatico/Bioqu%C3%ADmica/Textos/LIPIDIOS.pdf>. Acesso em: 10 de nov. 2025.

NOGUEIRA, M. E. M.; GUIMARÃES, N. S.; SOARES, A. D. N.; ARAUJO, R. R. S. Biscoitos sem glúten versus com glúten: composição nutricional, ingredientes e custo. **Revista higiene alimentar**, 2020. Disponível em: <https://higienealimentar.com.br/biscoitos-sem-gluten-versus-com-gluten-composicao-nutricional-ingredientes-e-custo/>. Acesso em: 10 de nov. 2025.

NUCIA, A. **Glutenin proteins** : characteristics and their influence on rheological properties of wheat. *Acta Scientiarum Polonorum*, Vol. 2. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28244676/>. Acesso em: 03 de nov. 2023.

OLIVEIRA, I.M. et al. Utilização de farinhas alternativas em produtos de panificação: uma revisão literária. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020. Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/Utilizacao\\_de\\_farinhas\\_alternativas\\_em\\_produtos\\_de.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Utilizacao_de_farinhas_alternativas_em_produtos_de.pdf). Acesso em: 10 de nov. 2025.

PANTALEÃO, L.C.; AMANCIO, O.S.; ROGERO, M.M. **Declaração de Posicionamento da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição sobre Dieta sem Glúten**. 2024. Disponível Em: <https://sban.org.br/uploads/Posicionamentos20240122081626.pdf>. Acesso em: 10 de out. 2025.

QUEIRÓS, I. P. et al. Comparação das informações nutricionais, ingredientes e preços de produtos com glúten e sem glúten comercializados em supermercados da cidade de Governador. **Europub Journal of Health Research**, v. 3, 2022. Disponível em: [https://r.search.yahoo.com/\\_ylt=AwrFFTonRQtpGwcfvwcf7At.;\\_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzQEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1762375079/RO=10/RU=https%3a%2f%2fwww.researchgate.net%2fpublication%2f384346351\\_Desafios\\_da\\_panificacao\\_sem\\_gluten\\_uma\\_breve\\_revisao/RK=2/RIS=mlQlcBVJb8t2SmhnWxzKqs7K\\_eo-](https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrFFTonRQtpGwcfvwcf7At.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzQEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1762375079/RO=10/RU=https%3a%2f%2fwww.researchgate.net%2fpublication%2f384346351_Desafios_da_panificacao_sem_gluten_uma_breve_revisao/RK=2/RIS=mlQlcBVJb8t2SmhnWxzKqs7K_eo-.). Acesso em: 10 de out. 2025.

SAKAČ, M., TORBICA, A., SEDEJ, I., & HADNAĐEV, M. Influence of breadmaking on antioxidant capacity of gluten free breads based on rice and buckwheat flours. **Food Research International**, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ifsp.edu.br/server/api/core/bitstreams/29fff9f5-1c25-4445-98d9-4f78112d1662/content>. Acesso em: 03 de nov. 2025.

SHEWRY, P. R. **What Is Gluten: Why Is It Special?** *Frontiers in Nutrition*, 2019. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/nutrition/articles/10.3389/fnut.2019.00101/full>. Acesso em: 02 de nov. 2025.

SINGH, P. et al. Global Prevalence of Celiac Disease: Systematic... **Clinical Gastroenterology and Hepatology**, p. 823-836, jun. 2018.

ŠMÍDOVÁ, Z.; RYSOVÁ, J. Gluten-Free Bread and Bakery Products Technology. **Foods**. 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/3/480>. Acesso em: 10 de out. 2025.

STATISTA. **Global gluten-free food market value from 2022 to 2032**. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1281211/global-value-gluten-free-food-market/>. Acesso em: 07 out. 2025.

TOTH, M.; VATAI, G.; KORIS, A. Consumers' Acceptance, Satisfaction in Consuming Gluten-free Bread: A Market Survey Approach. **Int. J. Celiac Dis.** 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/3/480>. Acesso em: 10 de out. 2025.

WANG, K.; LU, F.; LI, Z.; ZHAO, L.; HAN, C. Recent developments ... gluten-free breads: A review. *Food Science and Technology*, v. 37, p. 1-9, 2017.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiology**, v. 24, n. 2, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0740002006001535?via%3Dihub>. Acesso em: 10 de out. 2025.

YILDIZ, E. et al. Effects of buckwheat flour, gums and proteins ... **Quality Assurance and Safety of Crops & Foods**, v. 10, n. 3, 2018.

URAD, et al. **Adenosine and Sleep**. 2017. Disponível em: [https://r.search.yahoo.com/\\_ylt=AwrNPUfSFhtpvQsMhQIf7At.;\\_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1763411794/RO=10/RU=https%3a%2f%2fpubmed.ncbi.nlm.nih.gov%2f28646346%2f/RK=2/RS=S2.JbaelTs6Y.C6cUYbjfJwaKo-](https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrNPUfSFhtpvQsMhQIf7At.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1763411794/RO=10/RU=https%3a%2f%2fpubmed.ncbi.nlm.nih.gov%2f28646346%2f/RK=2/RS=S2.JbaelTs6Y.C6cUYbjfJwaKo-). Acesso em: 10 de nov. 2025.

VIEIRA, T. dos S. et al. **Efeito da substituição da farinha de trigo no desenvolvimento de biscoitos sem glúten**. Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) Centro de Ciências Agrárias Departamento de Farmácia e Nutrição Alegre/ES – Brasil. 2015 Disponível em: <https://repositorio.ifsp.edu.br/server/api/core/bitstreams/29fff9f5-1c25-4445-98d9-4f78112d1662/content>. Acesso em: 03 de nov. 2025.

ZHOU, J.; FAUBION, J. M.; WALKER, C. E. Evaluation of different ... **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, n. 8, p. 1802-1808, 2011

ZIOBRO, R.; et al. **Non-gluten proteins as structure forming agents in gluten free bread**. **J Food Sci Technol**. 2015. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4711467>. Acesso em: 10 de nov. 2025.