

## Substituintes da farinha de trigo na elaboração de produtos de panificação sem glúten - uma revisão

Wheat flour substitutes in the preparation of gluten-free bakery products - a review

Sustitutos de la harina de trigo en la elaboración de productos de panadería sin gluten - una revisión

Recebido: 06/04/2022 | Revisado: 29/04/2022 | Aceitado: 14/02/2023 | Publicado: 19/02/2023

**Etíara de Mattos Moraes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8291-6375>

Universidade Federal do Pampa, Brasil

E-mail: [mattosetiara@yahoo.com.br](mailto:mattosetiara@yahoo.com.br)

**Leomar Hackbart da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7755-8788>

Universidade Federal do Pampa, Brasil

E-mail: [leomarsilva@unipampa.edu.br](mailto:leomarsilva@unipampa.edu.br)

### Resumo

A farinha de trigo é o principal ingrediente utilizado na fabricação de produtos de panificação, devido à capacidade de formar uma rede viscoelástica, capaz de reter o gás durante a etapa de fermentação da massa. No entanto, existe uma demanda por produtos sem glúten para atender a populações que apresentam restrições de consumo alimentar, como alergias, intolerâncias ou sensibilidade aos componentes do trigo. Objetivou-se nesta revisão apresentar as principais matérias-primas que têm sido utilizadas como alternativas a farinha de trigo para a elaboração de produtos de panificação sem glúten. Desta forma, foi realizada uma pesquisa nas principais bases de dados, *Google Acadêmico*, *SciElo*, *Scopus*, *PubMed*, *Lilacs*, *Web of Science*, utilizando-se termos relacionados ao assunto como: intolerância ao glúten, celíaco, alergia ao trigo e farinhas sem glúten. Foram selecionados 53 estudos, publicados no período de 2012 a 2022. A partir deste levantamento observou-se que a maioria dos estudos são direcionados ao desenvolvimento de formulações de biscoitos e pães sem glúten. Os principais materiais utilizados foram as farinhas de arroz, ervilha, amaranto e soja, geralmente utilizadas em combinações, sendo estas dependentes da finalidade, como, por exemplo, conferir crocância (textura) em biscoitos ou maciez em pães e bolos. Além disso, observou-se que a escolha das matérias-primas considera também o balanço nutricional, pois na maioria dos estudos as formulações foram desenvolvidas utilizando-se combinações entre fontes proteicas, amiláceas e fibrosas.

**Palavras-chave:** Intolerância ao glúten; Biscoitos; Pães; Cereais; Leguminosas.

### Abstract

Wheat flour is the main ingredient used in the manufacture of bakery products, due to its ability to form a viscoelastic network, capable of retaining gas during the dough fermentation stage. However, there is a demand for gluten-free products to serve populations that have food consumption restrictions, such as allergies, intolerances, or sensitivity to wheat components. The aim of this review was to present the main raw materials that have been used as alternatives to wheat flour for the preparation of gluten-free bakery products. This way, a search was carried out in the main databases: Google Scholar, SciElo, Scopus, PubMed, Lilacs, Web of Science, using terms related to the subject such as gluten intolerance, celiac disease, wheat allergy and gluten-free flours. Fifty-three studies were selected, published in the period from 2012 to 2022. From this survey, it was observed that most studies are directed to the development of gluten-free cookies and breads. The main materials used were rice, pea, amaranth, and soy flours, which were usually used in combinations, depending on the purpose, such as providing crispness (texture) to cookies or softness to breads, and cakes. In addition, it was observed that the choice of raw materials also considers the nutritional balance, since in most studies the formulations were developed using combinations of protein, starch and fibrous sources.

**Keywords:** Gluten intolerance; Cookies; Breads; Cereals; Legumes.

### Resumen

La harina de trigo es el principal ingrediente utilizado en la elaboración de productos de panadería, debido a su capacidad para formar una red viscoelástica, capaz de retener gas durante la etapa de fermentación de la masa. Sin embargo, existe una demanda de productos sin gluten para atender a poblaciones que tienen restricciones de consumo de alimentos, como alergias, intolerancias o sensibilidad a los componentes del trigo. El objetivo de esta revisión fue presentar las principales materias primas que se han utilizado como alternativas a la harina de trigo para la elaboración

de produtos de panadería sin gluten. De esta forma, se realizó una búsqueda en las principales bases de datos: *Google Scholar*, *SciElo*, *Scopus*, *PubMed*, *Lilacs*, *Web of Science*, utilizando términos relacionados con el tema como intolerancia al gluten, celíacos, alergia al trigo y harinas sin gluten. Se seleccionaron 53 estudios, publicados en el período de 2012 a 2022. A partir de esta encuesta se observó que la mayoría de los estudios están dirigidos a la elaboración de galletas y panes sin gluten. Los principales materiales utilizados fueron las harinas de arroz, chícharo, amaranto y soya, generalmente utilizadas en combinaciones, dependiendo del propósito, como, por ejemplo, dar crocancia (textura) a galletas o suavidad a panes y pasteles. Además, se observó que la elección de las materias primas también considera el equilibrio nutricional, ya que en la mayoría de los estudios las formulaciones fueron desarrolladas utilizando combinaciones de fuentes proteicas, almidonadas y fibrosas.

**Palabras clave:** Intolerancia al gluten; Galletas; Panes; Cereales; Leguminosa.

## 1. Introdução

A farinha de trigo é o principal ingrediente utilizado na fabricação de produtos de panificação, devido à capacidade de formar uma rede viscoelástica, capaz de reter o gás durante a etapa de fermentação dos produtos. A capacidade de formar a rede de glúten está relacionado a presença das proteínas gliadina e glutenina, as quais são atribuídas às características de higroscopicidade, coesividade, viscosidade e elasticidade da massa (Vieira et al., 2015). Devido a essas características a retirada do glúten impede a capacidade da massa em desenvolver-se corretamente durante o processo de fermentação e forneamento, ocasionando produtos de panificação com baixa qualidade física e aceitação sensorial (Aguiar et al., 2022).

Estudos demonstram que já foram identificadas diversas doenças relacionadas ao consumo de glúten, tais como: a alergia alimentar ao trigo, portadores da doença celíaca, sensibilidade ao glúten não celíaca, e por outros distúrbios que manifestam respostas mediadas ao glúten (Resende et al., 2017; Rostami et al., 2017). A alergia alimentar ao trigo (AAT) que envolvem os mecanismos imunológicos, originando muitas manifestações clínicas. Esse mecanismo corresponde à resposta imunológica acentuada as proteínas alimentares, absorvidas na mucosa intestinal permeável (Pomicinski et al., 2017). Conforme o Colegiado Americano de Alergia, Asma e Imunologia (ACAAI), a AAT ocorre quando o sistema imune fica sensível e reage com as proteínas de trigo como: albumina (solúveis em água), globulina (solúveis em solução salina), essas duas proteínas abrangem  $\beta$ -amilase, inibidores de enzimas hidrolíticas, exclusivamente inibidores da  $\alpha$ -amilase, proteínas de transporte de lipídeos e complexindolinas (Berzuino et al., 2017).

A Doença Celíaca (DC), também é mediada pela resposta imunológica, é uma intolerância causada pela ingestão do glúten que se desenvolve em pessoas geneticamente predispostas, é um processo inflamatório que envolve a mucosa do intestino delgado, levando a atrofia das vilosidades intestinais, má absorção e muitas manifestações clínicas como: no trato gastrointestinal, pele, fígado, sistema nervoso, sistema reprodutivo, ossos e sistema endócrino (Caeiro et al., 2022).

A Sensibilidade ao Glúten não Celíaca (SGNC) é uma resposta imunológica individual, que se caracteriza pelo arranjo de sintomas intestinais ou extraintestinais que se desencadeia após a ingestão do glúten, esses sintomas desaparecem com a exclusão de alimentos que contenham glúten (Hill & Fasano, 2016). A prevalência é desconhecida, porém, estima-se que 0,5 e 6% da população mundial sofre de SGNC, entretanto, existe uma sobreposição entre a síndrome do intestino irritável e SGNC no que diz respeito à semelhança dos sintomas gastrointestinais (Meijer et al., 2015; Casella et al., 2018).

Considerando que os tratamentos recomendados para essas enfermidades relacionadas a ingestão do glúten estão na modificação na dieta com a exclusão de produtos que contenham glúten e/ou trigo e derivados na sua formulação (Resende et al., 2017; Caio et al., 2019). Em geral, os produtos desenvolvidos sem glúten são elaborados com farinhas refinadas e amidos que não são enriquecidos ou fortificados, apresentam baixos teores de proteínas, lipídeos, sais minerais, vitaminas e fibras, caracterizando-se como produtos de baixo valor nutricional. Com o aumento da incidência de indivíduos com restrição ao glúten e dos consumidores que preferem reduzir ou eliminar da dieta produtos de panificação que contenham glúten, à disponibilidade desses produtos no mercado ainda é limitada (Han et al., 2019). Neste contexto, objetivou-se nesta revisão apresentar as principais matérias-primas que têm sido utilizadas como alternativas a farinha de trigo para a elaboração de

produtos de panificação sem glúten.

## 2. Metodologia

Foi realizada uma revisão de literatura, com a finalidade de reunir o conhecimento científico já produzido sobre o tema em estudo e identificar e descrever os artigos publicados no período entre 2012 e 2022.

Os critérios de inclusão adotados no presente estudo foram conforme a metodologia proposta por Pereira et al. (2018), sendo classificadas publicações como artigo original, revisões bibliográficas, livros, teses, dissertações ou resumos de anais de eventos científicos, divulgadas em língua inglesa, espanhola e portuguesa; publicações completas com resumos disponíveis e indexados nas bases de dados: *Google acadêmico*, *Scielo*, *Scopus*, *PubMed*, *Lilacs* e *Web of Science*, além de Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, utilizando-se termos relacionados ao assunto como: intolerância ao glúten, celíaco, alergia ao trigo e farinhas isentas de glúten.

Foram excluídos os editoriais, as cartas ao editor, os estudos reflexivos e relatos de caso, bem como, artigos repetidos em diferentes bases de dados, estudos que não abordaram a temática relevante ao objetivo desta revisão e que não se enquadravam no período de publicação nos últimos 10 anos. Foi realizada uma avaliação detalhada do título e dos resumos dos artigos encontrados na busca, sendo os estudos de maior relevância com o tema da revisão avaliados por completo, de modo a serem incluídos no texto dessa revisão.

Durante a busca bibliográfica nas bases de dados foram selecionados 67 artigos, desses 42 artigos estão relacionados às características das farinhas sem glúten e em 11 artigos estão relacionados a pesquisas sobre desenvolvimento de produtos de panificação sem glúten. Após a análise detalhada dos estudos foram excluídos 14 artigos, resultando um total de 53 artigos, cujos dados foram tabulados e utilizados nos resultados dessa revisão, sendo que os 11 artigos relacionados as pesquisas sobre produtos de panificação apresentados na Tabela 1.

## 3. Resultados e Discussão

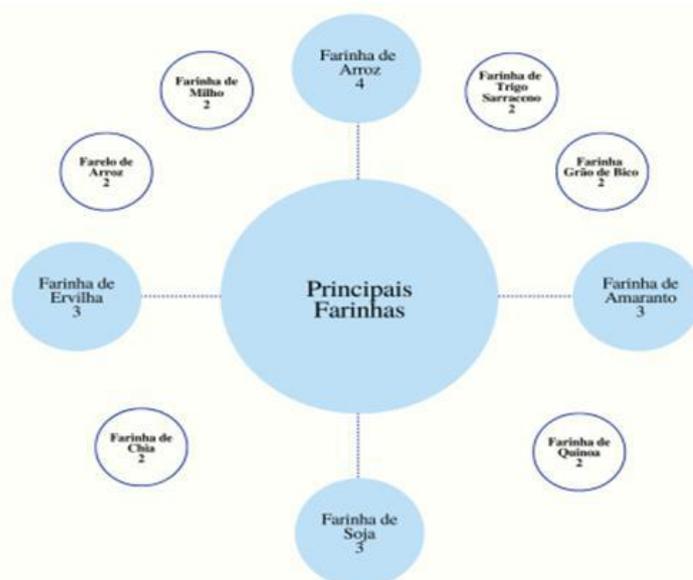
Em produtos de panificação desenvolvidos com farinha de trigo o glúten é responsável pelas propriedades viscoelásticas, desempenhando um papel importante nas propriedades reológicas da massa, relacionadas a estrutura e na aparência dos produtos, pois o glúten hidratado determina a ação plastificante da gliadina promovendo viscosidade e a glutenina sendo responsável pela resistência à estrutura da massa (Tomicki et al., 2015). O glúten também é responsável por reter o dióxido de carbono produzido durante a etapa de fermentação e após a cocção em calor seco das massas levedadas, promove o aumento do volume específico e conseqüentemente redução na dureza dos produtos de panificação.

Em geral, a baixa qualidade tecnológica e sensorial dos produtos de panificação sem glúten está relacionada a fraca estrutura da massa para reter o gás (CO<sub>2</sub>) formado na etapa de fermentação, dessa forma influenciando no volume e na densidade do miolo de pães e bolos. Além disso, a utilização de amidos e farinhas refinadas na elaboração desses produtos, pode-se obter produtos com desequilíbrio nutricional. Sendo um desafio para a tecnologia de alimentos, o desenvolvimento de produtos de panificação sem glúten com características tecnológicas semelhantes aos produtos tradicionais elaborados com farinha de trigo e com considerável valor nutricional (Houben et al., 2012; Aguiar et al., 2022).

Na Figura 1 estão apresentadas algumas das principais farinhas encontradas nos diferentes estudos selecionados durante a busca bibliográfica, ilustrando quantas vezes essas farinhas foram utilizadas como base para a elaboração dos produtos de panificação sem glúten. Observa-se que a farinha de arroz foi encontrada em quatro estudos, enquanto as farinhas de amaranto, soja e ervilha foram utilizadas em três estudos. Além disso, outras farinhas como de chia, milho, grão-de-bico, trigo sarraceno, quinoa e farelo de arroz foram encontradas em pelo menos dois estudos, do total de onze avaliados. Essa diversidade de matérias-primas está relacionada às características tecnológicas e nutricionais dessas farinhas que, em geral, são

utilizadas combinações das farinhas de cereais com as farinhas de leguminosas, para a elaboração de produtos de panificação sem glúten, pois se complementam nos teores de proteínas, aminoácidos essenciais, lipídeos e fibras, melhorando o valor nutricional e as propriedades tecnológicas da massa (Naqash et al., 2017; Martínez-Villaluenga et al., 2020).

**Figura 1** - Ilustração da revisão bibliográfica sobre as principais farinhas utilizadas na elaboração de diferentes produtos de panificação sem glúten\*



\* o número indica em quantos estudos as farinhas foram utilizadas para a elaboração dos produtos de panificação sem glúten. Fonte: Autores.

Os artigos apresentados na Tabela 1 permitiram demonstrar a potencialidade das diferentes farinhas sem glúten, o que contribui para destacar o valor nutricional, sensorial e tecnológico dessas matérias-primas. Os produtos isentos de glúten elaborados com essas farinhas são de grande interesse para a comunidade científica. Pois, atualmente se percebe o aumento na incidência em 0,2% de indivíduos portadores com AAT, DC e SGNC, no Brasil (Singh et al., 2018; Caio et al., 2019).

Os indivíduos diagnosticados com essas doenças devem excluir o glúten da dieta ao longo da vida. No momento em que é diagnosticado, o estado nutricional pode estar comprometido, sendo necessário repor as vitaminas e minerais. Desta forma, os produtos elaborados para uma dieta sem glúten devem conter os micronutrientes em quantidades adequadas visando uma alimentação saudável. Portanto, substituir a funcionalidade do glúten é um constante desafio para a indústria de alimentos (Rai et al., 2018).

De acordo com Kreutz et al. (2020), ao visar substituições nutritivas e com características tecnológicas semelhantes ao glúten, as farinhas de grãos sem glúten ricos em proteínas, fibras, vitaminas, minerais e ácidos graxos poli-insaturados, inclui os pseudocereais, tais como o amaranto, a chia, a quinoa dentre outros, que representam uma fonte segura para a elaboração de produtos isentos de glúten, como também podem melhorar as suas propriedades nutricionais e sensoriais.

**Tabela 1** - Síntese dos estudos incluídos na revisão de literatura que desenvolveram produtos de panificação sem glúten e avaliaram as combinações de diferentes matérias-primas.

<b>Autores e ano de publicação</b>	<b>Título</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Conclusão</b>
Oliveira e Almeida (2021)	Aspectos nutricionais do amido da <i>Maranta arundinacea</i> L. na formulação de pães sem glúten	A adição de amido de araruta em substituição a farinha de arroz e a fécula de batata em formulações de pães enriquecidas com 4,5% de bagaço de laranja, ↑ carboidratos e ↓ os teores de proteínas, minerais e fibras, não influenciando nos teores de lipídeos.	Os pães elaborados com 100% de amido de araruta enriquecidos com farinha de bagaço de laranja (4,5%) pode ser uma alternativa nutricionalmente viável para obtenção de pães sem glúten.
Vieira et al. (2020)	Avaliação sensorial de biscoitos sem glúten do tipo <i>cookie</i> desenvolvido com farinha de amaranto e enriquecido com farinha de baru	A adição de farinha de baru (10%), ↑ valor nutricional, 70% dos provadores atribuíram notas de 6 e 9 para aroma e textura, impressão global e aparência, 46% dos provadores provavelmente e/ou certamente comprariam.	O biscoito tipo <i>cookie</i> elaborado com farinha de amaranto (90%) e enriquecido com a farinha de baru (10%) apresentou boa aceitação entre os provadores sendo uma alternativa de consumo para o público celíaco.
Pappen et al. (2020)	Elaboração e caracterização de biscoitos tipo sequilho com farinha de amaranto, milho e arroz	↑ valor nutricional, ↑ lipídeos e proteínas e ↓ os carboidratos, gerando aceitabilidade sensorial.	A formulação de biscoitos tipo sequilho isento de glúten, com 140 g de FAT, 100 g FML e 60 g FA, apresentou aumento no valor nutricional e gerou produtos com aceitabilidade sensorial.
Zhao et al. (2019)	<i>Production of biscuits by substitution with different ratios of yellow pea flour</i>	A adição da FEA e os métodos de moagem tiveram impacto nas propriedades reológicas da massa, ↓ a estabilidade e a viscosidade com o aumento da adição FEA. Nos biscoitos o comprimento, espessura ↓, a cor e dureza ↑. A aceitabilidade sensorial foi obtida com adição de 30% FEA, sem comprometer a qualidade.	A maior pontuação sensorial para os biscoitos foi na formulação com adição de 30% de FEA, sem comprometer a qualidade dos biscoitos.
Moraes et al. (2017)	Efeito do farelo de arroz e da fécula de mandioca nas características tecnológicas de bolos livres de glúten	Com a substituição parcial da FA por FAR e FM houve ↑ volume dos bolos, a umidade variou de 21,21 a 28,14%, na textura com o ↑ na adição FAR e FM promoveu ↓ de 53% da dureza dos bolos e ↑ no valor nutricional.	As formulações com substituição parcial da FA por até 44% de FAR, combinada com até 40% de FM, apresentaram características tecnológicas aceitáveis. Também apresentou potencial de melhor valor nutricional em bolos livres de glúten.
Buresova et al. (2017)	<i>The comparison of the effect of added amaranth, buckwheat, chickpea, corn, millet and quinoa flour on rice dough rheological characteristics, textural and sensory quality of bread</i>	As farinhas de amaranto, trigo sarraceno, grão-de-bico, milho, milheto e quinoa foram combinadas com a farinha de arroz. Houve ↓ no volume dos pães, as FTS, FGB, FAT e FQ melhoraram a porosidade do miolo, as farinhas milho e milheto ↓ capacidade de criar poros, aceitação global foi ↓ devido ao sabor e aroma típico dessas farinhas, o impacto positivo em combinação com a FA foi devido a FTS.	A aceitabilidade geral dos pães compostos contendo amaranto, grão-de-bico e quinoa foram influenciadas negativamente pelo aroma e sabor dessas farinhas. O maior potencial para melhorar o comportamento da massa de arroz e a qualidade do pão foi encontrado na mistura contendo FTS (30 g/100 g e 50 g/ 100 g). A mistura com milheto e FML reduziu a qualidade da massa e do pão.
Mariani et al. (2015)	Elaboração e avaliação de biscoitos sem glúten a partir de farelo de arroz e farinhas de arroz e de soja	↑ de diâmetro e do fator de expansão, as análises químicas apresentaram características promissoras, ↑ teor proteico e cinzas, na análise sensorial a textura do biscoito com farelo de arroz e farinha de soja foi considerado inferior, os biscoitos de FA, FAR e FS obtiveram a maior intenção de compra.	Os biscoitos elaborados com FAR e FS como substituto da farinha de trigo, se caracterizaram como uma alternativa viável do ponto de vista nutricional e sensorial.

**Tabela 1** - Síntese dos estudos incluídos na revisão de literatura que desenvolveram produtos de panificação sem glúten e avaliaram as combinações de diferentes matérias-primas (continuação)

<b>Autores e ano de publicação</b>	<b>Título</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Conclusão</b>
Constantini et al. (2014)	<i>Development of gluten free bread using tartary buckwheat and chia flour rich in flavonoids and omega 3 fatty acids as ingredients</i>	↑ valor nutricional, retenção de água e ↓ volume final, a chia aumentou o volume específico dos pães em que estava presente.	A FTS melhorou a capacidade antioxidante do pão e forneceu uma quantidade considerável de flavonoides. A FC e FTS são excelentes matérias-primas para a formulação de pães sem glúten com elevado valor nutricional.
Foste et al. (2014)	<i>Impact of quinoa bran on gluten-free dough and bread characteristics</i>	↑ levemente no volume final dos pães, ↓ firmeza do miolo, ↑ valor nutricional.	A retenção do gás foi reduzida pelo aumento dos níveis de farelo de quinoa. A adição de 10% do farelo melhorou o volume específico em 7,4% e a aparência sem comprometer o sabor dos pães.
Pereira et al. (2013)	Análise físico-química e sensorial do pão de batata isento de glúten enriquecido com farinha de chia	A adição de FC em substituição a FA e FB, ↑ os teores de umidade, cinzas e lipídeos. A análise sensorial indicou boa aceitabilidade com índice maior que 70%, sendo a formulação com 25% de FC a mais aceita.	A adição de FC (25%) em substituição a base amilácea (FA e FB) melhorou as propriedades nutricionais do pão de batata, conferindo características funcionais e constituindo-se uma alternativa de produtos isentos de glúten.
Miñarro et al. (2012)	<i>Effect of legume flours on baking characteristics of gluten free bread</i>	Alfarroba: ↑teor de fibras, ↓Volume final, Ervilha isolada e soja: ↑volume final, e textura. Grão-de-bico: ↓porosidade, boa textura, porém ↓ aceitabilidade por sabor característico. Soja e ervilha obtiveram melhor aceitabilidade.	O pão com amido de milho (91,65%) e FGB (8,35%) apresentou as melhores características físico-químicas, em geral, bom comportamento sensorial, indicando que pode ser uma alternativa promissora de pão sem glúten.

Abreviações: Farinha de Amaranato: FAT; Farinha de Milho: FML; Farinha de Arroz: FA; Farinha de Ervilha Amarela: FEA; Farinha de Trigo Sarraceno: FTS; Farinha de Soja: FS; Farelo de Arroz: FAR; Farinha de Chia: FC; Fécula de Batata: FB; Fécula de Mandioca: FM; Farinha de Grão-de-Bico: FGB; Farinha de Quinoa: FQ. Fonte: Autores.

Os artigos selecionados estão relacionados ao desenvolvimento de formulações de biscoitos, pães e bolos sem glúten (Tabela 1). Nos estudos foi possível verificar a combinação de diferentes matérias-primas, como as farinhas de amaranto, baru, milho, arroz, ervilha e soja, cujas proporções de substituição da base amilácea variou entre 10 e 50% nas diferentes formulações de biscoitos estudadas. Com isso foi possível se obter formulações de biscoitos sem glúten com melhor valor nutricional e com características tecnológicas e sensoriais aceitáveis (Vieira et al. 2020; Pappen et al. 2020; Zhao et al. 2019; Mariani et al. 2015)

Em relação às formulações de pães os estudos utilizaram diferentes materiais como as farinhas de soja, trigo sarraceno, arroz, alfarroba, ervilha, grão-de-bico, chia, quinoa, fécula de batata, farelo de arroz e farelo de quinoa. Outro destaque observado foi a combinação de materiais em diferentes proporções, geralmente com o intuito de melhorar o balanço nutricional ou conferir propriedades tecnológicas a massa. As combinações de duas ou mais dessas farinhas e/ou farelos proporcionam aumento no valor nutricional das formulações, no entanto, os estudos demonstram que o aumento na quantidade adicionada de leguminosa e fibras pode influenciar na redução do volume específico e no aumento da dureza dos pães (Oliveira & Almeida, 2021; Buresova et al. 2017; Constantini et al. 2014; Foste et al. 2014; Pereira et al. 2013; Miñarro et al. 2012).

### **3.1 Principais características das farinhas e dos amidos utilizados em substituição a farinha de trigo em produtos de panificação sem de glúten**

Em geral, são utilizadas para a elaboração dos produtos de panificação sem glúten a farinha de arroz devido apresentar sabor suave, propriedades hipoalergênicas, níveis baixos de sódio e carboidratos de fácil digestão (Cappelli et al., 2020; Evangelho et al., 2012). A farinha de amaranto devido ao seu elevado valor nutricional (Capriles & Arêas, 2012). A farinha de ervilha pelo aporte de proteínas e quantidades significativas de aminoácidos lisina e leucina (Ojeda, 2016). A farinha de soja devido ao aumento do teor de proteínas e pelas propriedades nutricionais e funcionais (Nogueira-de-Almeida et al. 2020). Outras farinhas como a de chia, milho, grão-de-bico, trigo sarraceno, quinoa, farelo de arroz e diferentes fontes de amidos ou féculas também são utilizadas nesse tipo de produto, como pode ser observado nos estudos apresentados na Tabela 1.

A legislação brasileira considera amido a fração amilácea obtida de órgãos aéreos das plantas superiores, tais como grãos e frutos, e fécula obtida de raízes e tubérculos. Essa denominação está relacionada com a origem do amido não influenciando na composição química (Brasil, 2022). A seguir serão apresentadas as principais características físico-químicas e tecnológicas das diferentes matérias-primas, farinhas e amidos utilizadas na elaboração de produtos de panificação sem glúten.

#### **3.1.1 Farinha de arroz**

A farinha de arroz é um produto obtido através da moagem dos grãos integrais ou polidos, inteiros ou quebrados obtidos do processo do beneficiamento de arroz. A moagem dos grãos de arroz consiste no cisalhamento dos grãos, para reduzir a granulometria à valores entre 140 e 200 mesh (Qin et al., 2021). Essa farinha é considerada um produto versátil, pois possui sabor suave, propriedades hipoalergênicas, níveis baixos de sódio e carboidratos de fácil digestão. Sendo uma das mais indicadas para o desenvolvimento de produtos de panificação isentos de glúten (Cappelli et al., 2020; Saito et al., 2022).

Estudos realizados por Qadir e Wani (2022) observaram que as farinhas de arroz integral apresentaram maior teor de fibra alimentar total, capacidade de absorção de óleo, capacidade de formar emulsão, estabilidade da emulsão, teor de amido resistente e maior atividade antioxidante. Além de menor índice glicêmico em comparação com as farinhas de arroz polido. Desta forma a utilização da farinha de arroz integral pode incrementar o valor nutricional dos produtos de panificação sem glúten.

Estudos demonstram que para se obter melhores atributos tecnológicos e sensoriais em pães elaborados com farinha

de arroz, alguns ingredientes são adicionados tais como: amido modificado, hidrocoloides, probióticos e outras fontes de proteínas e enzimas, como  $\alpha$  - amilase, transglutaminase, glicose oxidase, lipase, proteases, amilases e tirosinase, que atuam como auxiliares para o desenvolvimento e fortalecimento da massa sem glúten (Palabiyik et al., 2016; Pongjaruvat et al., 2014; Honda et al. 2021; Sarabhai et al., 2021).

Saito et al. (2022) investigaram o efeito da adição de água em alta temperatura nas características da farinha de arroz e na qualidade do pão. Observaram que, independentemente das características do arroz, tais como: teores de amilose (12,1% a 24,5%), amido danificados (2,4% a 5,5%), granulometria média (16,3 a 63,3  $\mu\text{m}$ ), proteínas (5,4% a 6,1%) e umidade (12,0% a 15,0%), os pães elaborados com adição de água quente, entorno de 70°C apresentaram características tecnológicas adequadas, como maior maciez do miolo dos pães, em comparação as formulações elaboradas com adição de água fria (5°C).

A farinha de arroz pré-gelatinizada, que pode ser obtida por extrusão termoplástica, ou seja, um processo contínuo que envolve temperatura e pressão, modificando as características físicas e químicas da farinha, dessa forma, se produz farinhas de fácil hidratação facilitando a gelatinização do amido. Isso influencia nas propriedades de viscosidade da massa, sendo possível reter parte do gás ( $\text{CO}_2$ ) formado durante a fermentação, o que contribui para construção de uma estrutura de miolo do pão, por exemplo, semelhante às características do pão tradicional (Evangelho et al., 2012; Cappelli et al., 2020).

Rolim et al. (2021) avaliaram a influência da substituição parcial da farinha de arroz parboilizado (FAP) por farinha de berinjela (FB), nas características tecnológicas de formulações de bolos isentas de glúten e sem adição de leite. Observaram que a substituição da FAP por até 5% de FB, resultou em características tecnológicas aceitáveis, não influenciando negativamente na perda de peso após o forneamento, no volume específico, na textura e nos parâmetros de cor dos bolos, sendo uma alternativa para dietas isentas de glúten e leite.

Franco (2015) elaborou formulações de pães de forma a base de farinha de arroz com adição de fécula de batata-doce, demonstrando que a formulação utilizando somente farinha de arroz (100%) obteve o volume específico (2,65  $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$ ) e a amostra com substituição de 25% de farinha de arroz por fécula de batata-doce, foi a que apresentou o melhor resultado dentre as substituições (2,29  $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$ ). Os resultados demonstraram a interação das fibras da farinha de batata-doce com os componentes das formulações, resultando em diminuição do volume específico à medida que se aumentava a quantidade desta na formulação de pão.

### 3.1.2 Farinha de soja

A soja *Glicine Max* (L.) Merrill apresenta elevados conteúdos de proteínas, lipídeos, minerais e fibras, se destaca como importante fonte de proteína vegetal, sendo os principais produtos a farinha desengordurada, a farinha de soja integral, o isolado e o concentrado proteico de soja, utilizados principalmente como melhoradores tecnológicos de alimentos industrializados e na elaboração de produtos de panificação (Andrade, 2015).

A farinha integral ou a desengordurada é empregada como ingrediente para aumentar o teor de proteínas dos produtos de panificação. Também contribui na melhora das propriedades nutricionais e funcionais dos produtos, tais como na viscosidade, absorção de água, absorção de gordura, propriedades emulsificantes, espumantes e de gelificação (Dalpizol et al., 2020).

A soja e seus derivados são considerados alimento funcional, pela presença de compostos bioativos como as isoflavonas, representadas na forma de daidzeínas, genisteínas e a gliciteínas, as saponinas, os fitosteróis, os peptídeos com baixo peso molecular, os oligossacarídeos e os ácidos graxos poli-insaturados, que auxiliam na redução de riscos de doenças crônicas, tais como: doenças cardiovasculares, aterosclerose, câncer, osteoporose, doenças renais e manifestações da menopausa (Dalpizol et al., 2020; Nogueira-de-Almeida et al. 2020; Frigo et al. 2021).

No entanto, a farinha de soja possui substâncias antinutricionais que limitam seu uso e diminuem a aceitação. Muitos

efeitos negativos são conferidos a essas substâncias que estão presentes naturalmente na soja, as quais reduzem a biodisponibilidade de minerais (oxalatos, fitatos) e inibem as enzimas proteolíticas (Dalpizol et al., 2020).

Os inibidores da tripsina são os mais estudados, pois afetam a digestibilidade da soja, a ação desses inibidores no trato gastrointestinal reduz os aminoácidos e limitam o valor nutricional da soja (Andrade, 2015).

Os inibidores da tripsina e da quimiotripsina são fatores bociogênicos e hemaglutininas, esses fatores são inativados ou destruídos por tratamento térmico em condições adequadas para melhorar a digestibilidade da soja (Frigo et al. 2021). O tratamento térmico em excesso reduz o valor nutritivo, diminui os aminoácidos sulfurados sensíveis ao calor e a disponibilidade da lisina, a hidrólise de carboidratos aumenta os açúcares redutores, que reagem com os grupos amino da lisina na reação de Maillard (Andrade, 2015). Alguns procedimentos como a maceração, uso de atmosfera controlada, trituração, tratamento enzimático, alta pressão isostática, entre outros também poderá eliminá-los parcial ou total. Estudos tem sido realizado no desenvolvimento de cultivares de soja com a menor quantidade de determinados fatores antinutricionais (Andrade, 2015).

Estudos desenvolvidos por Miñarro et al. (2012), que elaboraram diferentes formulações de pães sem glúten a base de amido de milho com adição de farinhas de leguminosas (farinha de grão-de-bico, ervilha, alfarroba e soja). Os autores observaram em formulações com adição de farinha de grão-de-bico apresentaram maior valores de volume específico ( $3,26 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ ) e menor dureza (475,7 g), em comparação com as formulações com adição de farinha de soja (5,0%), que houve redução volume específico ( $2,76 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ ) e aumento nos valores de dureza (569,8 g) dos pães. No entanto, os menores valores de volume específico ( $2,51 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ ) e maiores de dureza (694,8 g) foi observado em formulações com adição de alfarroba. Isso ocorreu, pois, a formulação com adição de farinha de grão-de-bico e de soja apresentaram uma estrutura de grânulos dispersa, resultando em uma estrutura aberta do miolo dos pães capaz de incorporar gás, explicando as alterações nas características de volume e textura dos pães (Tabela 1).

### 3.1.3 Amido de Araruta

A araruta (*Maranta Arundinacea* L.) é uma planta herbácea com aproximadamente 1,2 metros de altura, perene com rizomas longos, desenvolve-se em solos úmidos, arenosos e profundos, com alta quantidade de matéria orgânica (Devide, 2013). O amido de araruta é usado na indústria como espessante de alimentos e representa uma alternativa viável de substituição da farinha de trigo em produtos de panificação (Oliveira, et al. 2019).

O amido de araruta é obtido após a trituração dos rizomas, separação do amido da massa fibrosa por peneiragem da massa, sendo a separação do amido por decantação, o qual deve ser seco e triturado para homogeneização da granulometria. O rendimento para a obtenção do amido de araruta é ao redor de 16%, o qual apresenta 35% de amilose (Nogueira et al., 2013).

Na indústria de alimentos utiliza-se o amido de araruta para alterar a viscosidade dos produtos, melhorar o poder gelificante, adesão e a tendência a retrogradação, devido à relação amilose/amilopectina, teor de proteína e relação de gordura além da sua estrutura, forma e tamanho dos grânulos (Lima et al., 2019).

Segundo Oliveira e Almeida (2021), que analisaram os aspectos nutricionais da inclusão do amido de araruta em pão sem glúten enriquecido com farinha de bagaço de laranja e observaram que formulações de pães elaboradas com 100% de amido de araruta enriquecidos com farinha de bagaço de laranja (4,5%) apresentaram aumentos nos teores de carboidratos e redução nos teores de proteínas, minerais e fibras não influenciando nos valores de lipídeos, em comparação com a formulação controle elaborada a base farinha de arroz e a fécula de batata enriquecida com farinha de bagaço de laranja (4,5%) (Tabela 1).

### 3.1.4 Farinha de quinoa

A *Chenopodium quinoa* é um pseudocereal originário da região andina da América do Sul, porém se adapta

facilmente a diferentes condições climáticas, tendo um grande potencial como ingrediente funcional em produtos de panificação, pelo aporte de proteínas, lipídeos e fibras. A quinoa é encontrada em flocos, farinha e em grãos, é utilizada para a suplementação na alimentação humana, pois contém 12% de proteínas, com equilíbrio de aminoácidos, sendo considerada como fonte de minerais e vitaminas do complexo B, além de apresentar quantidades consideráveis de flavonoides e ácidos fenólicos (Costa & Batista, 2017).

Os compostos fenólicos são excelentes antioxidantes, pois reduzem os radicais livres promovendo atividades quelantes de metais. Dessa forma trazendo benefícios a saúde na prevenção de doenças como câncer e doenças cardiovasculares (Gewehr et al., 2012). A quinoa pode ser utilizada na elaboração de produtos destinados a pessoas celíacas, pois na sua composição não contém glúten. Podendo ser incluída na forma de farinha em massas de pizzas, bolos, tortas, biscoitos e entre outros alimentos na substituição da farinha de trigo (Gewehr et al., 2012).

Na elaboração de pão sem glúten com adição de farelo de quinoa Foste et al. (2014), observaram que a adição de 10% de farelo de quinoa melhorou o volume específico dos pães em 7,4% e a aparência sem comprometer o sabor (Tabela 1).

### 3.1.5 Farinha de amaranto

O amaranto originou-se na região Andina a planta pode atingir até 2,5 metros de altura, apresentando flores e sementes de cores vistosas. Também é denominado feijão dos Andes podendo ser integralmente aproveitado, desta forma permitindo a utilização de suas folhas, flores, talos e até seus grãos são utilizados em diversas preparações como: pudins, bolos, tortas, mingaus e confeitos (Capriles & Arêas, 2012).

O gênero *Amaranthus* ssp é considerado um alimento de elevado valor nutritivo, pois é um pseudocereal da classe das dicotiledôneas, classificado como grão composto por proteína de alto valor biológico e com diversas propriedades funcionais (Bianchini et al., 2014).

O grão do amaranto possui cerca de 60% de amido, 15% de proteína, 13% de fibra, 8% de lipídeos e 4% de cinzas. Sendo considerado fonte de aminoácidos, minerais como: sódio, magnésio, selênio, zinco, manganês e de vitaminas como: riboflavina, niacina, tiamina e tocoferol (Capriles & Arêas, 2012; Martínez-Villaluenga et al., 2020).

A farinha do grão de amaranto é utilizada na fabricação de alimentos para pessoas celíacas, devido ao seu elevado valor nutricional. O amido presente no grão tem se mostrado com potencial para a indústria alimentícia, usados para temperos de saladas, como espessante, apresenta resistência ao congelamento e descongelamento (Bianchini et al., 2014).

A elaboração e caracterização de biscoitos com farinha de amaranto Pappen et al. (2020), observaram aumento no valor nutricional, pelo aporte de lipídeos e proteína, porém com diminuição dos carboidratos gerando boa aceitabilidade dos biscoitos entre os provadores (Tabela 1).

### 3.1.6 Farinha de ervilha

A ervilha (*Pisum sativum* L.) é uma leguminosa consumida mundialmente, sendo considerada fonte de nutrientes na alimentação humana, tendo como destaque os teores de proteínas de alta digestibilidade, ferro, amido resistente e fibras. A partir dos grãos secos da ervilha pode-se obter a farinha de ervilha, a qual pode ser utilizada no desenvolvimento de novos produtos de panificação. Esse tipo de farinha apresenta baixo teor de lipídeos (1,27 a 2,0%), excelente fonte de proteínas (20 a 25%), carboidratos (54,63 a 57,88%), fibras dietéticas (13,74 a 14,56%), também apresenta vitaminas do complexo B e minerais como: fósforo, cálcio, ferro, potássio e polifenóis (Collar et al., 2014; Shi et al., 2014). A proteína presente na ervilha é apreciada devido a quantidades significativas de aminoácidos essenciais como a lisina (18%) e leucina (17%) (Ojeda, 2016). Também possui baixo índice glicêmico podendo reduzir os níveis de glicose sanguínea, tornando-se viável a ser consumida por pessoas diabéticas (Gomes, 2018).

Estudos demonstram que a farinha de ervilha pode apresentar alguns fatores antinutricionais, tais como: os taninos e ácido fítico que se ligam as proteínas e alguns minerais que podem inibir a sua biodisponibilidade (Ojeda, 2016). Entretanto, essas quantidades são baixas na ervilha, devido a sua disponibilidade baixa e a aplicação do tratamento térmico como a extrusão ou a autoclave podem inativar, ou inibir os fatores antinutricionais, desta forma melhorando a digestibilidade da farinha de ervilha (Gomes, 2018).

Segundo Zhao et al. (2019) que avaliaram os efeitos da adição de farinha de ervilha amarela (FEA) na proporção de 10% a 50%, nas propriedades reológicas da massa e nas características dos biscoitos. Os autores observaram que o aumento da adição de FEA com diferentes granulometrias (fina e grossa) influenciou as propriedades reológicas da massa reduzindo a estabilidade e viscosidade. Em relação às dimensões e os parâmetros de cor dos biscoitos houve redução nos valores de comprimento e espessura, aumento na dureza e na intensidade da cor. Os melhores resultados sensoriais foram obtidos em formulações com adição de 30% de FEA, que apresentou características sensoriais aceitáveis, sem comprometer a qualidade dos biscoitos (Tabela 1).

#### 4. Considerações Finais

A partir da revisão bibliográfica realizada observou-se que a maioria dos estudos são direcionados ao desenvolvimento de formulações de biscoitos e de pães sem glúten. Os principais materiais utilizados foram as farinhas de arroz, ervilha, amaranto e soja, geralmente utilizadas em combinações, sendo estas dependentes da finalidade, como, por exemplo, conferir crocância (textura) em biscoitos ou maciez em pães e bolos. Além disso, observou-se que a escolha das matérias-primas considera também o balanço nutricional, pois na maioria dos estudos as formulações foram desenvolvidas utilizando-se combinações entre fontes proteicas, amiláceas e fibrosas.

Contudo, sugerem-se pesquisas futuras sobre outros tipos de farinhas que melhorem as características tecnológicas e nutricionais dos produtos de panificação livres de glúten, visando atender as necessidades dos consumidores.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), a Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, e ao Núcleo de Pesquisa em Tecnologia de Grãos e Produtos Amiláceos da UNIPAMPA – Campus Itaqui, pelo apoio institucional, que viabilizou a realização dessa revisão bibliográfica e elaboração desse manuscrito.

#### Referências

- Aguiar, E. V., Santos, F. G., Faggian, L., da Silveira Araujo, M. B., Araújo, V. A., Conti, A. C., & Capriles, V. D. (2022). An integrated instrumental and sensory techniques for assessing liking, softness and emotional related of gluten-free bread based on blended rice and bean flour. *Food Research International*, 154, 110999. doi.org/10.1016/j.foodres.2022.110999
- Brasil, (2022). Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães (Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 711, de 1º de julho de 2022). *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*.
- Andrade, J. C. (2015). Efeitos dos parâmetros de processamento térmico de farinha de soja integral sobre a conversão de isoflavonas e inativação dos inibidores de tripsina. *Dissertação de Mestrado. Ciência de Alimentos*.
- Berzuino, M. B., Fernandes, R. C. S., Lima, M. A., Matias, A. C. G., & Pereira, I. (2017). Alergia alimentar e o cenário regulatório no Brasil. *Revista Eletrônica de Farmácia*, 14 (2), 23-36. doi.org/10.5216/ref.v14i2.43433
- Bianchini, M. G. A., Beleia, A. D. P., & Bianchini, A. (2014). Modificação da composição química de farinhas integrais de grãos de amaranto após a aplicação de diferentes tratamentos térmicos. *Revista Ciências Rural*, 44 (1), 167-173. doi.org/10.1590/S0103-84782014000100027
- Buresova, I., Tokar, M., Marecek, J., Hrivena, L., Famera, O., & Sotnikova, V. (2017). The comparison of the effect of added amaranth, buckwheat, chickpea, corn, millet and quinoa flour on rice dough rheological characteristics, textural and sensory quality of bread. *Journal of Cereal Science*, 75 (2), 158-164. doi.org/10.1016/j.jcs.2017.04.004

- Caio, G., Volta, U., Sapone, A., Leffler, D. A., De Giorgio, R., Catassi, C., & Fasano, A. (2019). Celiac disease: a comprehensive current review. *BMC Medicine*, 17 (1), 17-142. doi.org/10.1186/s12916-019-1380-z
- Capriles, V. D., & Arêas, J. A. G. (2012). Avaliação da qualidade tecnológica de snacks obtidos por extrusão de grão integral de amaranto ou de farinha de amaranto desengordurada e suas misturas com fubá de milho. *Brazilian Journal of Food Technology*, 15 (1), 21-29. doi.org/10.1590/S1981-67232012000100003
- Cappelli, A., Cini, N. O., & Cini, E. (2020). A systematic review of gluten-free dough and bread: dough rheology, bread characteristics, and improvement strategies. *Ciências Aplicadas*, 10 (18), 6559. doi.org/10.3390/app10186559
- Collar, C., Jimenez, T., Conte, P., & Fadda, C. (2014). Impact of ancient cereals, pseudocereals and legumes on starchhydrolysis and antiradical activity of technologically viable blended breads. *Carbohydrate Polymeres*, 113, 149-158. doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.07.020
- Constantini, L., Luksic, L., Molinari, R., Kreft, I. (2014). Development of gluten free bread using tartary buckwheat and chia flour rich in flavonoids and omega3 fatty acids as ingredients. *Food Chemistry*, 165, 232-240. doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.095
- Costa, C. L. S., Batista, J. T. (2017). Elaboração de produtos à base de farinha de quinoa para intolerantes ao glúten. *Nutrição e Vigilância em Saúde*, 4 (1), 45-51.
- Dalpizol, B., Lehr, E., Alves, G. B., Rodrigues, F., & Bernardi, D. M. (2020). Soy functional properties. *Fag Journal of Health*, 2(3), 394-401. doi.org/10.35984/fjh.v2i3.230
- Devide, A. C. P. (2013). Culturas anuais para sistemas agrofloreais com guanandi em várzea e terraço fluvial. Tese de Doutorado. Concentração Agroecologia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro -UFRRJ.
- Evangelho, J. A., Pinto, V. Z., Zavarise, E. R., Vanier, L., Dias, A. R. G., & Barbosa, L. M. P. (2012). Propriedades tecnológicas e nutricionais de pães preparados com diferentes proporções de farinha de arroz e farinha de arroz extrusada. *Revista Brasileira de Agrociência*, 18 (4), 264-282.
- Foste, M., Nordlohne, S. D., Elgeti, D., Linden, M. H., Heinz, M., Jekle, M., & Becker, T. (2014). Impact of quinoa bran on gluten-free dough and bread characteristics. *European Food Research and Technology*, 239, 767-775. Doi 10.1007/s00217-014-2269-x
- Franco, V. A. (2015). Desenvolvimento de pão sem glúten com farinha de arroz e de batata-doce. Dissertação de Mestrado. Ciência e Tecnologia de Alimentos.
- Frigo, M., de Barros, E., dos Santos, P. C. D. B., & Koehnlein, E. A. (2021). Isoflavonas como tratamento alternativo na sintomatologia climática: uma revisão sistemática. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 80, 1-14. doi.org/10.53393/rial.2021.v80.37249
- Cairo, C., Pragosa, C., Cruz, M. C., Pereira, C. D., & Pereira, S. G. (2022). The role of pseudocereals in celiac disease: reducing nutritional deficiencies to improve well-being and health. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2022, Article ID 8502169, 8 pages. doi.org/10.1155/2022/8502169
- Casella, G., Villanacci, V., Di Bella, C., Bassotti, G., Bold, J., & Rostami, K. (2018). Non celiac gluten sensitivity and diagnostic challenges. *Gastroenterology and hepatology from bed to bench*, 11(3), 197.
- Gewehr, M. F., Danelli, D., Melo, L. M., Flôres, S. H., & Vogt de Jong, E. (2012). Análises químicas em flocos de quinoa: Caracterização para utilização em produtos alimentícios. *Brazilian Journal of Food Technology*, 15 (4), 280- 287.
- Gomes, D. S. (2018). Caracterização física, físico-química e reológica da farinha de ervilha e sua influência na elaboração de muffins. Tese de Doutorado. Engenharia de Alimentos.
- Han, A., Romero, H. M., Nishijima, N., Ichimura, T., & Zhang, Y. (2019). Effect of egg white solids on the rheological properties and bread making performance of gluten-free bater. *Food Hydrocolloids*, 87, 287-96. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.08.022
- Hill, I. D., Fasano, A., Guandalini, S., Hoffenberg, E., Levy, J., Reilly, N., & Verma, R. N. (2016). Clinical Report on the Diagnosis and Treatment of Gluten-related Disorders. *Journal Pediatric Gastroenterol Nutrition*, 63 (1), 156-165. doi: 10.1097/MPG.0000000000001216
- Honda, Y., Inoue, N., Kurita, M., & Okunishi, T. (2021). Alpha-glutelin degradation and its hydrolysate by protease enhance the specific volume of gluten-free rice starch bread. *Journal of Cereal Science*, 102, 103338. doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103338
- Houben A., Höchstätter, A., & Becker, T. (2012). Possibilities to increase the quality in gluten free bread production: An overview. *European Food Research and Technology*, 235 (2), 195-208. doi 10.1007/s00217-012-1720-0
- Kreutz, J. M., Adriaanse, M. P. M., Ploeg, E. M. C. V. D., & Vreugdenhil, A. C. E. (2020). Narrative review: Nutrient deficiencies in adults and children with treated and untreated celiac. *Nutrients*, 12 (2), 1-23. doi.org/10.3390/nu12020500
- Lima, N. B. F., Silva, L. B., Borges, M. V., Neves, R. R., Vera, R., & Ferreira, G. A. (2019). Caracterização do amido de araruta orgânica e potencial para aplicação tecnológica em alimentos. *Desafios Revista Interdisciplinar da Universidade Federal de Tocantins*, 6 Edição Especial, 118-126. doi.org/10.20873/uft.2359365220196Especialp118
- Mariani, M., Oliveira, V. R., Faccin, R., Rios, A. O., & Venzke, J. G. (2015). Elaboração e avaliação de biscoitos sem glúten a partir de farelo de arroz e farinhas de arroz e de soja. *Brazilian Journal Food Technology*, 18 (1), 70-78. doi.org/10.1590/1981-6723.6514
- Martínez-Villaluenga, C., Peñas, E., & Hernández-Ledesma, B. (2020). Pseudocereal grains: Nutritional value, health benefits and current applications for the development of gluten-free foods. *Food and Chemical Toxicology*, 137, 111178. doi.org/10.1016/j.fct.2020.111178
- Meijer, C. R., Shamir, R., & Mearin, M. L. (2015). Coeliac disease and noncoeliac gluten sensitivity. *Journal Pediatric Gastroenterol Nutrition*, 60 (4), 429-432. doi: 10.1097/MPG.0000000000000708

- Miñarro, B., Albanell, E., Aguilar, N., Guamis, B., & Capellas, M. (2012). Effect of legume flours on baking characteristics of gluten-free bread. *Journal of Cereal Science*, 56 (2), 476- 481. doi.org/10.1016/j.jcs.2012.04.012
- Moraes, E. M., Prade, J. S., Costa, P. F. P., & Silva, L. H. (2017). Efeito do farelo de arroz e da fécula de mandioca nas características tecnológicas de bolos livres de glúten. *Leite*, D. B.G., Frasson, A. C. *Desafios da Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 3, 86-101. Curitiba-PR, Ed. Atena. doi: 10.22533/at.ed.032202
- Naqash, F., Gani, A., Gani, A., & Masoodi, F.A. (2017). Gluten-free baking: Combating the challenges - A review. *Trends in Food Science Technology*, 66, 98-107. doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.004
- Nogueira-de-Almeida, C. A., Ferraz, I. S., Ued, F. D. V., Almeida, A. C. F., & Ciampo, L. A. D. (2020). Impact of soy consumption on human health: integrative review. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23, e2019129. doi.org/10.1590/1981-6723.12919
- Nogueira, T. Y. K., Pereira, A. D., & Fakhouri, F. M. (2013). Extração e caracterização do amido de araruta. In: *Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, Dourados, Anais ENEPEX*, 388, 1-15.
- Ojeda, A. M. R. (2016). Peas and Lentils. In: Caballero, B., Finglas, P., & Toldr, F (Ed.). *Encyclopedia of Food and Health*. 1 ed, 283-288.
- Oliveira G., D., Branco, F. P., Madeira, N. R., Brito, V. H., de Oliveira, C. E., Jadoski, C. J., & Cereda, M. P. (2019). Starch Valorization From Corm, Tuber, Rhizome, and Root Crops: The Arrowroot (*Maranta arundinacea* L.) Case. In *Starches for food application* (pp. 167-222). Academic Press. //doi.org/10.1016/B978-0-12-809440-2.00005-8
- Oliveira, N. A., & Almeida, V. O. (2021). Aspectos nutricionais do amido da *Maranta arundinacea* L. na formulação de pães sem glúten. *Textura*, 15(1), 45-60. doi.org/10.22479/texturav15n1p45\_60
- Palabiyik, I., Yildiz, O., Toker, OS., Cavus, M., Ceylan, M. M., & Yurt, B. (2016). Investigating the addition of enzymes in gluten-free flours e the effect on pasting and textural properties. *LWT-Food Science and Technol*, 69, 633-641. doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.019
- Pappen, D. R. H. P., Rigo, D., Colet, R., Fernandes, I. A., Steffens, J., Zeni, J., Rigo, E. & Valduga, E. (2020). Elaboração e caracterização de biscoito tipo sequilho com farinha de amaranto, milho e arroz. *Brazilian Journal of Development*, 6(9), 72621-72636. doi:10.34117/bjdv6n9-638
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [*e-book*]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia\\_Pesquisa-Cientifica.pdf](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia_Pesquisa-Cientifica.pdf)
- Pereira, B. S., Pereira, B. S., Cardoso, E. S., Souza, L. B., Santos, M. P., Zago, L., & Freitas, S. M. L. (2013). Análise físico-química e sensorial do pão de batata isento de glúten enriquecido com farinha de chia. *Demetra Alimentação, Nutrição & Saúde*, 8 (2), 125-136. doi.org/10.12957/demetra.2013.5646
- Pomiecinski, F., Guerra, V., Mariano, R., & Landim, Q. (2017). Estamos vivendo uma epidemia de alergia alimentar? *Revista Brasileira em Promoção em Saúde*, 30 (3), 1-3. doi.org/10.5020/18061230.2017.7080
- Pongjaruvat, W., Methacanon, P., Seetapan, N., Fuongfuchat, A., & Gamonpilas, C. (2014). Influence of pregelatinised tapioca starch and transglutaminase on dough rheology and quality of gluten-free jasmine rice breads. *Food Hydrocolloids*, 36, 143-150. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.09.004
- Qadir, N., & Wani, I. A. (2022). Functional properties, antioxidant activity and in-vitro digestibility characteristics of brown and polished rice flours of Indian temperate region. *Grain & Oil Science and Technology*. doi.org/10.1016/j.gaost.2022.12.001
- Qin, W., Lin, Z., Wang, A., Chen, Z., He, Y., Wang, L., Liu, L., Wang, F., & Tong, L. T. (2021). Influence of particle size on the properties of rice flour and quality of gluten-free rice bread. *LWT*, 151, 112236. doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112236
- Rai, S., Kaur, A., & Chopra, C. S. (2018). Gluten-Free Products for Celiac Susceptible People. *Frontiers in Nutrition*, 5 (12), 1–23. doi.org/10.3389/fnut.2018.00116
- Resende, P. V. G., Silva, N. L. M., Schettino, G. C. M., & Liu, P. M. F. (2017). Doenças relacionadas ao glúten. *Revista Médica de Minas Gerais*, v. 27 (3), p. S51-S58, 2017. doi/10.5935/2238-3182.20170030
- Rolim, L. B., Silva, L. H., & Costa, P. F. P. (2021). Avaliação tecnológica de bolos isentos de glúten e leite elaborados com farinhas de arroz e berinjela. Scaglioni, T. P. *Ensino e pesquisa no campo da engenharia e da tecnologia de alimentos*, 2, 67 - 77. Ponta Grossa - PR: Atena. Doi: 10.22533/at.ed.2672105019
- Rostami, K., Bold, J., Parr, A., & Johnson, M. W. (2017). Gluten-free diet indications, safety, quality, labels, and challenges. *Nutrients*, 9 (8), 846. doi.org/10.3390/nu9080846
- Saito, K., Okouchi, M., Yamaguchi, M., Takechi, T., Hatanaka, Y., Kitsuda, K., Mannari, T. & Takamura, H. (2022). Quality improvement of gluten-free rice flour bread through the addition of high-temperature water during processing. *Journal of Food Science*, 87(11), 4820-4830. doi.org/10.1111/1750-3841.16333
- Sarabhai, S., Tamilselvan, T., & Prabhasankar, P. (2021). Role of enzymes for improvement in gluten-free foxtail millet bread: It's effect on quality, textural, rheological and pasting properties. *LWT*, 137, 110365. //doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110365
- Shi, M., Zhang, Z., Yu, S., Wang, K., Gilberto, R. G., & Gao, Q. (2014). Pea starch (*Pisum sativum* L.) with slow digestion property produced using  $\beta$ -amylase and transglucosidase. *Food Chemistry*, 164, 317-323. doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.045
- Singh, P., Arora, A., Strand, T. A., Leffer, D. A., Catassi, C., Green, P. H., Kelly, C. P., Ahuja, V., & Makharia, G. (2018). Global Prevalence of Celiac Disease: Systematic Review and Meta-analysis. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 16 (6), 823–836. doi.org/10.1016/j.cgh.2017.06.037
- Tomicki, L., Rigo, A. A., Durigon, A., Gutkoski, L. C., Zeni, J., Valduga, E., Steffens, C., & Toniozzo, G. (2015). Elaboração e avaliação da qualidade de macarrão isento de glúten. *Ciência Rural*, 45 (7), 1311-1318. doi.org/10.1590/0103-8478cr20140977

Vieira, E. S. S., Guida, L. M., Zuniga, A. D. G., & Pires, C. R. F. (2020). Avaliação sensorial de biscoitos sem glúten do tipo cookie desenvolvido com farinha de amaranto e enriquecido com farinha de baru. *Desafios Revista Interdisciplinar da Universidade Federal de Tocantins*, 7 Especial, 42-51. [doi.org/10.20873/uftsupl2020-8741](https://doi.org/10.20873/uftsupl2020-8741)

Vieira, T. S., Freitas, F. V., Silva, L. A. A., & Barbosa, W.M. (2015). Efeito da substituição da farinha de trigo no desenvolvimento de biscoitos sem glúten. *Brazilian Journal Food Technology*, 18 (4), 285-292. [doi.org/10.1590/1981-6723.1815](https://doi.org/10.1590/1981-6723.1815)

Zhao, J., Liu, X., Bai, X., & Wang, F. (2019). Production of biscuits by substitution with different ratios of yellow pea flour. *Grain & Oil Science and Technology*, 2 (4), 91-96. [doi.org/10.1016/j.gaost.2019.09.004](https://doi.org/10.1016/j.gaost.2019.09.004)