

Principais substitutos para a farinha de trigo no desenvolvimento de produtos sem glúten, tendências e ingredientes empregados

Main substitutes for wheat flour in the development of gluten-free products, trends and ingredients used

Giovana Presser Wollmuth

Instituto Federal Farroupilha, *Campus Santo Augusto*, Santo Augusto, RS, Brasil.
giovanapresser@gmail.com – <https://orcid.org/0009-0000-3177-2650>

Leidi Daiana Preichardt

Instituto Federal Farroupilha, *Campus Santo Augusto*, Santo Augusto, RS, Brasil.
leidi.preichardt@iffarroupilha.edu.br – <https://orcid.org/0000-0003-3868-8712>

Resumo

Os cereais são base da alimentação humana desde a antiguidade, com destaque para o trigo, amplamente utilizado na panificação por suas propriedades reológicas e funcionais. No entanto, seu consumo está associado a doenças relacionadas ao glúten, uma rede proteica responsável por propriedades viscoelásticas importantes. O desenvolvimento de alternativas sem glúten enfrenta desafios tecnológicos, sobretudo na substituição da farinha de trigo. Este estudo buscou identificar os principais substitutos da farinha de trigo por meio de pesquisa bibliográfica com os termos “produtos sem glúten” e “substituto da farinha de trigo”, considerando-se as publicações de 2014 a 2024. As farinhas mais empregadas incluem as de amaranto, arroz, ervilha ou soja, além daquelas contendo amidos, féculas ou hidrocolóides. Conclui-se que o tema exige maior investigação para superar os obstáculos atuais e promover formulações com melhor desempenho tecnológico e sensorial.

Palavras-chave: doença celíaca; intolerância ao glúten; substitutos do trigo.

Abstract

Cereals have been a fundamental part of the human diet since ancient times, with wheat standing out for its rheological and functional properties in baking. However, its consumption is associated with gluten-related disorders. Gluten is a complex protein network responsible for essential viscoelastic properties in baked goods. Developing gluten-free alternatives presents technological challenges, particularly in replacing wheat flour. This study aimed to identify the main substitutes for wheat flour through a literature review using the keywords “gluten-free products” and “wheat flour substitute,” considering articles published between 2014 and 2024. The most used flours include amaranth, rice, pea, and soy, as well as starches, root flours, and hydrocolloids. It is concluded that this field requires further research to overcome current challenges and improve the technological

and sensory performance of gluten-free formulations.

Keywords: celiac disease; gluten intolerance; wheat substitutes.

1 Introdução

Desde os primórdios da humanidade, os cereais, especialmente o trigo, representam a base calórica da alimentação. Atualmente, com a evolução gastronômica podemos encontrar um número expressivo de alimentos produzidos com grande concentração de glúten, visto suas propriedades culinárias, viscoelásticas e organolépticas (Boarim, 2018). Embora os benefícios citados, inúmeras desordens clínicas estão relacionadas à ingestão de glúten (El Khoury; Balfour-Ducharme; Joye, 2018).

Doença celíaca (DC), Alergia ao Trigo (AT) e Sensibilidade ao Glúten Não Celíaca (SGNC) são distúrbios alimentares que, genericamente, podem ser intitulados de intolerância ao glúten (Balakireva, 2016). Essas doenças biológicas possuem etiologias imunes, alérgicas e, possivelmente, não imunes distintas, sendo o glúten um fator desencadeante comum para todas elas (Asri *et al.*, 2021).

O quantitativo de pessoas que, atualmente, são diagnosticadas com intolerância ao glúten tem aumentado exponencialmente, o que gera uma questão a ser analisada de forma urgente e delicada. Por consequência, esses distúrbios devem ser tratados de forma inovadora, com eficiência e eficácia (El Khoury; Balfour-Ducharme; Joye, 2018).

A DC é uma enteropatia autoimune desencadeada por fatores genéticos e/ou ambientais, geralmente diagnosticada por sorologia. Seus sintomas vão desde manifestações gastrointestinais até autoimunes, como ataxia do glúten e dermatite herpetiforme, além de sinais indiretos, como anemia ou baixa estatura (Balakireva, 2016). Pereira; Da Silva; Errante (2017) reforçam que a DC é uma resposta inflamatória da mucosa intestinal em indivíduos geneticamente predispostos, levando à atrofia das vilosidades e má absorção de nutrientes.

A AT, por sua vez, é uma hipersensibilidade à proteína do trigo, podendo ocorrer por ingestão, contato ou inalação. Seus sintomas variam de anafilaxia a manifestações clínicas diversas e rápidas. Geralmente não afeta a resposta a outras prolaminas, como as do centeio ou da cevada, o que torna a dieta menos restritiva que na DC. A AT manifesta-se principalmente na infância (Resende *et al.*, 2017).

Já a SGNC é uma reação a alimentos com glúten sem envolvimento imunológico claro. Estima-se que seja a forma mais comum de manifestação ao glúten, predominando em mulheres por volta dos 40

anos (Asri *et al.*, 2021; Boarim, 2018; Resende *et al.*, 2017). Seus sintomas incluem dor abdominal, distensão, náusea, constipação ou diarreia, além de sinais não gastrointestinais como cefaleia, depressão, dores musculares, mal-estar e úlceras orais (Balakireva, 2016).

O glúten, presente no trigo, é uma rede proteica complexa que influencia diretamente as propriedades reológicas, funcionais e sensoriais das massas assadas (Biesiekierski, 2017). É formado por um conjunto de proteínas solúveis em álcool e também encontradas em outros cereais como na aveia, no centeio e na cevada (Balakireva, 2016; Biesiekierski, 2017). No trigo, destacam-se a glutenina e a gliadina, essenciais para a coesão, elasticidade e estabilidade térmica das massas (Biesiekierski, 2017).

A farinha de trigo é amplamente utilizada na panificação por formar uma rede viscoelástica estável, devido à gliadina e à glutenina que conferem viscosidade, coesividade e elasticidade (Vieira *et al.*, 2015). No entanto, o glúten pode desencadear respostas imunes ou alérgicas em pessoas predispostas, conhecidas como Doenças Relacionadas ao Glúten (DRG), que afetam de 1 a 7% da população mundial (Asri *et al.*, 2021). Ainda assim, dietas sem glúten vêm sendo adotadas por indivíduos não intolerantes, motivadas por possíveis benefícios à saúde (El Khoury; Balfour-Ducharme; Joye, 2018). No entanto, a retirada do glúten compromete sabor, textura e estrutura dos produtos, gerando um desafio para a panificação sem glúten, sobretudo diante das altas expectativas dos consumidores (El Khoury; Balfour-Ducharme; Joye, 2018).

Durante fermentação e cocção, o glúten retém CO₂, aumentando a porosidade e o volume final (Grenier *et al.*, 2021). Em 2003, com a promulgação da Lei nº 10.674 (Brasil, 2003), todos os alimentos industrializados passaram a incluir em seus rótulos informações sobre o conteúdo de glúten, como forma de prevenir e controlar a doença celíaca, bem como auxiliar os consumidores na hora da escolha dos produtos. Assim, o presente estudo tem por objetivo identificar os principais produtos substitutivos à farinha de trigo e os avanços tecnológicos em relação à fabricação de produtos sem glúten.

2 Metodologia

Este trabalho caracteriza-se por uma revisão bibliográfica, com intuito de compilar o conhecimento científico produzido em relação ao tema objeto deste estudo. A pesquisa utilizou como palavras chaves “produtos sem glúten” e “substituto da farinha de trigo”. Consideraram-se os trabalhos originais, publicados no período de 2014 a 2024, encontrados nas bases de dados SciELO, Lilacs, Google Acadêmico e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações.

Primeiramente, realizou-se a leitura e seleção dos artigos por meio dos títulos e, a seguir, uma avaliação detalhada dos resumos. Por fim, identificaram-se os estudos de maior relevância, os quais foram lidos na íntegra para análise e composição do estudo. Foram excluídos os artigos repetidos em diferentes bases de dados, os estudos reflexivos, os editoriais, os relatos de caso, as cartas ao editor, estudos que não abordaram a temática objeto deste trabalho, bem como, os que não se enquadravam dentro do período de publicação nos últimos 10 anos.

3 Resultados e Discussão

Após a leitura e análise dos trabalhos, foi possível obter um compilado dos principais ingredientes utilizados em substituição à farinha de trigo. Esses produtos são utilizados na elaboração de produtos de panificação sem glúten, como farinhas, amidos, féculas e hidrocolóides, conforme apresentado na Tabela 1. Os avanços tecnológicos na fabricação de produtos sem glúten estão diretamente ligados à matéria-prima utilizada na substituição da farinha de trigo no processamento de panificação.

TABELA 1 - Dados dos artigos e principais matérias-primas substitutas da farinha de trigo.

Autores e ano de publicação	Título do artigo	Ingrediente
Bianchini; Beleia; Bianchini (2014)	Modificação da composição química de farinhas integrais de grãos de amaranto após a aplicação de diferentes tratamentos térmicos	Farinha de amaranto
Pongjaruvat et al. (2014)	Influence of pregelatinized tapioca starch and transglutaminase on dough rheology and quality of gluten-free jasmine rice breads	Farinha de arroz
Collar et al. (2014)	Impact of ancient cereals, pseudo cereals and legumes on starch hydrolysis and antiradical activity of technologically viable blended breads	Farinha de ervilha
Shi et al. (2014)	Pea starch (<i>Pisum sativum</i> L.) with slow digestion property produced using β -amylase and transglucosylase	Farinha de ervilha
Föste et al. (2014)	Impact of quinoa bran on gluten-free dough and bread characteristics	Farinha de quinoa
Camargo (2014)	Comparação entre pães destinados a celíacos com diferentes farinhas e aditivos	Farinha de trigo sarraceno

(continua)

Autores e ano de publicação	Título do artigo	Ingrediente
De Carvalho (2014)	As evidências dos benefícios do consumo das isoflavonas da soja na saúde da mulher: revisão de literatura	Farinha de soja
Capriles; Arêas (2015)	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	Farinha de amaranto
Franco (2015)	Desenvolvimento de pão sem glúten com farinha de arroz e de batata-doce	Farinha de arroz
Andrade et al. (2016)	Efeitos dos parâmetros de processamento térmico de farinha de soja integral sobre a conversão de isoflavonas e inativação dos inibidores de tripsina	Farinha de soja
Palabiyik et al. (2016)	Investigating the addition of enzymes in gluten-free flours and the effect on pasting and textural properties	Farinha de arroz
Ojeda (2016)	Peas and Lentils	Farinha de ervilha/fécula de batata
Gonçalves Filho (2016)	Amido de mandioca pré-gelatinizado	Fécula de mandioca e farinha de mandioca
Silva (2016)	Desenvolvimento de pão de forma sem glúten com farinhas mistas: efeito de hidrocolóides em atributos sensoriais	Carboximetilcelulose / Goma Xantana
Papalia (2017)	Substituição de amido de mandioca por amido de araruta e de arroz em pão de queijo congelado	Farinha de araruta / Fécula de mandioca e farinha de mandioca
Almeida et al. (2017)	Análise de granulometria e umidade de farinhas de milho flocada comercializadas na cidade de Campina Grande-PB	Farinha de milho
Menezes et al. (2017)	Características estruturais do grão de milho sobre a digestibilidade do amido em bovinos	Farinha de milho
Costa; Batista (2017)	Elaboração de produtos à base de farinha de quinoa para intolerantes ao glúten	Farinha de quinoa
Gomes (2018)	Caracterização física, físico-química e reológica da farinha de ervilha e sua influência na elaboração de muffins	Farinha de ervilha
Silva et al. (2019)	Elaboração de produtos panificáveis sem glúten	Farinha de milho
Sohaimy et al. (2018)	Compositional Analysis and Functional Characteristics of Quinoa Flour	Farinha de quinoa
Lima et al. (2019)	Caracterização do amido de araruta orgânica e potencial para aplicação tecnológica em alimentos	Farinha de araruta
Cordoba (2019)	Caracterização da farinha e amido de trigo sarraceno (<i>Fagopyrum esculentum</i>) e desenvolvimento de pão sem glúten	Farinha de trigo sarraceno
Mendes et al. (2019)	Propriedades físico-químicas e tecnológicas de fécula de mandioca comercializada na região Metropolitana de Palmas -TO	Fécula de batata
Cappelli; Oliva; Cini (2020)	A systematic review of gluten-free dough and bread: dough rheology, bread characteristics, and improvement strategies	Farinha de arroz
Dalpizol et al. (2020)	Propriedades Funcionais da Soja	Farinha de soja

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O amaranto possui sua origem na região Andina, sendo conhecido também como feijão dos Andes. É uma planta vistosa, podendo alcançar até 2,5m de altura e ter seus talos, folhas, grãos e flores integralmente utilizados em inúmeras preparações (Capriles; Arêas, 2015). É classificado como um grão com alto valor nutritivo, pois é formado por proteína com alto valor biológico e com inúmeras propriedades funcionais (Bianchini; Beleia; Bianchini, 2014). Ainda é fonte de aminoácidos, vitaminas e minerais como magnésio, manganês, niacina, riboflavina, selênio, sódio, tiamina, tocoferol e zinco (Capriles; Arêas, 2015). O amido existente no grão pode ser utilizado como espessante e expõe resistência ao congelamento e descongelamento, embora suas características ácidas possam interferir em sua estabilidade (Bianchini; Beleia; Bianchini, 2014). Ao preparar biscoitos com farinha de amaranto foi observado um aumento no valor nutricional, considerando o aporte de lipídeos e proteína. Entretanto, também foi observado uma diminuição dos carboidratos, o que proporcionou uma maior aceitação dos biscoitos (Pappen *et al.*, 2020).

A araruta é caracterizada como planta herbácea, perene, de rizomas longos. Possui grande quantidade de matéria orgânica, pois se desenvolve em solos arenosos, profundos e úmidos. Para obtenção da farinha é realizada a trituração e a separação do amido da massa fibrosa por peneiração desta. Após, ocorre o processo de decantação, secagem e trituração para homogeneização (Lima *et al.*, 2019). A farinha de araruta é aplicada na panificação como espessante, para obtenção de viscosidade, adesão, possui poder gelificante, tendência a retrogradação, alto teor de proteína e gordura. Os lipídeos existentes são os responsáveis pela fixação da cor e manifestação de aromas (Lima *et al.*, 2019).

A farinha de arroz é obtida por meio da moagem dos grãos polidos inteiros ou quebrados, oriundos do processo de beneficiamento do arroz (Franco, 2015). É uma farinha versátil, apresenta sabor suave, baixos níveis de sódio e propriedades hipoalergênicas, além dos seus carboidratos serem de fácil digestão. Em decorrência disso, é preferida para o processamento de produtos de panificação sem glúten (Pongjaruvat *et al.*, 2014). A farinha de arroz quando pré-gelatinizada e obtida pela hidratação do amido, modifica a viscosidade da massa, tornando possível a retenção de parte do gás decorrente da fermentação, contribuindo para a formação do miolo do pão com características semelhantes ao pão com glúten (Capelli *et al.*, 2020).

A farinha de ervilha pode ser obtida pela moagem dos grãos secos de ervilha. Essa leguminosa apresenta baixo teor glicêmico, proporcionando a redução dos níveis de glicose no sangue, podendo ser consumida por pessoas com diabetes (Gomes, 2018). O uso da farinha de ervilha na panificação é favorecido, pois possui alto índice de nutrientes (Collar *et al.*, 2014). Ademais, demonstra baixo índice de

lipídeos e atua como uma excelente fonte de proteínas, fibras, carboidratos, vitaminas do complexo B, polifenóis e minerais, como cálcio, ferro, fósforo e potássio (Shi *et al.*, 2014). O grão também fornece grandes quantidades de aminoácidos essenciais como leucina e lisina (Ojeda, 2016).

A farinha de milho pode ser beneficiada de forma artesanal ou industrial. O processo artesanal é desempenhado por meio da moagem do grão em moinho de pedra, já a industrial é efetuada em moinhos industriais (Almeida, 2017). Cada fração do grão de milho é composto por endosperma, gérmen e pericarpo, além de possuir composição química em porcentagens diferentes. O grão é composto também por amido, água, açúcares, proteína, fibras, lipídeos, minerais totais e vitaminas (Menezes *et al.*, 2017). Geralmente, a farinha de milho é aplicada para a fabricação de produtos de panificação, a fim de aprimorar, alterar ou controlar suas características físico-químicas, tais como: aparência, consistência, estabilidade no armazenamento, textura e umidade (Silva *et al.*, 2018).

A quinoa, originária da região andina, é considerada um pseudocereal. Pode ser encontrada em flocos, farinha e grãos. A quinoa pode ser utilizada como ingrediente para panificação por ser fonte de proteínas e aminoácidos, possui quantidades relevantes de minerais, vitaminas do complexo B, flavonoides e ácido fenólico (Costa; Batista, 2017). Ao utilizar a farinha de quinoa promove-se benefícios à saúde, principalmente na prevenção de doenças cardiovasculares e até mesmo o câncer. Seus compostos fenólicos são antioxidantes reduzindo radicais livres e proporcionando atividades quelantes de metais (Sohaimy *et al.*, 2018). No processo de elaboração de produtos de panificação com a farinha de quinoa, pode-se observar aumento do valor nutricional, bem como aumento do volume final (Foste *et al.*, 2014).

Em relação as demais farinhas, a de soja é a que sofre o menor processamento, passando apenas pelo descascamento e moagem (Andrade, 2016). Como consequência, contribui para aperfeiçoamento das características funcionais e nutricionais como a absorção de água, a absorção de gordura, a viscosidade, as propriedades emulsificantes, espumantes e gelificantes (Dalpizol *et al.*, 2020). Os compostos bioativos intrínsecos à soja, como as isoflavonas são retratadas como daidzeínas, genisteínas e gliciteínas (Dalpizol *et al.*, 2020). A soja é considerada um alimento funcional por possuir isoflavonas e contribuir para redução de risco de doenças crônicas como: aterosclerose, câncer, doenças cardiovasculares, doenças renais, manifestações da menopausa e osteoporose (De Carvalho, 2014). A farinha de soja dispõe de inibidores da tripsina afetando a digestibilidade da soja. No trato gastrointestinal, a ação dos inibidores reduz os aminoácidos e acabam por limitar o valor nutricional. Estão sendo realizados estudos para desenvolver cultivos de soja que disponham de menores

concentrações de alguns antinutrientes pré-definidos (Andrade, 2016).

O trigo sarraceno é pertencente a uma família botânica diferente do trigo comum, entretanto sua composição química e estrutura são muito semelhantes. Em função disso, esse tipo de grão se torna uma opção que não contém glúten para a preparação de produtos como bolos, biscoitos, massa e pães (Camargo, 2014). A farinha de trigo sarraceno não contém glúten. Por outro lado, contém proteínas, carboidratos, fibras, fósforo, magnésio, manganês, vitaminas do complexo B, além de flavonoides, especialmente a rutina, cujas características proporcionam prevenção à intolerância ao glúten como alergia e sensibilidade, bem como a doença celíaca (Camargo, 2014). Ao realizar estudo comparativo entre o trigo sarraceno e a proteína referência da FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), foi observado que a proteína do trigo sarraceno possui quantidade suficiente de aminoácidos com exceção da soleucina (Cordoba, 2019).

Os amidos ou féculas também podem ser utilizados em produtos de panificação como substitutos da farinha de trigo. A fécula de mandioca é um polissacarídeo natural que é formado tanto por cadeias lineares, como por cadeias ramificadas. Dependendo da região do país é denominada polvilho doce ou goma. A fécula de mandioca é utilizada não só na indústria de alimentos, mas também na de plásticos e nas siderúrgicas (Gonçalves Filho, 2016). A utilização da fécula de mandioca na elaboração de produtos de panificação é determinada pela melhoria que proporciona nas características tecnológicas, por meio das propriedades de geleificação do amido que acarreta uma melhor textura e volume (Papalia, 2017).

A fécula de batata é composta essencialmente de amido e é utilizada para a produção de produtos de panificação, produtos lácteos, produtos embutidos entre outros. Além da indústria alimentícia, também pode ser utilizada para produção de embalagens biodegradáveis, na indústria farmacêutica, na têxtil e para produção de colas (Mendes *et al.*, 2019).

Os hidrocoloides, ultimamente, têm sido largamente utilizados em razão da sua capacidade de ser solúvel em água, permitindo sua utilização como agente espessante, estabilizante e gelificante. É possível mencionar ainda a sua capacidade de reter água, conferindo estabilidade aos alimentos, pois reduz a atividade de água. Os hidrocoloides são utilizados pelo fato de reproduzirem as características viscoelásticas do glúten, aumentando também a estabilidade das bolhas de gás na massa por meio das propriedades de gelatinização do amido (Silva, 2016).

Os hidrocoloides são os aditivos preferidos no processo de elaboração de produtos de panificação que não contém glúten. Em decorrência da sua capacidade de reter umidade, esses aditivos postergam o envelhecimento, especialmente de pães. Somado a isso, a aplicação de hidrocoloides e emulsificantes de

forma concomitante, resulta na interação entre compostos amiláceos e proteicos. Estes, por sua vez, ao agirem sinergicamente, promovem a retenção do gás carbônico e evitam a expulsão da água.

Dentre os hidrocoloides que podem ser utilizados para produtos sem glúten, destacam-se a carboximetilcelulose e a goma xantana (Tabela 1). A carboximetilcelulose pode ser encontrada em diferentes apresentações. Essa diferenciação ocorre em decorrência do tamanho de partículas, da viscosidade, do grau de substituição, das características de hidratação, além de apresentar estabilidade em pH ácido. Em produtos de panificação possui ação estabilizante, inibidora de cristalização, espessante (melhora a textura), emulsificante, coloide protetor, ligante, além de auxiliar para o aumento do volume (Silva, 2016).

A goma xantana é um polissacarídeo com ótimas propriedades reológicas, sendo uma excelente opção para o uso em alimentos de panificação. Entre suas qualidades, destacam-se a retenção de gás que origina o aumento de volume, além de ser naturalmente solúvel em água, gerando grande viscosidade (Silva, 2016). Segundo Silva (2016), é possível utilizar a goma xantana em vários alimentos de panificação proporcionando ações espessantes, emulsificantes, estabilizantes e espumantes.

4 Considerações Finais

As inovações na formulação de produtos de panificação sem glúten ainda enfrentam desafios significativos, especialmente para pessoas com doença celíaca, cuja dieta é mais restrita que a de indivíduos com alergia ao trigo ou sensibilidade não celíaca ao glúten. Enquanto os substitutos estudados atendem adequadamente aos requisitos nutricionais, a ausência de glúten prejudica características como textura, estrutura e volume.

As farinhas de amaranto, arroz, ervilha e soja foram as mais citadas, destacando-se por suas propriedades nutricionais e tecnológicas. Além delas, amidos, féculas e hidrocoloides também são utilizados para reproduzir as funções viscoelásticas do glúten.

Conclui-se que o desenvolvimento de produtos sem glúten requer aprofundamento tecnológico e científico contínuo, visando oferecer alternativas mais satisfatórias e inclusivas ao público com restrições ao glúten.

Referências

- ALMEIDA, R. L. J. *et al.* Análise de granulometria e umidade de farinhas de milho flocada comercializadas na cidade de Campina Grande-PB. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 7, n. 2, p. 185-189, 2017. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/issue/view/ECTAL>. Acesso em: 25 set. 2025
- ANDRADE, J. C. *et al.* The effect of thermal treatment of whole soybean flour on the conversion of isoflavones and inactivation of trypsin inhibitors. **Food Chemistry**, v. 194, p. 1095-1101, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814615013242> Acesso em: 09 set.2025
- ASRI, N. *et al.* The gluten gene: unlocking the understanding of gluten sensitivity and intolerance. **The application of clinical genetics**, v.14, p. 37-50, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.2147/TACG.S276596>. Acesso em: 19 set. 2024.
- BALAKIREVA, A. V.; ZAMYATNIN J. A. A. Properties of gluten intolerance: gluten structure, evolution, pathogenicity and detoxification capabilities. **Nutrients**, v. 8, n. 10, p. 644, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu8100644>. Acesso em: 15 set. 2024.
- BIANCHINI, M. G. A.; BELEIA, A. D. P; BIANCHINI, A. Modificação da composição química de farinhas integrais de grãos de amaranto após a aplicação de diferentes tratamentos térmicos. **Ciência Rural**, v. 44, n. 1, p.167-173, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/X4dJ3CvHznsxhW4dnPFC33v/?lang=pt> Acesso em: 15 ago.2025.
- BIESIEKIERSKI, J. R. What is gluten? **Journal of gastroenterology and hepatology**, v. 32, p. 78-81, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111%2Fjgh.13703>. Acesso em: set. 2024.
- BOARIM, D. de S. F. Sensibilidade não-célica ao glúten. **International Journal of Nutrology**, v. 11, n. 3, p. 71-79, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/345473362_Sensibilidade_nao-celiaca_ao_gluten. Acesso em: 17 set. 2024.
- BRASIL. Lei nº 10.674, de 16 de maio de 2003. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/10.674.htm Acesso em: 26 ago. 2025.
- CAMARGO, J. R. **Comparação entre pães destinados a celíacos com diferentes farinhas e aditivos**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2014. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/16705>. Acesso em: 27 ago. 2024.
- CAPPELLI, A.; OLIVA, N.; CINI, E. A systematic review of gluten-free dough and bread: Dough rheology, bread characteristics, and improvement strategies. **Applied Sciences**, v. 10, n. 18, p. 6559, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/18/6559>. Acesso em: 13 set. 2025.
- CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. 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**, v. 15, p. 21-29, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/RmT8B6gJLJbTX3DrzFPWNSd/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 01 ago 2025.

COLLAR, C. *et al.* Impact of ancient cereals, pseudocereals and legumes on starch hydrolysis and antiradical activity of technologically viable blended breads. **Carbohydr Polym.**, v. 113, p. 149-58, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.07.020>. Acesso em: 30 ago 2025.

CORDOBA, L. P. **Caracterização da farinha e amido de trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*) e desenvolvimento de pão sem glúten.** 2019. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/66578/R%20-%20T%20-%20LAYSE%20DO%20PRADO%20CORDOBA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 dez. 2024.

COSTA, C. L. S.; BATISTA, J. T. Elaboração de produtos à base de farinha de quinoa para intolerantes ao glúten. **Nutrivisa Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde**, v. 4, n. 1, p. 45-51, 2017. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/nutrivisa/article/view/9014>. Acesso em: 2 set. 2025.

DALPIZOL, B. *et al.* Propriedades funcionais da soja. **Fag Journal of Health**, v. 2, n. 3, p. 394-401, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/346091917_PROPRIEDADES_FUNCIONAIS_DA_SOJA. Acesso em: 09 Jul 2025.

DE CARVALHO, H. V. M. As Evidências dos Benefícios do Consumo das Isoflavonas da Soja na Saúde da Mulher: revisão de literatura. **Journal of Health Sciences**.v. 16, n. 4, 2014. Disponível em: <https://journalhealthscience.pgsscogna.com.br/JHealthSci/article/view/397>. Acesso em: 21 ago. 2025.

EL KHOURY, D.; BALFOUR-DUCHARME, S.; JOYE, I. J. A review on the gluten-free diet: Technological and nutritional challenges. **Nutrients**, v. 10, n. 10, p. 1410, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu10101410>. Acesso em: 09 set. 2024.

EL SOHAIMY, S. A. *et al.* Compositional analysis and functional characteristics of quinoa flour. **Annual Research & Review in Biology**, v. 22, n. 1, p. 1-11, 2018. Disponível em <https://doi.org/10.9734/ARRB/2018/38435>. Acesso em: 10 set. 2025.

FÖSTE, M. *et al.* Impact of quinoa bran on gluten-free dough and bread characteristics. **European Food Research and Technology**, v. 239, n. 5, p. 767-775, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-014-2269-x>. Acesso em: 15 ago.2025.

FRANCO, V. A. **Desenvolvimento de pão sem glúten com farinha de arroz e de batata-doce.** 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/71/o/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Vilmara_2015.pdf. Acesso em 10 Jul 2025.

GOMES, D. S. **Caracterização física, físico-química e reológica da farinha de ervilha e sua influência na elaboração de muffins.** 2018.Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/handle/1884/60332>. Acesso em: 12 Jan 2025.

GONÇALVES FILHO, E. **Amido de mandioca pré-gelatinizado.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://cepein1.fema.edu.br/extrafema/buscarTccCurso.jsp?id=3330>. Acesso em: 10 fev. 2025.

GRENIER, D. *et al.* Gas cell opening in bread dough during baking. **Trends in Food Science & Technology**, v. 109, p.482-498, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.032>. Acesso em: 10 ago. 2025.

- LIMA, N. B. F. et al. Caracterização do amido de araruta orgânica e potencial para aplicação tecnológica em alimentos. **Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 6, p. 118-126, 2019. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/6890>. Acesso em: 13 set. 2025.
- MENDES, M. L. B. et al. Propriedades físico-químicas e tecnológicas de féculas de mandioca comercializada na região metropolitana de Palmas, Tocantins. **Tecnologia de Alimentos**, v. 2, p. 531-544, 2020. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/propriedades-fisico-quimicas-e-tecnologicas-de-feculas-de-mandioca-esculenta-crantz-comercializada-na-regiao-metropolitana-de-palmas-to>. Acesso em: 21 set. 2025.
- MENEZES, B. B. et al. Características estruturais do grão de milho sobre a digestibilidade do amido em bovinos. In: MOSTRA CIENTÍFICA FAMEZ/UFMS, 10., 2017. **Anais [...]** Campo Grande: UFMS, 2017.
- OJEDA, A. M. R. Peas and Lentils. **Encyclopedia of Food and Health**, p. 283-288, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00530-4>. Acesso em: 20 jan. 2025.
- PAPPEN, D. R. H. P. et al. Elaboração e caracterização de biscoito tipo sequilho com farinha de amaranto, milho e arroz. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 72621-72636, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/17382/14112>. Acesso em: 05 jan. 2025.
- PEREIRA, A. A. V.; DA SILVA, B. S.; ERRANTE, P. R. Aspectos fisiopatológicos da doença celíaca. **UNILUS Ensino e Pesquisa**, v. 14, n. 34, p. 142-155, 2017. Disponível em: <http://revista.lusiada.br/index.php/ruep/article/download/784/u2017v14n34e784>. Acesso em: 21 set. 2024.
- PALABIYIK, I. et al. Investigating the addition of enzymes in gluten-free flours - the effect on pasting and textural properties. **LWT-Food Science and Technology**, v. 69, p. 633-641, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643816300196>. Acesso em: 16 set. 2025.
- PAPALIA, I. D. S. **Substituição de amido de mandioca por amido de araruta e de arroz em pão de queijo congelado**. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3050/1/LD_PPGTAL_M_Papalia%2C%20Indira%20da%20Silva_2017.pdf. Acesso em: 10 Jul 2025.
- PONGJARUVAT, W. et al. Influence of pregelatinised tapioca starch and transglutaminase on dough rheology and quality of gluten-free jasmine rice breads. **Food Hydrocolloids**, v. 36, p.143-150, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.09.004>. Acesso em: 25 ago. 2025.
- RESENDE, P. V. G. et al. Doenças relacionadas ao glúten. **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 27, n. 3, p. 51-58, 2017. Disponível em: <https://www.medicina.ufmg.br/gastroped/wp-content/uploads/sites/58/2017/12/doencas-relacionadas-ao-gluten-20-12-2017.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.
- SHI, M. et al. Pea starch (*Pisum sativum* L.) with slow digestion property produced using β -amylase and transglucosidase. **Food chemistry**, v. 164, p. 317-323, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030881461400750X>. Acesso em: 20 ago.2025.
- SILVA, C. E. et al. Elaboração de produtos panificáveis sem glúten. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 4., 2019. **Anais [...]**. Recife: COINTER – PDVAGRO, 2019. Disponível em: <https://cointer.institutoidv.org/pdvagro/pdvagro20192.php>. Acesso em: 25 ago. 2024.

SILVA, L. P. A. G. **Desenvolvimento de pão de forma sem glúten com farinhas mistas: efeito de hidrocolóides em atributos sensoriais.** Monografia (Bacharelado em Engenharia dos Alimentos) - Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, 2016. Disponível em: <https://termomonografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/1312/1/Luana%20Priscila%20Azevedo%20Guimar%20c3%a3es%20Silva.pdf>. Acesso em: 10 Jan 2025.

VIEIRA, T. dos S. *et al.* Efeito da substituição da farinha de trigo no desenvolvimento de biscoitos sem glúten. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 4, p. 285-292, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/bjft/a/zqBWsrnnF3htKYPWpSdVCK/>. Acesso em: 27 set. 2024.

Recebido: 29/06/2025

Aceito: 19/09/2025



This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).