



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

BRUNA MELO AZEREDO

**IMPACTO DA SUBSTITUIÇÃO DA FARINHA DE TRIGO (*Triticum spp.*) NAS
PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E SENSORIAIS NOS PRODUTOS DE
PANIFICAÇÃO E MASSAS ALIMENTÍCIAS**

JOÃO PESSOA

2022

BRUNA MELO AZEREDO

**IMPACTO DA SUBSTITUIÇÃO DA FARINHA DE TRIGO (*Triticum spp.*) NAS
PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E SENSORIAIS NOS PRODUTOS DE
PANIFICAÇÃO E MASSAS ALIMENTÍCIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título
de Tecnólogo em Alimentos pela Universidade
Federal da Paraíba.

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro

JOÃO PESSOA

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

A993i Azeredo, Bruna Melo.

Impacto da substituição da farinha de trigo (Triticum spp.) nas propriedades tecnológicas e sensoriais nos produtos de panificação e massas alimentícias / Bruna Melo Azeredo. - João Pessoa, 2022.
61 f. : il.

Orientação: Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro.

TCC (Graduação) - UFPB/CTDR.

1. Glúten-free. Doença celíaca. Alergia ao trigo. I. Cordeiro, Angela Maria Tribuzy de Magalhães. II. Título.

UFPB/CTDR

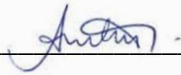
CDU 664.6

BRUNA MELO AZEREDO

**IMPACTO DA SUBSTITUIÇÃO DA FARINHA DE TRIGO (*Triticum spp.*) NAS
PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E SENSORIAIS NOS PRODUTOS DE
PANIFICAÇÃO E MASSAS ALIMENTÍCIAS**

JOÃO PESSOA, 13 de junho de 2022

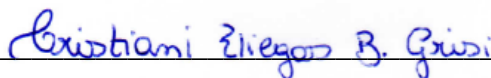
BANCA EXAMINADORA



Prof.ª Dr.ª Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro- Orientadora
Professora DTA/CTDR/UFPB



Prof.ª Dr.ª Kettelin Aparecida Arbos – Membro



Dr.ª Cristiani Viegas Brandão Grisi - Membro

À Deus pela minha vida

E a minha mãe por todo apoio e amor

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que direta ou indiretamente me acompanharam e ajudaram a traçar este caminho.

Meus sinceros agradecimentos aos meus amados professores do CTDR, que foram peça chave em todo conhecimento que adquiri ao longo desses anos. Vocês são um exemplo de profissionalismo e competência.

Agradeço a minha orientadora Angela Tribuzy, por todos os ensinamentos não só acadêmicos, mas de vida. Por ser tão compreensiva e sempre acreditar em mim.

Em geral, agradeço a todos os profissionais do centro. Técnicos dos laboratórios e aos funcionários terceirizados, por toda ajuda, paciência e cuidado com os estudantes. Vocês são peça fundamental para essa grande família chamada CTDR.

Agradeço aos amigos e colegas de curso, Thays Alves, Debinha, Helena, Day, Knanda, André, Júnior, Thaís Ramos, Jan, Adrielly e Jayme por toda parceria e amizade. Sem vocês o curso não seria o mesmo. Vocês fizeram dos meus dias mais carregados, momentos felizes e inesquecíveis.

Agradeço a minha namorada, Alice, por todo amor e cuidado, e por me fazer sentir capaz de tudo.

Agradeço a minha família, meus maiores exemplos de força e perseverança, e os maiores incentivadores dos meus estudos. Aos meus pais, Lúcia e Genildo, e aos meus irmãos, Luan e Luane. Com vocês aprendo sobre cuidado, honestidade, força e sobretudo amor.

RESUMO

O glúten é uma proteína de armazenamento presente em cereais como o trigo, centeio e cevada, que está associada a uma série de reações de sensibilidade alimentar, conhecidas como doença celíaca e alergia ao trigo. O único tratamento eficaz para lidar com tais doenças, é a adesão a uma dieta sem glúten, que têm gerado um significativo crescimento e diversificação na indústria alimentícia. Deste modo, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão da literatura para apresentar as diferentes fontes alternativas utilizadas em substituição ao glúten e produtos à base de trigo, assim como descrever os principais produtos alimentícios estudados e seus principais efeitos estruturais, tecnológicos e sensoriais. Para isto, foi efetuado um levantamento bibliográfico em bancos de dados *online*, considerando publicações nacionais e internacionais, de artigos científicos e notas técnicas, relacionados ao tema do trabalho. Como resultado, foram descritos 40 estudos sobre a produção de pães, biscoitos, bolos e massas alimentícias elaboradas a partir de diferentes fontes vegetais. Dentre as farinhas isentas de glúten, as provenientes de cereais (milho e arroz), pseudocereais (quinoa, amaranto e trigo sarraceno), leguminosas (feijão, soja e grão de bico) e resíduos de frutas e hortaliças são as mais estudadas e consideradas fontes valiosas para o desenvolvimento de novos produtos. Isto porque são matérias-primas que apresentam funcionalidade e composição química diferenciadas que buscam alcançar os efeitos obtidos pela farinha de trigo tradicional. Além disso, tais farinhas também agregam nutrientes e compostos bioativos aos produtos de panificação, confeitaria e massas alimentícias. Portanto, mediante os estudos abordados, foi possível observar o potencial existente na utilização de farinhas alternativas na indústria alimentícia, com produtos cujas massas muitas vezes apresentaram qualidade superior a produtos feitos com a farinha de trigo convencional.

Palavras-chave: *Glúten-free*. Doença celíaca. Alergia ao trigo.

ABSTRACT

Gluten is a storage protein present in cereals such as wheat, rye and barley that is associated with a series of food sensitivity reactions known as celiac disease and wheat allergy. The only effective treatment to deal with such diseases is to opt for a gluten-free diet, which has generated significant growth and diversification in the food industry. Thus, the objective of the present study was to carry out a literature review to present the different alternative sources used to replace gluten and wheat-based products, as well to describe the main food products studied and their main structural, technological and sensory effects. Thus, a bibliographic survey was carried out in online databases, considering national and international publications, scientific articles and technical notes, related to the present study theme. As a result, 40 studies were described on the production of bread, cookies, cakes and pasta made from different plant sources. Among gluten-free flours, cereals (corn and rice), pseudocereals (quinoa, amaranth and buckwheat), legumes (beans, soybeans and chickpeas) and fruit and vegetable residues are the most studied and considered valuable sources for the development of new products. This is because they are elements that have differentiated functionality and chemical composition that seek to achieve the effects obtained by traditional wheat flour. In addition, such flours also add nutrients and bioactive compounds to bakery, confectionery and pasta products. Therefore, along the studies discussed, it was possible to observe the existing potential in the use of alternative flours in the food industry, with products whose pasta often presented superior quality to products made with conventional wheat flour.

Keywords: Gluten-free. Celiac disease. Wheat allergy.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 METODOLOGIA	10
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1 O GRÃO E A FARINHA DE TRIGO	11
3.2 PRINCIPAIS PRODUTOS QUE UTILIZAM A FARINHA DE TRIGO.....	12
3.3 GLÚTEN: CARACTERÍSTICAS, BENEFÍCIOS E MALEFÍCIOS	14 ¹³
3.3.1 Propriedades tecnológicas do glúten	14
3.3.2 Distúrbios relacionados ao glúten	15
3.4 FONTES ALTERNATIVAS DE FARINHAS SEM GLÚTEN	17
3.4.1 Farinhas de cereais: arroz e milho	18 ¹⁷
3.4.2 Farinhas de Pseudocereais: quinoa, amaranto e trigo sarraceno	19 ¹⁸
3.4.3 Farinhas de leguminosas: feijão, soja e grão-de-bico	20
3.4.4 Farinhas de resíduos agroindustriais: frutas e hortaliças	22
3.5 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS E SENSORIAIS DESEJADAS PARA PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO, CONFEITARIA E MASSAS.....	23
3.6 PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO, CONFEITARIA E MASSAS SEM GLÚTEN.....	24
3.6.1 Características tecnológicas e sensoriais desejadas para produtos sem glúten	33
3.6.1.1 Pães	33
3.6.1.2 Biscoitos	37
3.6.1.3 Bolos	41
3.6.1.4 Massas	45
4 CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

Alguns alimentos específicos do grupo dos cereais possuem ingredientes alergênicos e intolerantes e sua ingestão pode induzir reações adversas, como a doença celíaca (DC) e a alergia ao trigo (AT) (CABANILLAS, 2020; CAIO et al., 2020; RABINOWITZ et al., 2018; SCARPATO et al., 2019). Tais doenças são conhecidas por desencadarem reações de sensibilidade alimentar em indivíduos geneticamente suscetíveis e estão associadas deão consumo de grãos que contêm glúten (FENACELBRA, 2021a). Estes alimentos podem causar reações diversas, como prurido, inchaço, broncoconstrição, dispneia, cólicas estomacais e náuseas (BRASIL, 2015a; MUTHUKUMAR et al., 2020; TURNBULL; ADAMS; GORARD, 2015).

A DC é uma reação adversa mediada pelo sistema imunológico devido à ingestão do glúten, uma proteína de armazenamento presente em cereais como o trigo, centeio e cevada. Já a AT, por sua vez, é uma reação alérgica a alimentos que contêm trigo e ocorre quando o corpo produz anticorpos para diferentes proteínas encontradas nesse cereal, gerando uma resposta imunológica que causa alergia. A taxa de prevalência da DC é de cerca de 1%, enquanto a AT varia de 0,33% a 1,17% da população mundial (CABANILLAS, 2020; CABRERA-CHAVEZ et al., 2017; FENACELBRA, 2021b; MUTHUKUMAR et al., 2020).

Pelo fato de não existir um tratamento padrão, a única solução eficaz para lidar com tais doenças é a adesão a uma dieta sem glúten e a eliminação da exposição ao trigo em qualquer forma (SILVA; BOLINI; CLERICI, 2021). Até medicamentos contendo glúten de trigo, centeio e cevada ou derivados não podem ser ingeridos por uma pessoa celíaca, pois quantidades muito baixas de glúten podem desencadear os sintomas. Segundo a Organização Mundial de Gastroenterologia, o limite de ingestão de glúten considerado seguro é de 10 a 100 mg/dia e pode variar de acordo com o paciente (WGO, 2016).

Produtos de panificação e confeitaria, portanto, são os alimentos mais restritos aos celíacos, tendo em vista que a farinha de trigo é o principal ingrediente utilizado na fabricação de uma variedade de alimentos, que fazem parte do hábito alimentar de boa parte da população global (SCHEUER et al., 2011). Isto devido ao glúten ser uma proteína necessária para o desenvolvimento de produtos de panificação de alta qualidade, pois tem a capacidade de atuar como um agente de ligação e extensão (HAMDANI; WANI; BHAT, 2020; MIEDZIANKA et al., 2021).

Neste sentido, a literatura reporta muitos estudos com fontes alternativas de farinhas em substituição a do trigo, aplicadas em produtos de panificação, confeitaria e massas alimentícias. Estas farinhas, apresentam funcionalidade e eficiência semelhantes à farinha de trigo tradicional, além de agregar nutrientes específicos aos alimentos, compensando os aspectos nutricionais e atendendo às necessidades dietéticas diárias dos indivíduos alérgicos (AGU et al., 2020; MÜLLER et al., 2021; OLIVEIRA; SOUZA; POLESI, 2020; SILVA; BOLINI; CLERICI, 2021; TORBICA; BELOVIĆ; TOMIĆ, 2019).

O desenvolvimento de produtos livres de glúten vem se tornando uma tendência na indústria alimentícia, sendo o mercado de maior crescimento nos últimos anos (BAPTISTA, 2019). Esses produtos além de atender um grupo de indivíduos com restrições alimentares, também são consumidos por pessoas que procuram uma alimentação mais saudável (CONSUMO, 2019; GLUTEN FREE, 2022; MORAES; TEIXEIRA, 2021). O aumento da conscientização do consumidor para uma mudança alimentar mais saudável, incentivou o aparecimento deste novo nicho de produtos, onde até consumidores não sensíveis ao glúten, consideram esses alimentos com qualidade superior e mais saudáveis que os de farinha de trigo tradicional (MORAES; TEIXEIRA, 2021).

Este trabalho faz um levantamento da literatura para apresentar as diferentes fontes alternativas utilizadas em substituição ao glúten e produtos à base de trigo, assim como descrever os principais produtos alimentícios estudados e seus efeitos estruturais, tecnológicos e sensoriais relatados.

2 METODOLOGIA

Para realização deste trabalho foi efetuado um levantamento bibliográfico narrativo em bancos de dados *online*, considerando publicações nacionais e internacionais, de artigos científicos e notas técnicas, no intervalo entre os anos de 2000 e 2022. Os descritores utilizados foram: farinhas alternativas ao trigo, farinhas alimentícias não-convencionais, *glúten free*, celíacos, intolerância alimentar, distúrbios gastrointestinais, produtos alimentícios sem glúten, pão sem glúten, bolo sem glúten, biscoito sem glúten e massa alimentícia sem glúten. Tais palavras foram utilizadas em português e em inglês.

As definições de identidade constante na legislação brasileira sobre produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, bem como as normas técnicas e de classificação para produtos de panificação, foram obtidas da ANVISA pelo acesso a base de pesquisa eletrônica do *Google*. E para os demais, nas plataformas de busca: *Google* acadêmico, periódicos Capes, *Science direct* e *web of Science*.

Os artigos foram selecionados da seguinte forma: leitura dos títulos, resumos, análise metodológica e conclusão, com exclusão de publicações de menor correlação com o objetivo da pesquisa. Foram avaliadas as fontes alternativas em substituição ao glúten e as características tecnológicas e sensoriais de aplicação das farinhas abordadas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O GRÃO E A FARINHA DE TRIGO

O trigo é um cereal pequeno e de formato variável constituído por três partes: pericarpo, gérmen e endosperma. O pericarpo constitui a camada externa do grão e é rica em fibras e sais minerais. O gérmen é a parte embrionária do grão, onde se encontra grande parte dos lipídeos e dos compostos básicos à germinação. E o endosperma é a parte interior do grão, da qual se extrai a farinha, representando cerca de 87 a 89% da planta (ABITRIGO, 2021; ATWELL, 2001; SCHEUER et al., 2011).

A qualidade tecnológica do trigo se dá pela interação de diversos fatores como a qualidade do solo, condições climáticas, controle de pragas, o tipo de plantio e o manejo da cultura, associados à interferência das operações de colheita, secagem e armazenamento, fatores que influenciam diretamente no potencial fisiológico das sementes, seja na taxa de crescimento das plantas, no rendimento dos grãos e/ou na qualidade das sementes produzidas (COSTA et al., 2008; EL-DASH; MIRANDA DE, 2002; MARINHO et al., 2021).

A Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010, considera o trigo como o grão proveniente das espécies *Triticum aestivum* L. e *Triticum durum* L. e estabelece o Regulamento Técnico do Trigo, definindo o seu padrão oficial de classificação, os encargos de identidade e qualidade, a amostragem, a forma de apresentação e a rotulagem (BRASIL, 2010).

A Farinha de Trigo (FT) é obtida por processo de trituração ou moagem dos grãos de trigo. Seu uso é apropriado para a produção de uma variedade de alimentos saborosos que fazem parte da maioria das dietas mundiais, uma vez que contribui para a ingestão alimentar energética e de proteína, e é considerado uma fonte básica de carboidratos para a maioria das pessoas (ALTAMIRANO-FORTOUL et al., 2014; ALY et al., 2021; BRASIL, 2005a).

A FT tem a capacidade de gerar uma rede viscoelástica devido à presença de um complexo proteico denominado glúten, que confere às massas características como elasticidade, extensibilidade e capacidade de absorção de água, permitindo o desenvolvimento de produtos de panificação de alta qualidade, com características texturais, tecnológicas e sensoriais muito marcantes. Sua massa é capaz de reter CO₂ produzido durante o processo de fermentação, possibilitando a produção de pães volumosos, macios e crocantes, entre outros produtos de panificação (ALTAMIRANO-FORTOUL et al., 2014; VIEIRA et al., 2015).

A farinha de trigo fornece carboidratos e algumas proteínas, mas não fornece minerais suficientes, especialmente cálcio, zinco e ferro, que geralmente são separados durante o processo de moagem (AGRAHAR-MURUGKAR, 2020; AREPALLY et al., 2020). No Brasil, a FT é fortificada através da incorporação de ferro e ácido fólico, com o objetivo de reforçar o seu valor nutritivo na prevenção ou correção de possíveis deficiências nutricionais (BRASIL, 2022). O enriquecimento da farinha de trigo existe desde o ano de 2002, e se tornou obrigatório para combater dois graves problemas de saúde pública no país: a anemia por deficiência de ferro e a má formação do feto quando a mãe não consome ácido fólico suficiente (BRASIL, 2002).

Deste modo, alguns estudos apresentam o enriquecimento da farinha de trigo, através da adição de diferentes grupos de alimentos, como por exemplo a adição de cereais, sementes oleaginosas, ervas e leguminosas, consideradas boas fontes adicionais de minerais e fibras solúveis, e que pode ser utilizada como ingrediente na elaboração de alimentos com bom perfil nutricional (AGRAHAR-MURUGKAR, 2020; ALY et al., 2021; SANTIAGO-RAMOS et al., 2018).

3.2 PRINCIPAIS PRODUTOS QUE UTILIZAM A FARINHA DE TRIGO

Os produtos de panificação e confeitaria como pães, bolos, biscoitos e massas são produtos alimentícios universalmente consumidos, de natureza prática, prontos para o consumo e versáteis para qualquer refeição e ocasião. E a farinha de trigo é o ingrediente mais utilizado na elaboração desses produtos, principalmente devido à sua composição química, composta basicamente de amido, água e proteínas, responsáveis pelas características funcionais e tecnológicas das massas (LEE; GAN; KIM, 2020; MIEDZIANKA et al., 2021; SCHEUER et al., 2011).

Dentre os produtos de panificação, o pão é um dos alimentos mais simbólicos e historicamente enraizados na memória humana. Está associado ao início da prática agrícola e, juntamente aos cereais, às primeiras relações entre os homens em comunidade. Estudos sugerem que o homem começou a assar pão há pelo menos trinta mil anos, através de uma mistura de água e grãos cozidos em pedras quentes ou sob cinzas (ABIMAPI, 2019). Atualmente, o pão é obtido através da cocção de uma massa fermentada ou não, preparado principalmente com farinha de trigo e líquido, sendo o alimento básico mais consumido em

todo o mundo (ABIMAPI, 2019; BRASIL, 2005b; MOLLAKHALILI-MEYBODI et al., 2021).

O biscoito, por sua vez, é um dos lanches mais versáteis da indústria alimentícia. De sabor e textura variados, possui alto valor nutritivo e é caracterizado por apresentar baixa umidade, o que proporciona maior vida útil, pois dificulta o desenvolvimento e a degradação microbiana, permitindo que o produto mantenha suas características ótimas por mais tempo. Além disso são considerados uma fonte de energia, sendo amplamente consumidos por pessoas de todas as idades (AREPALLY et al., 2020; SILVA; BOLINI; CLERICI, 2021; SIMANCA-SOTELO et al., 2021).

Os bolos são também muito populares na indústria de panificação. Caracterizam-se por apresentar um miolo denso e macio com estrutura leve e delicada e desempenham um papel importante em ocasiões festivas como aniversários, casamentos, batizados e até feriados (AGRAHAR-MURUGKAR; ZAIDI; DWIVEDI, 2018; PYCARELLE et al., 2019). Foi na Itália do século XV que surgiu a primeira receita de bolo, elaborado a partir de uma mistura de farinha, açúcar, ovo, gordura e agentes fermentadores, semelhante ao que é consumido hoje (ABIMAPI, 2019; BRANDÃO; LIRA, 2011; PYCARELLE et al., 2019). O pão de ló foi o primeiro tipo de bolo a se adaptar no Brasil, e logo tornou-se popular no país, sendo até hoje o favorito no preparo de bolos recheados. Em Portugal, seu país de origem, era costume consumir o pão de ló em fatias e torradas, acompanhando o chá, o café ou o vinho do Porto (JUSTO, 2015).

Em meio aos produtos elaborados com a farinha de trigo, as massas alimentícias representam uma parcela importante entre os itens mais consumidos (SHIOZAWA et al., 2020). Obtidas através do amassamento mecânico de farinha de trigo comum ou de derivados de cereais, leguminosas, raízes ou tubérculos, são o produto não fermentado que está incorporado há séculos na cultura alimentar global. As massas alimentícias fazem parte da dieta habitual de muitos países, devido a sua versatilidade gastronômica, com diferentes variações de formatos, preparo e acompanhamentos. Além de alto valor nutritivo aliado à conveniência, longa vida útil e economicidade. As massas podem variar bastante em sua composição nutricional, conforme os tipos de massas e de ingredientes utilizados em sua formulação. Existem diferenças razoáveis entre as massas secas, instantâneas e refrigeradas. Em relação às massas refrigeradas recheadas, a variação é bem grande considerando os diversos tipos de recheios utilizados (carnes, queijos e vegetais diversos). Estudos comprovam que as massas industrializadas podem conter relevantes conteúdos de proteínas e

fibras. Além disso, apesar das características naturais de suas matérias-primas, vários produtos possuem teores reduzidos de calorias, gorduras saturadas e sódio (ABIMAPI, 2021; BRASIL, 2000).

3.3 GLÚTEN: CARACTERÍSTICAS, BENEFÍCIOS E MALEFÍCIOS

O glúten é um composto proteico de armazenamento usado por algumas espécies vegetais para nutrir suas sementes durante a germinação. É encontrado sobretudo no trigo e formado principalmente de glutenina e gliadina. Coletivamente, essas proteínas são referidas como prolaminas, que representam compostos de sementes insolúveis em água, mas extraíveis em solução hidroalcolica, e são caracterizadas por apresentarem altos níveis de glutamina e resíduos de prolina e por desempenharem importantes funções biológicas (MANDARINO, 1994; SILVA; BOLINI; CLERICI, 2021).

As prolaminas podem ser classificadas de acordo com suas estruturas primárias em alfa, beta, gama e ômega (α , β , γ e ω). As proteínas individuais do glúten são unidas por ligações do tipo covalentes e não covalentes, que, junto com a estrutura e interação dessas proteínas, contribuem para as propriedades únicas do glúten (BIESIEKIERSKI, 2017; SHEWRY; LOOKHART, 2003).

Outras proteínas análogas à gliadina são encontradas em cereais como centeio, cevada e aveia, respectivamente chamadas de secalina, hordeína e aveninas e são também chamadas de "glúten". O glúten encontrado em todos esses grãos foi identificado como o componente capaz de desencadear a enfermidade imunomediada, conhecida como doença celíaca e outros distúrbios relacionados a ela (BIESIEKIERSKI, 2017; SILVA; BOLINI; CLERICI, 2021).

3.3.1 Propriedades tecnológicas do glúten

O glúten é a principal proteína de estrutura da farinha de trigo que, na presença de água e mistura, através de trabalho mecânico, é capaz de formar uma rede viscoelástica em fase contínua. A formação dessa rede é essencial para determinar a qualidade da massa de pães e outros produtos, como massas, bolos e biscoitos. Por ser estável ao calor, essa proteína tem a capacidade de atuar como um agente de ligação e extensão, sendo comumente usada como aditivo em alimentos processados para melhorar a textura, o sabor e a retenção de umidade. Deste modo, também atua na função de espessante, emulsificante ou agente

gelificante em doces, sorvetes, manteigas e temperos, e como enchimentos e revestimentos usados em medicamentos ou confeitaria (KUCEK; VEENSTRA, 2015).

As propriedades funcionais e reológicas do glúten dependem da proporção entre gluteninas e gliadinas e das interações entre elas. Assim sendo, a estrutura e as propriedades viscoelásticas da massa estão diretamente relacionadas com o número e a resistência das ligações e interações entre as cadeias das proteínas do glúten. Cada componente tem funções diferentes e cruciais na qualidade final do produto, onde as gliadinas hidratadas e purificadas contribuem para a viscosidade e extensibilidade da massa, enquanto as gluteninas hidratadas são coesivas e contribuem para a resistência e elasticidade da massa (BIESIEKIERSKI, 2017; MANDARINO, 1994; PAYNE, 1987).

3.3.2 Distúrbios relacionados ao glúten

Diferentes mecanismos fisiopatológicos estão envolvidos nas desordens relacionadas ao glúten, como a doença celíaca (DC) e a alergia ao trigo (AT). A DC é uma enteropatia crônica do intestino delgado, de caráter autoimune que pode produzir danos intestinais relevantes. Por outro lado, a alergia ao glúten ou outras proteínas do trigo é um distúrbio mediado por anticorpos imunoglobulina E (IgE), que reconhecem antígenos de proteínas específicas, desencadeando uma cascata que deriva da inflamação alérgica (CABANILLAS, 2020; PIETZAK, 2012).

A DC é desencadeada por uma reação autoimune mediada por células T específicas da gliadina, causando inflamação, atrofia das vilosidades e má absorção no intestino delgado de indivíduos geneticamente vulneráveis. Essa enteropatia, desencadeada pelo glúten da dieta, é caracterizada pela presença de autoanticorpos e resulta em uma variedade de manifestações intestinais. Tais manifestações causam uma adsorção inadequada de nutrientes, o que gera deficiências nutricionais e anemia em pacientes celíacos e, no pior dos casos, estimula a produção de pólipos que levam ao câncer de cólon (FENACELBRA, 2021b; GUTIÉRREZ, 2018; ZANCHETA et al., 2017).

Estudos revelam que a DC pode aparecer em qualquer idade, desde que o glúten tenha sido incluído na alimentação. Também foi observada maior frequência entre mulheres e, devido ao caráter hereditário, entre parentes de primeiro grau de celíacos (BERTONI, 2016; BRASIL, 2015b). As formas de apresentação clínica da DC são reconhecidas como clássica

ou típica, sendo a primeira caracterizada pela presença de diarreia crônica, em geral acompanhada de distensão abdominal e perda de peso. Essa forma clínica pode evoluir para um estado considerado grave quando ocorre diagnóstico e tratamento tardio, particularmente entre os dois primeiros anos de vida.

Na forma não clássica ou atípica, as manifestações digestivas estão ausentes ou, quando presentes, ocupam um segundo plano através de sintomas isolados. E por último, a forma assintomática ou silenciosa, que se caracteriza pelas alterações sorológicas e histológicas na mucosa do intestino delgado compatíveis com DC, na ausência de manifestações clínicas. Esta situação pode ser comprovada especialmente entre parentes de primeiro grau, por partilharem fatores de risco genéticos para DC, assim sendo, são os indivíduos de maior probabilidade para desenvolver essa doença. Neles, a frequência de DC é de 10 a 20 vezes maior que a da população geral, e vem sendo reconhecida com frequência nas últimas décadas, graças ao desenvolvimento dos marcadores sorológicos para esta doença (BRASIL, 2015b; CASTRO-ANTUNES et al., 2010; MUNIZ; SDEPANIAN; FAGUNDES NETO, 2016).

Já a AT é uma reação às proteínas insolúveis do trigo, mediada por IgE, causando sintomas que geralmente se desenvolvem dentro de minutos ou horas após a sua ingestão. Os alérgenos mais importantes do trigo são gliadinas, alfa-amilase, tioredoxina e beta-amilase. E as reações adversas relacionadas ao trigo diferem de acordo com a via de exposição a esses alérgenos por ingestão, inalação ou contato com a pele. Os principais sintomas incluem asma e rinite de padreiro, dermatite atópica ou anafilaxia induzida por exercício dependente de trigo, quando este é consumido antes de uma atividade física vigorosa (BERTONI, 2016; BIESIEKERSKI, 2017; KUCEK et al., 2015).

Estima-se que aproximadamente 20% das crianças alérgicas ao trigo podem apresentar alergia a outros cereais, devido à contaminação cruzada entre eles ser alta, que pode acontecer durante processos que vão desde o cultivo do trigo até a colheita. Mesmo assim, especialistas apontam que a eliminação de outros grãos da dieta como o centeio, cevada, arroz e milho não é justificável e pode ser prejudicial à nutrição do alérgico ao trigo. Entretanto, em pacientes que apresentam choque anafilático induzido por trigo, pode ser necessário excluir centeio e cevada da dieta (BERTONI, 2016; FENACELBRA, 2021a).

Nesse sentido, o único tratamento eficiente para tais doenças, é a adesão de uma dieta estritamente sem glúten. Portanto, há uma grande demanda por novas pesquisas de produtos

de panificação, confeitaria e massas alimentícias, com farinhas alternativas isentas de glúten e com características e aplicabilidade semelhantes à farinha de trigo tradicional (SILVA; BOLINI; CLERICI, 2021; TORBICA; HADNADEV; DAPCEVIC, 2010).

3.4 FONTES ALTERNATIVAS DE FARINHAS SEM GLÚTEN

Pesquisas sobre fontes alternativas de farinhas que podem ser empregadas em substituição à farinha de trigo vêm sendo desenvolvidas ao longo dos anos, utilizando-se de ingredientes sem glúten que visam agregar nutrientes específicos na alimentação (OLIVEIRA et al., 2020).

Por definição, as farinhas são produtos provenientes de partes comestíveis de uma variedade de espécies vegetais como cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas, através de processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos (BRASIL, 2005b). Sendo assim, a escolha das espécies para elaboração de produtos sem glúten depende das características desejadas e do objetivo final do alimento elaborado (OLIVEIRA et al., 2020), quer seja um produto para melhoramento da qualidade nutricional, sensorial e tecnológica, ou para atender a um público específico de portadores de doenças autoimunes, como os celíacos (AGRAHAR-MURUGKAR, 2020).

No entanto, a técnica de substituição da farinha de trigo representa um desafio tecnológico na fabricação de produtos de panificação, devido às suas propriedades reológicas (COMETTANT-RABANAL et al., 2021), uma vez que o glúten tem um papel fundamental na qualidade do processamento e do produto acabado. Tais problemas podem ser resolvidos usando outros tipos de farinhas combinadas, a fim de ajustar as características particulares na formulação desejada (TORBICA; BELOVIĆ; TOMIĆ, 2019).

Substituições com arroz (LUO et al., 2021; QIN et al., 2021), milho (LAO et al., 2019; YILMAZ; KOCA, 2020), pseudocereais como quinoa (JAGELAVICIUTE; CIZEIKIENE, 2021; ROTHSCHILD et al., 2015), amaranto (AGRAHAR-MURUGKAR; ZAIDI; DWIVEDI, 2018; AGUIAR et al., 2021) e trigo sarraceno (GAMBUS et al., 2009), ou mesmo leguminosas, como feijão (SILVA; BOLINI; CLERICI, 2021), grão de bico (COSTANTINI et al., 2021; HAMDANI; WANI; BHAT, 2020) e soja (BOLARINWA; OYESIJI, 2021; MARIANI et al., 2015), têm contribuído para atualizar os produtos e atender aos padrões de consumo entre as pessoas que precisam e desejam novas opções alimentares.

3.4.1 Farinhas de cereais: arroz e milho

Os grãos de cereais sem glúten mais utilizados em substituição à farinha de trigo são o arroz e o milho (HAMDANI; WANI; BHAT, 2020). O arroz (*Oryza sativa* L.) pertence à família Poaceae e é um dos alimentos básicos mais importantes consumidos em todo o mundo. Sua popularidade se deve a características como qualidade nutricional, praticidade e aplicabilidade (DAS; BHATTACHARYA, 2019; MÜLLER et al., 2021). O milho (*Zea mays* L.) também pertencente à família Poaceae, e é considerado uma excelente planta armazenadora de energia, devido à sua grande capacidade de acumulação de compostos derivados da fotossíntese (MAGALHAES; SOUZA, 2021). O milho possui vários constituintes bioativos, como carotenoides, antocianinas e compostos fenólicos que têm muitas propriedades de promoção à saúde e prevenção de doenças (COMETTANT-RABANAL et al., 2021; SINGH; SINGH; SHEVKANI, 2019).

A farinha de arroz é uma das opções de farinhas mais bem aceitas para a elaboração de produtos para celíacos. Além de não causar alergia, é um produto versátil, de sabor suave, baixos níveis de sódio, alta proporção de amido digerível e estabilidade de gel no congelamento ou descongelamento, sendo amplamente aplicada na indústria de alimentos, como em pães, bolos e biscoitos (MÜLLER et al., 2021; WANG et al., 2019).

O milho é um cereal com uma importante fonte de carboidratos e gorduras, e sua farinha é uma matéria-prima de baixo custo que contém aproximadamente 10% de proteínas e pigmentos naturais, como a criptoxantina e a zeaxantina, que são precursores da vitamina A, e atuam como corantes naturais conferindo pigmentação aos produtos (NUSS; TANUMIHARDJO, 2010; RIBEIRO et al., 2018; YILMAZ; KOCA, 2020).

Na maioria das vezes, a farinha de arroz tem sido usada em combinação com o milho ou outros ingredientes, com o objetivo de melhorar as propriedades organolépticas dos produtos (HAMDANI; WANI; BHAT, 2020; NAQASH et al., 2017). Entretanto, do ponto de vista funcional e nutricional, as farinhas de arroz e de milho possuem deficiência em alguns aminoácidos essenciais, como lisina e triptofano, e em minerais, como ferro, cálcio e fósforo. Nesse sentido, uma solução é enriquecer essas farinhas com ingredientes que podem ajudar a superar esses problemas (YILMAZ; KOCA, 2020).

3.4.2 Farinhas de Pseudocereais: quinoa, amaranto e trigo sarraceno

Os pseudocereais são matérias-primas sem glúten com alto teor de proteína, fibra alimentar, aminoácidos, ácidos graxos essenciais, minerais e compostos bioativos com atividade antioxidante, e conferem inúmeros benefícios à saúde, como efeitos anticancerígenos, antidiabéticos e redutores do colesterol (AGUIAR et al., 2021; MARTÍNEZ-VILLALUENGA; PEÑAS; HERNÁNDEZ-LEDESMA, 2020; THAKUR; KUMAR; DHALIWALL, 2021). As farinhas de pseudocereais como quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) e trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum* Moench) são uma alternativa para melhorar as propriedades físicas e o perfil nutricional dos produtos sem glúten (AGRAHAR-MURUGKAR; ZAIDI; DWIVEDI, 2018; AGUIAR et al., 2021; BOZDOGAN; KUMCUOGLU; TAVMAN, 2019; GAMBUS et al., 2009; JAGELAVICIUTE; CIZEIKIENE, 2021; ROTHSCCHILD et al., 2015; VIEIRA et al., 2015).

A quinoa tem sido uma cultura básica da região andina da América do Sul por milhares de anos (ROTHSCCHILD et al., 2015). Em 2013, a Organização das Nações Unidas lançou o ‘Ano Internacional da Quinoa’, onde o grão foi descrito por desempenhar um papel importante na erradicação da fome, desnutrição e pobreza. Os grãos de quinoa são tradicionalmente torrados e depois transformados em farinha para pão. Também podem ser adicionados a sopas e até fermentado em cerveja ou chicha, a bebida tradicional dos Andes. A quinoa era de grande importância nutricional para as civilizações andinas pré-colombianas, perdendo apenas para a batata. Hoje, encontrou um lugar na cozinha *gourmet*. Este grão é o único alimento vegetal que possui todos os aminoácidos essenciais, oligoelementos e vitaminas, além de ter a capacidade de se adaptar a diferentes ambientes e climas (FAO, 2022a; VIEIRA et al., 2015).

O amaranto é uma espécie nativa da região andina da América do Sul, incluindo países como Argentina, Peru e Bolívia. As folhas de amaranto são geralmente colhidas frescas para uso como verduras em saladas ou escaldadas, cozidas no vapor, fritas em óleo e misturadas com carnes e peixes. O grão de amaranto é um lanche popular no México, vendido geralmente misturado com chocolate ou arroz tufado (FAO, 2022b). As sementes de amaranto contêm até 19% de proteína, representando valor biológico melhor do que as proteínas do leite e é muito rica em aminoácidos essenciais. A sua farinha contém minerais, fibras solúveis e gordura em um nível mais elevado do que nos cereais comuns (GAMBUS et al., 2009; PÍ SARÍ KOVÁ; KRÁCMAR; HERZIG, 2005; WILLIAMS; BRENNER, 1995).

Já o trigo sarraceno pertence à família Polygonaceae, e é originário das regiões centrais da Ásia, principalmente China, Tibete e leste da Índia (FAO, 2022c; SILVA, 2019). É cultivado em climas mais frios e úmidos, sendo especialmente resistente em solos de má qualidade, arenosos ou ácidos. Este grão é utilizado como alimento a séculos, e surgiu no Brasil através de imigrantes poloneses, russos e alemães, no início do século 20, na região sul do país (PACE, 1964; SILVA et al., 2002).

O trigo sarraceno contém de 10 a 15% de proteínas e um elevado teor de micronutrientes (GAMBUS et al., 2009; WIJNGAARD; ARENDT, 2006). Por alcançar valor nutritivo semelhante ao das gramíneas como trigo, aveia, centeio, cevada e milho, a farinha de trigo sarraceno tem sido utilizada principalmente na fabricação de produtos de panificação, confeitaria, massas, sopas e mingaus. Os grãos são comercializados crus ou torrados, e também são usados em substituição ao arroz, além de ser amplamente utilizado na nutrição infantil e para pessoas com distúrbios do trato gastrointestinal (KRKOSKOVÁ; MRÁZOVÁ, 2005; SILVA et al., 2002; STEADMAN et al., 2001).

3.4.3 Farinhas de leguminosas: feijão, soja e grão-de-bico

Outras fontes alimentícias que vêm despertando interesse, principalmente por suas propriedades nutricionais, são as farinhas de leguminosas, visto que seu perfil de aminoácidos pode complementar as características das farinhas de cereais, aumentando também o valor biológico proteico (BRESCIANI et al., 2021; DAY, 2013; SOZER; HOLOPAINEN-MANTILA; POTANEN, 2017). Leguminosas são ingredientes alimentares viáveis para múltiplas aplicações alimentícias, graças ao seu alto valor nutricional, sustentabilidade e economia. São uma excelente fonte de micronutrientes e macronutrientes, amido resistente e compostos bioativos, incluindo além de ácidos fenólicos e flavonoides, inibidores de protease, lectinas, α -galactosídeos e fosfato Inositol. E apresentam vários efeitos benéficos na saúde humana e na prevenção de doenças (BRESCIANI et al., 2021; CIUDAD-MULERO et al., 2018; MORALES et al., 2015; MUZQUIZ et al., 2012).

Além dos benefícios nutricionais, as leguminosas são identificadas por apresentarem características agrônômicas positivas. Elas são excelentes culturas rotativas, pois contribuem com a fixação do nitrogênio atmosférico para o solo, melhorando sua fertilidade e a biodiversidade, e são mais tolerantes à seca e a variações de temperatura do que os cereais (BEST, 2013; BRESCIANI et al., 2021; FAO, 2022d).

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é produzido em todas as regiões brasileiras, e faz parte dos componentes básicos da dieta dos brasileiros, constituindo a sua principal fonte de proteína vegetal (EMBRAPA, 2022). É o tipo de grão mais difundido de todas as leguminosas e pode ser encontrado praticamente em todos os países do mundo. O teor proteico do feijão pode chegar a 33% com valor energético de 341 cal/100g (FAO, 2022d; POMPEU, 1987; SILVA; WANDER, 2013). Pesquisas recentes relataram que a farinha de feijão é tecnologicamente adequada para a produção de biscoitos sem glúten. Este grão, é capaz de aumentar o conteúdo de vitamina B e reduzir significativamente o conteúdo de fitatos e taninos (SILVA; BOLINI; CLERICI, 2021).

Outra leguminosa que se destaca por sua composição e versatilidade é o grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.). Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), o grão de bico ocupa a segunda posição na produção de leguminosas no mundo, atrás somente do feijão (FAO, 2018; SANTOS et al., 2021a). Estes grãos se adaptam naturalmente ao clima frio, com boa adaptação a temperaturas entre 15° e 35°C, a depender da cultivar. No Brasil, muitas cultivares já foram desenvolvidas para as condições climáticas do país, inclusive, muitas delas adaptadas às condições de cerrado (CNA, 2022).

O grão de bico desempenha um importante papel nutricional, com níveis semelhantes ou superiores a outras leguminosas como o feijão e a lentilha, e seu consumo isolado tem sido associado a um risco reduzido de doenças crônicas, como câncer e doenças cardiovasculares. Além disso, a farinha de grão de bico é um ingrediente potencial para uso no desenvolvimento de uma ampla variedade de produtos alimentícios sem glúten, devido às suas propriedades funcionais de emulsificação, formação de espuma, geleificação, alta capacidade de absorção de água e óleo, e viscosidade (DU et al., 2014; JUKANTI et al., 2012; RACHWA-ROSIK; NEBESNY; BUDRYN, 2015; SANTOS et al., 2021a).

Entre as leguminosas utilizadas para a fabricação de produtos *glúten free*, a soja (*Glycine max*) é a espécie mais habitualmente cultivada nas regiões tropicais do mundo em desenvolvimento (BOLARINWA; OYESIJI, 2021; DHINGRA; JOOD, 2004; OSUNDAHUNSI; AMOSU; IFESA, 2007). É uma fonte rica em proteínas de alta qualidade, com excelente digestibilidade, aminoácidos essenciais, carboidratos e óleo. Também é rica em minerais e lecitina, o que favorece a viscoelasticidade (AGRAHAR-MURUGKAR; ZAIDI; DWIVEDI, 2018; DHEN et al., 2015). Essa leguminosa vem sendo amplamente estudada devido ao seu valor nutricional e às suas propriedades funcionais na indústria de alimentos,

pois exercem ação moduladora em determinados mecanismos fisiológicos por meio de suas proteínas e isoflavonas (CIABOTTI et al., 2006; MARIANI et al., 2015).

A farinha de soja pode ser empregada em vários produtos, seja na substituição total ou parcial do trigo ou na composição de uma mistura de farinhas. A soja tem a capacidade de melhorar a qualidade nutricional das massas, favorecendo o cozimento e a textura do produto (KIRINUS; COPETTI; OLIVEIRA, 2010; SCHMIELE et al., 2013; VIEIRA et al., 2015). Além do mais, está associada a efeitos benéficos na redução dos riscos de doenças coronárias e cânceres. Assim, o consumo de alimentos à base de soja ou produtos fortificados com ela, são outra excelente opção para elaboração de produtos sem glúten, devido aos seus efeitos tecnológicos e benéficos na nutrição e na saúde humana (BOLARINWA; OYESIJI, 2021; MISHRA; BHATT, 2017).

3.4.4 Farinhas de resíduos agroindustriais: frutas e hortaliças

Dentre as substituições e combinações utilizando farinhas de diversas fontes vegetais, para elaboração de formulações alimentícias isentas de glúten, uma alternativa que vem tomando destaque na pesquisa e na indústria de alimentos, é o uso de subprodutos ou resíduos industriais. De acordo com a FAO, cerca de 30% da produção de alimentos no Brasil é desperdiçada, ocorrendo ao longo de toda a cadeia de produção, transporte, manufatura, serviços de alimentação e consumidor final (ABIA, 2021). O processamento agroindustrial de alimentos é um dos setores que mais geram resíduos, com aproximadamente 50% de matéria-prima. E uma das causas para o descarte é a falta de informações sobre a qualidade nutricional desses subprodutos agroindustriais, impossibilitando seu potencial aproveitamento na fabricação de produtos alimentícios (BACHEGGA, 2020; COSTA FILHO et al., 2017).

Sendo assim, subprodutos de frutas e hortaliças têm sido usados na fabricação de produtos de panificação como fontes econômicas de ingredientes funcionais, incluindo vitaminas, antioxidantes e altos níveis de fibra alimentar (KIRBAS; KUMCUOGLU; TAVMAN, 2019). Do ponto de vista da saúde, foi demonstrado que a fibra alimentar ajuda no controle de doenças cardiovasculares, constipação, algumas formas de câncer e no controle de peso. E como ingrediente, a fibra contém atributos positivos como alta capacidade de retenção de água, e pode atuar como um bom agente gelificante e espessante (CHAMP et al., 2003; O'SHEA et al., 2015; ROSELL; SANTOS; COLLAR, 2009).

A utilização dos resíduos alimentares na elaboração de produtos *glúten free*, contribui para a diminuição no custos das formulações, na redução do desperdício de alimentos e na redução de impactos negativos ao meio ambiente, além de contribuir para o combate à desnutrição e à fome (BARROS et al., 2021; SILVA et al., 2019).

3.5 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS E SENSORIAIS DESEJADAS PARA PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO, CONFEITARIA E MASSAS

A qualidade dos produtos de panificação e massas alimentícias está relacionada às propriedades viscoelásticas da massa (HAMDANI; WANI; BHAT, 2020; LEE; INGLET, 2006). O uso de ingredientes alternativos, como farinha integral de cereais sem glúten, pseudocereais, leguminosas e resíduos de frutas e hortaliças, melhoram o perfil nutricional dos produtos *glúten-free*. No entanto, esses ingredientes geralmente apresentam alta capacidade de retenção de água, o que pode impactar na qualidade do produto (CAPRILES; ARÊAS, 2014; LUO et al., 2021). A farinha e a água são os principais ingredientes de uma receita alimentícia sem glúten, que influenciam no comportamento reológico da massa e, conseqüentemente, na qualidade final do produto (SANTOS et al., 2021a; ZANNINI et al., 2012). Portanto, o teor de água é fundamental e importante para garantir a hidratação e as condições adequadas de viscosidade da massa, desnaturação de proteínas e gelatinização do amido.

A determinação da porcentagem de absorção de água é importante, do ponto de vista tecnológico, porque a água assegura a união das proteínas que dão origem ao glúten, controla a consistência da massa, dissolve os sais, umedece e intumescce o amido, deixando-o mais digerível e fornece meio propício ao desenvolvimento da atividade enzimática. A quantidade absorvida de água pela farinha é de suma importância no desenvolvimento das propriedades viscoelástica da massa e no rendimento da produção (MARTINS et al., 2012; QUEIJI; SCHEMIN; TRINDADE, 2006).

A densidade e a viscosidade apropriadas fornecem uma boa aeração da massa durante a mistura. O ar capturado na massa deve ser considerado, pois está relacionado ao volume final e à textura dos produtos (BOZDOGAN; KUMCUOGLU; TAVMAN, 2019). O volume específico é um dos parâmetros de qualidade importante para produtos assados. O maior teor de proteína da farinha, fornece maior volume específico, portanto, as proteínas podem

umentar o volume dos produtos e a viscoelasticidade das massas. Tal característica, está relacionada à interação proteína-amido (SHEVKANI et al., 2015).

A textura é uma das propriedades mais importantes dos produtos de panificação e das massas alimentícias, aliada ao sabor e a aparência (BOURNE, 1982), sendo um dos fatores decisivos na aceitabilidade dos produtos por parte dos consumidores

Um fator que está ligado à avaliação da textura, sendo fundamental estabelecer uma correlação entre as duas, é a caracterização sensorial. Ao desenvolver novos produtos, a análise sensorial permite saber qual a preferência dos consumidores entre as formulações estudadas, avaliando os parâmetros de cor, sabor, aroma e aceitação global (LOUREIRO, 2015). A cor é um atributo importante em produtos alimentícios, pois influencia na aceitação do consumidor, podendo estimular o apetite de um indivíduo. Além disso, a cor é um dos parâmetros usados para o controle do processo durante o cozimento e torrefação (LEONEL et al., 2021; MAINA, 2018; PEREIRA; CORREIA; GUINE, 2013).

3.6 PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO, CONFEITARIA E MASSAS SEM GLÚTEN

Os produtos livres de glúten são uma parcela da indústria alimentícia que mais vem prosperando nos últimos anos, e esta tendência na sociedade em geral, vem sendo alavancada por celebridades globais e muitos depoimentos de consumidores que mostram que mesmo não sensíveis ao glúten, acham esses produtos como melhores e mais saudáveis (MORAES; TEIXEIRA, 2021). Este novo interesse tem dado origem a um nicho de mercado de rápido crescimento, ao responder à crescente procura de produtos alimentares tradicionalmente apreciados, mas numa versão inovadora sem trigo/glúten (DAVIS, 2011; MORONI et al., 2011; SILVA; BOLINI; CLERICI, 2021). A literatura reporta inúmeros estudos investigando as propriedades de farinhas alternativas sem glúten, na aplicação de produtos alimentícios. Os produtos sem glúten a base de arroz, milho, quinoa, trigo sarraceno e soja por exemplo, são avaliados em relação ao comportamento estrutural da massa, seu perfil nutricional e a qualidade final do produto ao se realizar o teste de aceitabilidade geral (COMETTANT-RABANAL et al., 2021; GAMBUS et al., 2009; ROTHSCCHILD et al., 2015; SILVA; BOLINI; CLERICI, 2021; YILMAZ; KOCA, 2020).

Vários estudos evidenciam pães sem glúten feitos com farinha de pseudocereais que apresentaram resultados favoráveis nas propriedades texturais, como dureza e

mastigabilidade, melhoramento no volume, maciez e na estrutura. Assim como, biscoitos sem glúten à base de farinha arroz e soja, exibiram crocância e cor adequadas, maior teor de resíduo mineral, proteínas, lipídios e fibras alimentares. Além disso, tais produtos se apresentaram como um alimento nutritivo e satisfatório em termos de aceitabilidade e intenção de compra (AGUIAR et al., 2021; MARIANI et al., 2015; VIEIRA et al., 2015).

A Tabela 1 apresenta um compilado de estudos que utilizaram diferentes fontes vegetais, na produção de farinhas alternativas sem glúten para aplicações em produtos de panificação, confeitaria e massas alimentícias, como pães, biscoitos, bolos e massas, e as propriedades tecnológicas observadas.

Tabela 1 - Estudos com farinhas alternativas sem glúten na produção de produtos de panificação, confeitaria e massas, e suas propriedades tecnológicas. (Continua)

Farinhas	Resultado	Referência
<i>Pães</i>		
Farinha de soja	A farinha de soja ativa melhorou o volume e a estrutura do pão sem glúten.	RIBOTTA et al., (2004)
Farinha de milho e anchova	Os resultados mostraram que o pão é um produto nutritivo, com boas notas em termos de aceitabilidade e melhoramento nas propriedades texturais como dureza e mastigabilidade.	YILMAZ; KOCA, (2020)
Farinha de amaranto, quinoa, trigo sarraceno, arroz e amido de batata.	A interação entre as farinhas de pseudocereais e a farinha de arroz aumentaram a consistência da massa, o volume, a maciez e a aceitabilidade do pão.	AGUIAR et al., (2021)
Farinhas integrais de milho, arroz e sorgo e milheto.	Os pães apresentaram bom aumento de volume específico, boa consistência e propriedades viscoelásticas. A adição de milheto germinado melhorou a maciez do produto em todas as amostras.	COMETTANT-RABANAL et al., (2021)
Farinha de ervilha amarela e farinha de arroz.	A fermentação da massa de farinha de ervilha amarela aumentou o conteúdo fenólico e a capacidade antioxidante do pão.	DRAKULA et al., (2021)
Farinha de arroz integral.	A farinha de arroz integral moído apresentou benefícios na estrutura do miolo, no volume específico e nos parâmetros de textura no pão.	LUO et al., (2021)
Farinha de grão de bico e psyllium.	Os resultados sugerem que a farinha de grão de bico em combinação com psyllium, foi promissor para reduzir e retardar o envelhecimento dos pães, mantendo assim a aceitabilidade, maciez e frescor após 7 dias de armazenamento.	SANTOS et al., (2021b)

Tabela 1 - Estudos com farinhas alternativas sem glúten na produção de produtos de panificação, confeitaria e massas, e suas propriedades tecnológicas. (Continuação)

Farinhas	Resultado	Referência
<i>Pães</i>		
Farinha de grão de bico.	A farinha de grão-de-bico contribuiu para o aumento no volume específico do pão, maciez e porosidade do miolo, bem como melhoria da textura, sabor e aceitabilidade geral.	SANTOS et al., (2021a)
Farinha de milheto.	A farinha de milheto extrusada melhorou significativamente a capacidade antioxidante dos pães e contribuiu para um maior volume específico.	PESSANHA et al., (2021)
Farinha de sorgo.	O pão de sorgo vermelho apresentou maior aceitação de aparência e sabor e maior dureza, além de um teor considerável de antioxidantes.	OLIVEIRA et al., (2022)
<i>Biscoitos</i>		
Farinha de arroz, farelo de arroz e farinha de soja.	Os biscoitos apresentaram aumento de diâmetro e do fator de expansão, características promissoras em relação ao teor proteico e cinzas e na análise sensorial obtiveram intenção de compra satisfatória.	MARIANI et al., (2015)
Farinha de soja, de quinoa e de amaranto e fécula de mandioca.	Os biscoitos apresentaram características desejáveis quanto a crocância e a cor, maior teor de resíduo mineral, proteínas, lipídios, fibras alimentares e índices de aceitabilidade superiores a 70%.	VIEIRA et al., (2015)

Tabela 1 - Estudos com farinhas alternativas sem glúten na produção de produtos de panificação, confeitaria e massas, e suas propriedades tecnológicas.

(Continuação)

Farinhas	Resultado	Referência
<i>Biscoitos</i>		
Farinha de coco.	Os biscoitos apresentaram boa aceitação sensorial e intenção de compra satisfatória.	QUEIROZ et al., (2017)
Farinha de milheto, amaranto e farelo de coco.	O biscoito apresentou taxa de espalhamento máxima, conteúdo de fibra e valores mínimos de resistência à ruptura, além de ter características favoráveis de aceitabilidade geral (7,55) com respostas desejáveis (0,794) para celíacos.	AJAY; PRADYUMAN, (2019)
Farinha de arroz e de grão de bico, gomas de exsudato de acácia, damasco e karaya.	O produto apresentou aceitabilidade satisfatória, impacto significativo na sua composição centesimal e aumento do potencial antioxidante .	HAMDANI; WANI; BHAT, (2020)
Farinhas pré-gelatinizadas à base de arroz, bagaço de laranja e proteína isolada de soja.	Os resultados mostraram que a utilização de farinhas composta pré-gelatinizada pode ser usada para produzir biscoitos sem glúten de origem de subprodutos da indústria de alimentos, rico em fibras alimentares totais.	CAYRES; ASCHERI; COUTO, (2021)
Amido de Mandioca com farinhas de banana (polpa e casca).	Os resultados apresentaram que as formulações contendo amido de mandioca misturado com até 15% de farinha de banana (1: 1, polpa e casca) são uma boa base para fazer biscoitos sem glúten.	LEONEL et al., (2021)
Farinhas de arroz integral e polido e farinha de feijão.	Os biscoitos apresentaram excelente perfil nutricional essencial e foram potencialmente bem aceitos entre todas as pessoas.	SILVA; BOLINI; CLERICI, (2021)

Tabela 1 - Estudos com farinhas alternativas sem glúten na produção de produtos de panificação, confeitaria e massas, e suas propriedades tecnológicas.

(Continuação)

Farinhas	Resultado	Referência
<i>Biscoitos</i>		
Farinha de grão de bico, trigo sarraceno e milho.	A farinha composta e o açúcar em pó tiveram impactos significativos nos valores de umidade, carboidratos, energia, dureza, cor e aceitabilidade geral.	ÖZER, (2022)
Farinha de arroz, soja e amendoim.	A adição e mistura das farinhas melhorou significativamente a dureza e aceitabilidade geral, sabor, crocância, textura e cor de todos os biscoitos, além de aumentar a capacidade antioxidante.	WANG; WU, (2022)
<i>Bolos</i>		
Farinha de quinoa.	O bolo apresentou viscosidade aumentada com o tempo de torra da farinha e boas pontuações sensoriais para aparência, cor e textura.	ROTHSCHILD et al., (2015)
Farinha de soja germinada, amaranto e milho.	Os bolos não mostraram nenhuma diferença significativa nas propriedades texturais da massa em comparação com os bolos de controle, e apresentaram valores mais elevados para minerais.	AGRAHAR-MURUGKAR; ZAIDI; DWIVEDI, (2018)
Farinha de quinoa.	Os resultados apresentaram que o aumento da farinha de quinoa resultou em valores significativamente melhorados para as propriedades físicas, químicas e os parâmetros de qualidade dos bolos.	BOZDOGAN; KUMCUOGLU; TAVMAN, (2019)

Tabela 1 - Estudos com farinhas alternativas sem glúten na produção de produtos de panificação, confeitaria e massas, e suas propriedades tecnológicas. (Continuação)

Farinha	Resultados	Referência
<i>Bolos</i>		
Resíduo de milho.	O bolo apresentou excelente conteúdo de fibra alimentar, folato, vitamina E, carotenoides e qualidade sensorial semelhante ao controle. E apresentou alto teor de micronutrientes.	LAO et al., (2019)
Farinha de bagaço de maçã, cenoura e laranja.	Os bolos contendo bagaço de laranja receberam pontuações mais altas de aceitabilidade, considera-se que esse pó de bagaço pode ser usado para produzir bolos sem glúten com altos percentuais de fibra alimentar.	KIRBAS; KUMCUOGLU; TAVMAN, (2019)
Farinha de okara.	Os bolos apresentaram alta densidade e viscosidade da massa e maior dureza do bolo, enquanto a elasticidade e a coesão diminuíram. Os bolos com 10% de farinha apresentaram a maior aceitabilidade.	OSTERMANN-PORCEL et al., (2020)
Farinha de arroz e chia.	Os resultados demonstraram maior viscosidade da massa, dureza do bolo, aumento da atividade antioxidante e atributos sensoriais desejáveis com até 10% de adição de farinha de chia.	SUNG et al., (2020)
Farinha de arroz e goma de semente de tamarindo.	O volume da massa foi semelhante a bolos feitos com farinha de trigo, e os bolos apresentaram maior fibra alimentar, escores sensoriais e vida útil mais longa do que o controle.	WU et al., (2020)
Farinha de arroz vermelho.	O índice de aceitabilidade de 89,65% indicou que o produto foi aceito sensorialmente pelo consumidor. O processo de germinação resultou no aumento do teor de alguns compostos.	MÜLLER et al., (2021)

Tabela 1 - Estudos com farinhas alternativas sem glúten na produção de produtos de panificação, confeitaria e massas, e suas propriedades tecnológicas. (Continuação)

Farinhas	Resultado	Referência
<i>Bolos</i>		
Farinha de milho integral.	As farinhas integrais extrusadas diminuíram o volume específico dos bolos e aumentaram a dureza em comparação com o Controle e os bolos integrais não extrusados. Os bolos apresentaram boa aceitabilidade.	PAESANI; BRAVO-NÚÑEZ; GÓMEZ, (2021)
<i>Massas</i>		
Farinha de grão de bico.	A massa de grão de bico apresentou menores teores de gordura e mais proteína e fibra alimentar, como também apresentou boa aceitação em todos os critérios, incluindo textura e sabor.	DE LIMA; BOTELHO; ZANDONADI, (2017)
Farinha de sorgo branco e marrom.	As massas alimentícias apresentaram alto teor proteico, conteúdo de fibra alimentar, polifenóis e atividade antioxidante.	PALAVECINO et al., (2018)
Farinha de casca de maracujá.	A farinha promoveu as propriedades nutricionais da massa. Apresentou aumento no teor de fibras e cinzas e reduziu a porcentagem de carboidratos e o valor energético (223,26 kcal/80g), enquanto o teor de proteínas e lipídios foi semelhante entre formulações.	RIBEIRO et al., (2018)
Farinha de casca de uva e soro de leite.	As massas com quantidades de soro de leite em pó de até 15% e cascas de uva de até 3% resultaram em massas alimentícias com propriedades físicas, texturais e sensoriais aceitáveis.	UNGUREANU-IUGA; DIMIAN; MIRONEASA, (2020)

Tabela 1 - Estudos com farinhas alternativas sem glúten na produção de produtos de panificação, confeitaria e massas, e suas propriedades tecnológicas. (Conclusão)

Farinhas	Resultado	Referência
<i>Massas</i>		
Farinha de resíduo de açaí e bacaba.	As massas apresentaram teores maiores para proteínas, cinzas e lipídeos. Para o cozimento e o perfil de textura, apresentaram comportamento semelhante a uma massa integral.	BARROS et al., (2021)
Farinha de arroz e soja.	Os resultados mostraram aumento nos valores de proteína, fibra bruta, cinzas e valor energético. Também apresentou boa coloração, baixo tempo de cozimento e os valores de dureza, elasticidade e mastigabilidade diminuíram.	BOLARINWA; OYESIJI, (2021)
Farinha de arroz.	A massa de arroz preparada com 30% de umidade e 80 rpm apresentou qualidade adequada, comprovada por textura firme e baixa perda por cozimento e pegajosidade.	BOUASLA; WÓJTOWICZ, (2021)
Farinha de lentilha amarela.	As massas apresentaram boa qualidade de cozimento e firmeza.	BRESCIANI et al., (2021)
Farinha de arroz e amido de sorgo.	A massa apresentou tempo de cozimento ideal e menores perdas por cozimento, juntamente com mudanças positivas na textura e na pegajosidade, sugerindo assim a formação de uma estrutura com mais resistência à ebulição.	CERVINI et al., (2021)
Farinha de casca de grão de bico.	A adição da casca aumentou a intensidade da cor e a qualidade estrutural da massa, assim como menor perda por cozimento e a maior capacidade de absorção de água e maior firmeza.	COSTANTINI et al., (2021)

Fonte: Compilado pelo próprio autor.

3.6.1 Características tecnológicas e sensoriais desejadas para produtos sem glúten

Os produtos de panificação, confeitaria, e as massas alimentícias isentos de glúten, não apresentam as mesmas características estruturais dos produtos elaborados com glúten. Isto porque as proteínas, gliadina e glutenina, presentes no glúten são responsáveis por conferir extensibilidade, viscosidade, elasticidade e coesividade às massas (DELCOUR et al., 2012; SCIARINI et al., 2012). A presença destas proteínas permite, por exemplo, que o pão apresente alvéolos bem definidos. Enquanto, a ausência de glúten faz com que a estrutura dos produtos seja mais quebradiça, compacta e semelhante a um gel. Além disso, são massas com pouca resistência e sem capacidade para reter o CO₂ produzido durante a fermentação (LOUREIRO, 2015).

O desafio da fabricação de alimentos sem glúten baseia-se em desenvolver uma massa levedada que se assemelhe a uma espuma. Sendo assim, vários estudos demonstraram o uso de diferentes fontes alimentícias que propiciaram superar os problemas tecnológicos (AGUIAR et al., 2021; RIBOTTA et al., 2004; WANG; WU, 2022; YILMAZ; KOCA, 2020) em pães, biscoitos, bolos e massas alimentícias.

3.6.1.1 Pães

A farinha de arroz integral foi utilizada por Luo et al., (2021) para elaboração de pão sem glúten. Foi observado que com a redução do tamanho das partículas da farinha de arroz integral, os valores de adesividade e coesão da massa aumentaram, a fluidez da água diminuiu e a estrutura tornou-se mais compacta. A farinha moderada de arroz integral moído com classificador de ar ajustado para 600 rpm, foi mais benéfica para o preparo de pães sem glúten. Com base na avaliação abrangente da estrutura do miolo, volume específico e parâmetros de textura, apresentou excelente estrutura do miolo suportado por células de gás pequenas, abundantes e homogêneas e maior volume específico (1.94 cm³/g).

Comettant-Rabanal et al., (2021) também elaboraram pães sem glúten utilizando a tecnologia de extrusão termoplástica como pré-tratamento de farinhas integrais de arroz parboilizado, milho e sorgo, e a incorporação de milheto germinado a 5%. Os resultados obtidos, demonstraram que a extrusão termoplástica permitiu o desenvolvimento de uma boa consistência, melhor absorção de água e propriedades viscoelásticas das massas, além de ocasionar aumento do volume específico e formação de melhor distribuição interna de células de ar. O volume específico do pão elaborado com farinha extrusada de arroz integral

parboilizado foi de 1.04 (cm³/g) e 1.11 (cm³/g) quando incorporado com 5% de milho germinado. Valor superior foi apresentado por Luo et al., (2021), utilizando farinha de arroz integral preparada em moinho de impacto de baixa temperatura. O pão com farinha extrusada de milho integral apresentou volume específico no valor de 1.30 (cm³/g) que pode indicar o efeito favorável da extrusão. Quanto a estrutura do miolo do pão, a farinha exibiu menor colapso estrutural e melhor distribuição de células de ar, o que indica que o processo de extrusão favoreceu a formação de células de ar internas e estrutura porosa nos pães integrais sem glúten. O valor de dureza foi de 18.83 (N) e esse valor pode estar altamente relacionados ao teor de fibra alimentar, indicando que ela contribuiu para a dureza da farinha.

Outro estudo utilizando farinha de milho foi reportado por Yilmaz; Koca, (2020) quando desenvolveram pães sem glúten à base de farinha de milho e farinha de anchova em diferentes proporções. Os resultados das propriedades texturais das amostras de pão apresentaram efeitos estatisticamente significativos ($p < 0,05$), considerando a adição de farinha de anchova, mistura de vegetais e goma xantana. A goma xantana foi considerada muito eficaz nas propriedades de dureza e mastigabilidade. No entanto, o valor de dureza (47.44 N) da amostra foi quase o triplo do achado na literatura em pães sem glúten à base de farinha de milho extrusada (COMETTANT-RABANAL et al., 2021). As diferenças na formulação e nos métodos de produção do pão, bem como no tamanho da amostra e parâmetros utilizados no método de análise, podem originar resultados desiguais em termos de dureza.

As avaliações sensoriais do pão de milho sem glúten enriquecido com farinha de anchova também foram consideradas altamente aceitáveis. Frutos do mar como a anchova têm grande potencial no enriquecimento de produtos de panificação. O alto teor de proteína (42.38 %) e gordura (42.64 %) da farinha de anchova afetou positivamente a estrutura e a forma do pão, melhorou as propriedades de mastigação e a cor do produto e teve efeitos positivos em termos de sabor e aceitação geral (YILMAZ; KOCA, 2020).

Pessanha et al., (2021) utilizaram blends de farinhas cruas e extrusadas de milho para desenvolver pães integrais sem glúten. Foi observado que o uso da tecnologia de extrusão não reduziu o conteúdo nutricional dos pães, melhorou significativamente sua capacidade antioxidante e contribuiu para um maior volume específico nas formulações contendo 50% de farinha crua de milho e 50% de farinha de milho extrusada. Os pães com formulação 50:50 (farinha crua e extrusada) apresentaram volume específico de 0.93 (cm³/g), valor semelhante ao encontrado por Comettant-Rabanal et al., (2021) em pão elaborado com

farinha extrusada de arroz integral parboilizado, incorporado com 5% de milho germinado. O valor de dureza foi de 623.6 N, o que pode ser explicado pelo uso de farinhas inteiras, uma vez que o alto teor de fibras enrijece as paredes ao redor das células de gás da fermentação, tornando a massa mais firme (PATIL et al., 2016). O pão produzido com farinha extrusada apresentou os maiores valores de capacidade antioxidante do que o pão produzido exclusivamente com farinha crua (131.9 e 122.4 μmol de ácido gálico equiv./g respectivamente), indicando que os compostos fenólicos são estáveis às condições de extrusão a alta temperatura (140 °C) e cisalhamento.

Um estudo com cinco híbridos de sorgo com diferentes cores de pericarpo (marrom, vermelho e branco) e textura de endosperma foram realizados para o preparo de pães sem glúten. Os resultados obtidos demonstraram que não houve diferença entre os cinco híbridos para elasticidade e adesividade dos pães de sorgo, em relação às análises instrumentais. O volume específico foi o mesmo estaticamente para um genótipo marrom, um vermelho e o branco (de 3.19 a 3.49 cm^3/g). No entanto, o pão vermelho apresentou maior dureza (18.96 N) e mastigabilidade (8.17 N) em comparação com os demais pães. Comettant-Rabanal et al., (2021) apresentaram valores relativamente inferiores no preparo de pães sem glúten à base de farinha de sorgo extrusada. Os pães de sorgo vermelho ainda apresentaram as maiores aceitações sensoriais de aparência e sabor e conteúdo intermediário de antioxidantes (OLIVEIRA et al., 2022).

Santos et al., (2021b) investigaram o potencial da combinação de farinha de grão de bico e psyllium na redução do envelhecimento de pães sem glúten. Os resultados apresentaram que a combinação das farinhas resultou em pães com maior teor de umidade da crosta e do miolo. Em relação aos parâmetros de textura instrumental, apenas o pão de grão de bico e psyllium apresentou tendência a reduzir a dureza (2.7 N) da crosta durante o armazenamento ao longo de 7 dias em comparação com o pão controle (farinha de arroz). Em relação a aceitabilidade do consumidor, os pães mostraram maior aceitação da aparência, textura e gosto geral.

Santos et al., (2021a) investigaram os efeitos do nível de hidratação da massa nas propriedades físicas e aceitabilidade do pão sem glúten feito com farinha de grão de bico. Os resultados demonstraram que o aumento do teor de água de 100% para 150% ou para 160% aumentou a expansão do pão e diminuiu a firmeza do miolo, melhorando assim suas propriedades físicas. Quanto aos resultados da aceitabilidade sensorial, o aumento no teor de água até 160% aumentou a textura e a aceitabilidade geral.

Drakula et al., (2021) determinaram o efeito da substituição parcial da farinha de arroz integral pela farinha de ervilha amarela sobre os fenólicos e a capacidade antioxidante da massa fermentada sem glúten e do pão. Os efeitos resultaram em um aumento significativo no teor de ácido protocatecuico e 4 hidroxibenzóico na massa fermentada e no pão. O uso da fermentação nas massas, superou os efeitos negativos da substituição parcial do arroz integral por farinha de ervilha amarela no conteúdo de fenólicos totais (CFT) e na capacidade antioxidante.

Outro estudo utilizando-se de uma fonte de leguminosa na produção de pães sem glúten, foi apresentado por Ribotta et al., (2004), onde os autores avaliaram o efeito da farinha de soja integral enzimática ativa (sem aquecimento), semiativa e inativa (tratadas termicamente a 90 e 160 °C por 3 minutos, respectivamente) na qualidade do pão sem glúten. A farinha de soja ativa apresentou os melhores resultados, produzindo uma estrutura de miolo bem aerada e um alto volume de pão, enquanto as farinhas de soja semiativa e inativa não tiveram efeitos positivos na qualidade do pão. Os melhores resultados foram obtidos com 125 e 150 g kg⁻¹ de farinha de soja ativa na formulação da massa. Níveis mais baixos de farinha de soja produziram rachaduras no miolo, enquanto níveis mais altos produziram uma estrutura de miolo densa e um baixo volume de pão.

Aguiar et al., (2021) elaboraram pão sem glúten à base de farinha integral de pseudocereais (amaranto, quinoa e trigo sarraceno). Os resultados observados quanto as propriedades físicas do pão demonstraram que o uso de pseudocereais apresentou efeito positivo no volume específico do pão. O pão de trigo sarraceno apresentou o maior volume quando combinado com farinha de arroz (2.11 cm³/g). O trigo sarraceno possui uma elevada quantidade de amilose, aumentando sua capacidade de retenção de gases e resultando em pães com maior volume específico em comparação aos demais pseudocereais. Os pães de trigo sarraceno e quinoa, em todas as proporções, resultaram em maiores valores de firmeza do miolo do que os pães preparados com a mesma quantidade de farinha de amaranto. No geral, o pão de trigo sarraceno foi o que apresentou melhor desenvolvimento do pão, proporcionando a formação de um miolo mais homogêneo, com maior número de alvéolos pequenos e uniformemente distribuídos. Em relação a análise sensorial, todas as formulações experimentais foram bem aceitas quanto à aparência e cor. Em relação ao odor, apenas a formulação com 100% de farinha de trigo sarraceno não foi aceitável, e para o sabor e aceitação geral, apenas as formulações feitas com 100% de pseudocereais não foram aceitáveis, enquanto as demais apresentam boa aceitabilidade.

3.6.1.2 Biscoitos

Biscoitos sem glúten à base de farelo de arroz e farinha de arroz e de soja foram elaborados e avaliados através de suas características físicas, químicas e sensoriais. Os resultados demonstraram que os biscoitos à base de farelo de arroz e farinhas de soja e arroz apresentaram aumento de diâmetro pós-cocção (1.07 mm) e do fator de expansão (5.09 %) em relação ao biscoito padrão de farinha de trigo (0.51 mm e 4.39%). Quanto às análises químicas, os biscoitos elaborados com farelo de arroz e farinha de soja apresentaram características promissoras em relação ao teor proteico (14.22%) e às cinzas (4.23%). Na análise sensorial, apenas o atributo textura do biscoito elaborado com farelo de arroz e farinha de soja foi considerado inferior ao biscoito padrão, os outros tratamentos alternativos de cor, aparência, sabor e aceitação global, foram considerados pelos avaliadores, com qualidade semelhante ao biscoito padrão. Enquanto os biscoitos elaborados a partir de farinhas de arroz e de soja e de farelo de arroz obtiveram maior intenção de compra (MARIANI et al., 2015).

Vieira et al., (2015) utilizaram farinha de soja, quinoa, amaranto e fécula de mandioca para elaboração de biscoito sem glúten, e avaliaram as características físicas, químicas e sensoriais dos biscoitos. As formulações contendo farinhas mistas em diferentes proporções, conferiram aos biscoitos características típicas e desejáveis como crocância e cor, além de terem apresentado bom rendimento. Quanto à caracterização química, os biscoitos apresentaram maior teor de resíduo mineral (1.60%), de proteínas (17.15%), lipídios (29.93%) e fibras alimentares (4.23%) em comparação ao biscoito padrão de farinha de trigo. Os biscoitos também apresentaram índices de aceitabilidade superiores a 70% para os atributos de cor, textura e aceitação global, exceto no atributo sabor para a formulação contendo 30g de amaranto, 10g de quinoa, 40g de soja e 20g de fécula de mandioca. Em relação ao fator expansão, os biscoitos sem glúten não apresentaram diferença significativa da amostra padrão, porém houve aumento de diâmetro pós-cocção da amostra contendo 35g de amaranto, 10g de quinoa, 30g de soja e 25g de fécula de mandioca no valor de 6.9 mm em comparação ao biscoito padrão de 3.4 mm.

Wang e Wu, (2022) determinaram os efeitos da adição de farinha de amendoim e farinha de soja desengorduradas na produção de biscoitos sem glúten. Os resultados demonstraram que as formulações utilizando farinha de amendoim, farinha de soja ou a mistura de ambas, contribuiu com o aumento da qualidade nutricional dos biscoitos, principalmente no seu teor de proteínas. Todas as formulações apresentaram melhora significativa quanto a dureza, tendendo a diminuir com o aumento da proporção de farinha

(variando de 23.99 N a 23.69 N). Quanto aos parâmetros de cor, os biscoitos apresentaram cor mais escura ou mais profunda quando a adição das farinhas aumentou. Este fator pode estar associado ao aumento da reação de Maillard, que é resultado do aumento do teor de proteína. E a farinha de soja aumentou mais efetivamente a capacidade antioxidante de biscoitos sem glúten em comparação com as demais.

Özer (2022) desenvolveu um biscoito funcional sem glúten e nutricionalmente balanceado, com baixo teor de açúcar e alto teor de proteína, utilizando farinhas compostas de grão de bico, trigo sarraceno, milho e leite de amêndoas. Quanto a composição química dos biscoitos, os teores de umidade (3.34% a 4.97%), cinzas (1.60% a 2.44%), proteína (11.68% a 15.96 %), e gordura (21.46% a 23.19%) das amostras aumentaram significativamente com o aumento da farinha composta, no entanto, o teor de carboidratos (52.84% a 63.12%) e calorias (478 a 491 Kcal/100g) foram reduzidos. Em relação as propriedades físicas e texturais dos biscoitos sem glúten, os valores de diâmetro, espessura, taxa de espalhamento e dureza das amostras ficaram na faixa de 4.36–4.59 mm, 0.53–0.70 mm, 6.56–8.31, 11.18–29.64 N, respectivamente. À medida que a quantidade de farinha composta e açúcar em pó foi aumentada, a dureza das amostras de biscoito também aumentaram ($p < 0,01$). O mesmo aconteceu aos parâmetros de cor, tornando-se mais escuros com o aumento da quantidade de farinha composta e açúcar. Quanto aos valores de aceitabilidade geral para amostras de biscoito sem glúten, a pontuação variou de 2.57 a 4.67 com base em uma escala hedônica de 5 pontos.

Outro trabalho utilizando fonte de leguminosa para desenvolvimento de biscoito sem glúten foi proposto por Silva; Bolini; Clerici, (2021), onde os autores elaboraram e caracterizaram biscoitos a base de arroz e feijão, utilizando farinhas cruas e grãos cozidos. Os resultados obtidos demonstraram que substituição da farinha de feijão seco por feijão cozido, aumentaram as notas de aceitação, e o perfil nutricional melhorou significativamente ($p < 0,05$). A formulação com feijão cozido e blend de farinhas de arroz integral e arroz polido, foi a formulação que obteve os maiores escores de aceitação em todos os atributos e as maiores intenções de compra dos consumidores, inclusive em relação a aceitação da formulação controle com farinha de trigo. Pelo menos duas das formulações de arroz e feijão apresentaram perfis físico-químicos próximos ao controle, com bons teores de proteínas (10.06%) e minerais (5.09%), sendo também fonte alimentar de fibras (8.62%). Os resultados das medidas instrumentais de cor tenderam ao escurecimento das massas durante o cozimento,

devido ao Reação de Maillard, tipicamente presente no alto processamento térmico de farinhas de sementes.

Hamdani; Wani; Bhat, (2020) descreveram o desenvolvimento de biscoitos isentos de glúten, utilizando farinha composta de arroz e grão de bico com adição de gomas de exsudato de acácia, damasco ou karaya. As análises de cor dos biscoitos com goma de exsudato adicionado em ambas as concentrações de teste (0,5 e 1,0%) foram mais claros na aparência. No entanto, conforme o período de armazenamento aumentou de 0-9 meses, ocorreu escurecimento de todas as amostras de biscoito. A taxa de espalhamento foi significativamente ($p \leq 0,05$) maior nos biscoitos com 1,0% de gomas em comparação com 0,5%. Uma exceção a isso foi a goma de damasco sem diferenças significativas ($p > 0,05$) nas duas concentrações. Os resultados da análise de textura das amostras de biscoitos, demonstraram que a dureza de biscoitos frescos (0 mês de armazenamento) variou significativamente ($p \leq 0,05$) entre o controle (sem as gomas) e aqueles contendo gomas adicionadas. Nos biscoitos controle, a maior dureza (49.9 N) foi observada à temperatura ambiente após 2 h de cozimento. A atividade antioxidante dos biscoitos controle apresentaram a menor inibição de radicais DPPH que aumentaram significativamente ($p \leq 0,05$) com a incorporação das gomas de forma dependente da concentração. O período de armazenamento de 0-9 meses diminuiu significativamente ($p \leq 0,05$) a atividade de eliminação do radical DPPH de todas as amostras com os valores mais baixos encontrados nos biscoitos de controle. Quanto a análise sensorial, todas as amostras apresentaram a classificação sensorial mais alta para textura, aparência, sensação na boca e sabor em 0 meses. Entre todas as amostras, as classificações sensoriais mais baixas foram observadas no controle, independentemente da duração do armazenamento. A incorporação de gomas aumentou significativamente ($p \leq 0,05$) o escore sensorial dos biscoitos, com os que continham goma de karaya tendo a maior aceitabilidade pelo consumidor ao longo do estudo.

Queiroz et al., (2017) desenvolveram biscoitos sem glúten enriquecidos com farinha de coco. A adição de farinha de coco às formulações melhorou as propriedades nutricionais dos biscoitos, aumentando o teor de lipídios (12.96% – 15.77%) e proteínas (5.08% – 5.63%) e reduzindo o teor de carboidratos (55.97% - 53.91%). Os *cookies* desenvolvidos apresentaram boa aceitação sensorial para os atributos de cor, aroma e textura, com médias hedônicas entre 6.0 e 7.0 para todos os atributos sensoriais, e intenção de compra satisfatória. As formulações que apresentaram maior fator de expansão foram as que contém farinha de coco, fécula de batata e creme de arroz (2,76%) e a que contém creme de arroz, fécula de

batata e polvilho doce (3,65%). Os valores da análise da textura instrumental para dureza demonstraram que a adição de farinha de coco nas formulações não alterou a dureza dos biscoitos 28.94 N.

Ajay; Pradyuman, (2019) descreveram a otimização de biscoitos sem glúten produzido com farinha de milho, farelo de coco e farinha de amaranto. Foram investigados a taxa máxima de espalhamento, teor de fibra bruta, aceitabilidade geral e valores mínimos de resistência à ruptura. O biscoito resultante mostrou ter características favoráveis de aceitação geral (7.55) com respostas desejáveis (0.794) para celíacos. Os resultados para resistência a ruptura, taxa máxima de espalhamento e teor de fibra bruta foi de 14.11N, 4.01 e 10.41% respectivamente.

Cayres; Ascheri; Couto, (2021) avaliaram o emprego de 30% de farinhas compostas pré-gelatinizadas à base de arroz (contendo 15, 25 ou 35% de bagaço de laranja misturado com 5% de proteína isolada de soja) em biscoitos sem glúten. Os resultados mostraram que a fortificação de biscoitos sem glúten com farinha composta pré-gelatinizada pode ser usada para produzir biscoitos de fonte de fibra dietética total (1.97, 3.59 e 5.47 % respectivamente para biscoitos com 15, 25 e 35% de bagaço de laranja), como também contribuir para o enriquecimento em macro e microminerais nos biscoitos. Com relação à análise sensorial, os resultados com adultos demonstraram que o atributo sabor foi responsável por aumentar a pontuação de impressão geral de uma amostra. Em contraste, os resultados das crianças mostraram que elas não distinguiram ($p \geq 0,05$) duas (15 e 25% de bagaço de laranja) das três amostras de biscoitos sem glúten analisadas.

Leonel et al., (2021) avaliaram a utilização de diferentes misturas de fécula de mandioca com farinhas de banana, obtidas a partir da polpa e da casca de frutos verdes, para a produção de biscoitos sem glúten. As análises de composição química mostraram que as farinhas de banana são importantes fontes de nutrientes benéficos à saúde, apresentando elevados teores de amido resistente (66.19 e 49.52 %), compostos fenólicos totais (33.5 e 179.8 mg GAE/100g), flavonoides totais (1331 e 4808 $\mu\text{g}/100\text{g}$) e atividade antioxidante (13.8 e 53.9 % radicais livres DPPH). O aumento da porcentagem de amido de mandioca nas formulações aumentou a taxa de espalhamento, sendo a maior proporção de espalhamento observada nos biscoitos da formulação com 9,5% de farinhas de banana e 19% de fécula de mandioca. O fator de espalhamento mais alto é considerado uma característica positiva do biscoito. Os volumes específicos variaram de 0,82 a 1,66 cm^3/g , enquanto os valores de dureza variaram de 10,35 a 33,13N. Além disso, ocorreu um aumento na dureza dos biscoitos

com o aumento da porcentagem de farinhas de banana misturadas com fécula de mandioca. Biscoitos sem glúten com os atributos desejados de qualidade física e sensorial foram obtidos com formulações contendo 23% a 31% de amido de mandioca e 7,5% a 3,5% de cada farinha de banana (Polpa e casca).

3.6.1.3 Bolos

Estudo desenvolvido por Sung et al., (2020) incorporaram até 30% de farinha de semente de chia em bolo sem glúten de farinha de arroz, e avaliaram seu efeito nas qualidades nutricionais e propriedades físico-químicas. O suplemento de farinha de semente de chia resultou em maior viscosidade da massa, dureza (16.568 N) do bolo sem glúten, proteína bruta (4.31 %), gordura (17.37 %), cinzas (1.71%), ácido α -linolênico (aumento de até 10,2% do ácido graxo total) e teor de fenólicos totais (162,33% μ M ácido gálico). O bolo de camadas sem glúten com 10% de farinha de sementes de chia pré-hidratadas teve aceitabilidade geral, textura, sabor e odor com pontuação de 6. Em relação a pontuação de aparência, os resultados foram inferiores àquelas do bolo sem glúten feito com 100% de farinha de arroz e bolo feito com 100% farinha de trigo com pontuação de 7. A incorporação de 10% de farinha de semente de chia pré-hidratada ainda resultou em índice de volume mais desejável.

Outro estudo utilizando farinha de arroz foi reportado por Müller et al., (2021), onde os autores avaliaram o efeito do tempo de germinação nas propriedades nutricionais e bioativas do arroz vermelho e sua aplicação na produção de cupcakes. Os grãos de arroz vermelho foram germinados por 8, 16, 24, 32 e 40 h e avaliados juntamente com uma amostra de grãos não germinados. Os resultados obtidos demonstraram que o aumento do tempo de germinação promoveu redução no teor de cinzas (1.31- 1.23%), umidade (2.66- 2.73%) e pH (6.37- 6.26%), sem alterações nos demais constituintes da composição básica. Em relação ao teor de ácidos fenólicos e flavonoides individuais na fração livre, houve aumento dos ácidos cafeico, cumárico, ferúlico e miricetina após 16 h de germinação. O teor de GABA (ácido gama-aminobutírico) na farinha também aumentou ao longo do tempo, chegando a 1.86 mg 100/g em 40 h, que aumentou ainda mais para 3.66 mg 100/g após o cozimento dos cupcakes. O índice de aceitabilidade do cupcake foi de 89,65%, indicando que o produto foi aceito sensorialmente pelo consumidor.

Paesani; Bravo-Núñez; Gómez, (2021) desenvolveram bolos com farinhas de milho integral estabilizadas por diferentes processos de extrusão para avaliar seu efeito na qualidade

final do produto. Quatro farinhas foram testadas: farinha de milho refinada (Controle), farinha integral, farinha integral totalmente estabilizada por tratamento de extrusão suave e farinha estabilizada (farelo e germe) por tratamento de extrusão mais severa e novamente misturada com o endosperma não tratado. Mediram-se a viscosidade e a densidade da massa, o volume específico, a textura, a cor e a aceitabilidade dos bolos. As farinhas integrais extrusadas diminuíram o volume específico ($2.07 - 1.89 \text{ mm}^3/\text{g}$) dos bolos e aumentaram a dureza ($10.57 - 10.66 \text{ N}$) em comparação ao controle e os bolos integrais não extrusados ($2.28 - 2.29 \text{ mm}^3/\text{g}$ e $5.82 - 6.22 \text{ N}$). No entanto, bolos feitos com farinhas integrais extrusadas obtiveram melhores escores de aceitabilidade do que aqueles feitos com farinha integral não tratada (6,04 e 6,72 respectivamente para uma escala hedônica de 9 pontos, variando de “gostei muito” (escore 9) a “desgostei muito” (escore 1)). Os tratamentos de estabilização também reduziram as diferenças na cor dos bolos entre os tratamentos e o controle. Isso porque o processo de estabilização pode branquear o farelo, devido à oxidação dos pigmentos carotenoides no processo. Dentre os tipos de farinhas, aquelas estabilizadas em temperaturas mais baixas apresentaram viscosidade de massa e volume específico mais semelhantes aos controle.

Rothschild et al., (2015) determinaram as propriedades da massa de quinoa não torrada e torrada, bem como investigaram o efeito da torra na aceitação pelo consumidor e nas propriedades físico-químicas de uma formulação de bolo sem glúten e sem alérgeno. A inclusão de farinhas mais torradas, apresentou maior firmeza (7,7 N), enquanto as demais apresentaram menor firmeza (5,9 N). O produto comercial (bolo de chocolate) foi o mais macio de todos os produtos testados (1,8 N). Quanto aos parâmetros sensoriais avaliados, não houve diferenças significativas entre os bolos comercial e o de farinha não torrada, que apresentaram os maiores escores sensoriais para aparência, cor e firmeza (6,9, 7,1 e 6,6, respectivamente). Em sabor e aceitabilidade geral, o comercial teve as pontuações mais altas (6,5 e 6,4, respectivamente), seguido do bolo de farinha de quinoa não torrada (5,4 e 5,5 respectivamente) usando uma escala hedônica de nove pontos.

Outro estudo utilizando farinha de quinoa em diferentes proporções foi descrito por Bozdogan; Kumcuoglu; Tavman, (2019) na produção de bolos sem glúten. A substituição da farinha de quinoa melhorou significativamente as propriedades reológicas das massas de bolo e as propriedades físicas, químicas e os parâmetros de qualidade dos bolos obtidos a partir delas. Como resultado da composição química, a farinha de quinoa causou um aumento no teor de proteína (6,87 - 9,91 %) e cinzas (1,13 - 1,58 %) das amostras de bolo. A análise

reológica mostrou que a estabilidade, homogeneidade e resistência mecânica da massa foram melhoradas com a adição de farinha de quinoa. Em geral, o volume dos bolos aumentou (1.41 - 1.61cm³/g), mas os valores de dureza das migalhas do bolo diminuíram com o aumento da substituição da farinha de quinoa (59.25 - 30.62 ± N). O bolo produzido com 50% de farinha de quinoa, teve as maiores pontuações tanto em sabor (4.03) quanto em aceitabilidade geral (4.03).

Agrahar-Murugkar; Zaidi e Dwivedi, (2018) desenvolveram um bolo sem ovo e sem glúten usando farinha composta de milho, soja germinada e amaranto. O bolo sem glúten teve volume (454.4 cm³) significativamente menor em comparação ao bolo controle de farinha de trigo (551.3 cm³), ao passo que nenhuma diferença significativa foi determinada entre os bolos sem glúten e os bolos de farinha composta sem ovo (437.1 cm³). As propriedades texturais do bolo sem glúten foram semelhantes ao bolo de farinha de trigo. O teor de proteína e gordura foi maior no bolo controle (12.9 g/ 100g e 20.9 g/ 100g respectivamente) em comparação com o bolo sem glúten (7.3 e 17.3 g/100g respectivamente). Os bolos sem glúten (7.39 mg/100g) apresentaram valores mais elevados para minerais, especialmente ferro, quando comparados ao bolo controle (3.14 mg/100g). Além de apresentar maior densidade e cor mais escura, o que não prejudicou as propriedades sensoriais dos bolos sem glúten.

Lao et al., (2019) utilizaram resíduo de milho doce para substituir a farinha de trigo em bolos. O acréscimo de resíduo de milho doce aumentou significativamente o conteúdo de fibra alimentar, vitamina E, folato e carotenoides. Os bolos com 90% e 100% de resíduo de milho apresentaram semelhança quanto as características sensoriais. O aumento de resíduo gerou uma curvatura na forma e uma cor escura nos bolos. Consequentemente, suas pontuações diminuíram significativamente. Além disso, os bolos ficaram mais duros e mais difíceis de mastigar. O conteúdo de fibra alimentar foi de 656.1 mg/100g para o bolo com 100% de resíduo, e o teor de carotenoides e conteúdo de vitamina E foram cerca de 3,5 e 1,5 vezes maior que o controle (bolo de farinha de trigo) respectivamente. O conteúdo de folato também aumentou significativamente com o aumento de resíduo de milho na formulação, e atingiu 776.6 µg/ 100 g para a formulação com 100% de resíduo de milho.

Em um estudo conduzido por Kirbas; Kumcuoglu; Tavman, (2019) foram avaliados os efeitos da adição de pós de bagaço de maçã, cenoura e laranja na reologia das massas e nas características de qualidade de bolos sem glúten à base de farinha de arroz. Os resultados demonstraram que a adição de pó de bagaço aumentou a dureza do miolo e diminuiu o

volume específico dos bolos. O bolo com o maior volume específico foi a amostra controle (sem os pós de bagaço) com $2.32 \text{ cm}^3/\text{g}$. No entanto, nenhuma diferença foi obtida quando 5% pó de bagaço de laranja foi usado na formulação ($2.18 \text{ cm}^3/\text{g}$). A adição de fibras obtidas por diferentes fontes de frutas, pode gerar uma diminuição no volume do bolo, devido às fortes propriedades de ligação de água (GRIGELMO-MIGUEL; CARRERAS, BOLADERAS; MARTIN-BELLOSO, 1999). Tais bolos, ainda apresentaram índice de volume e valores de dureza semelhantes aos da amostra de controle. As propriedades sensoriais das amostras de bolo foram investigadas em relação à cor, textura, aparência, sabor e aceitabilidade geral, e aqueles com 5% de pó de bagaço de laranja receberam os maiores índices de aceitação dos provadores (4.50, 4.17, 4.67, 4.50 e 4.67 respectivamente).

Ostermann-Porcel et al., (2020) avaliaram a incorporação de 10 e 20% de farinha de okara (subproduto do processamento da soja) e seus efeitos de granulometria (200, 500 e 1000 μm) sobre as características de bolos em camadas sem glúten. Os resultados experimentais demonstraram que ao aumentar o teor de farinha de okara, a densidade e a viscosidade da massa aumentaram. Essas alterações resultaram em um menor volume específico de bolos com 20% de substituição por farinha de okara ($1.98 \text{ cm}^3/\text{g}$) em comparação com a formulação com 10% ($2.18 \text{ cm}^3/\text{g}$). As propriedades texturais das amostras revelaram que a dureza (5.87 - 12.85 N) do bolo aumentou, enquanto a elasticidade (0.95 ± 0.03 - 0.93 ± 0.06) e a coesão diminuíram (0.57 - 0.51). A cor da crosta dos bolos enriquecidos com farinha de okara foi mais clara, menos avermelhada e menos amarelada, enquanto a cor do miolo não foi afetada pela presença dela. Os bolos com 10% de farinha de okara apresentaram a maior aceitabilidade (5.29).

Wu et al., (2020) avaliaram o efeito de diferentes proporções de goma de semente de tamarindo solúvel em água fria, na densidade da massa, viscosidade e volume de bolos de camada sem glúten feitos com farinha de arroz. Observou-se que a adição de 0,4% de goma de semente de tamarindo proporcionou melhor volume da massa do bolo e foi semelhante a bolos feitos com farinha de trigo. Os bolos sem glúten feitos com goma de semente de tamarindo a 0,4% apresentaram maior fibra alimentar (0.40 %), escores sensoriais para aparência, textura e aceitabilidade geral de 6.09, 5.51 e 6.13 respectivamente, e vida útil mais longa do que o controle (2 dias maior do que a de bolos feitos com 100% de farinha de arroz e farinha de trigo).

3.6.1.4 Massas

Massa alimentícia fresca sem glúten com adição de farinha de casca de maracujá amarelo foi desenvolvida por Ribeiro et al., (2018). Os resultados demonstraram que a adição da farinha de casca de maracujá às formulações, aumentou o tempo de cozimento, a perda de sólidos solúveis e a absorção de água, bem como, modificou os parâmetros de cor. As formulações com melhores resultados, quanto aos atributos sensoriais, foram o controle (farinha de arroz e milho) e a que continha 10% de adição de farinha de casca de maracujá, que apresentaram índice de aceitabilidade acima de 70%. A adição de 10% de farinha de casca de maracujá aumentou o teor de fibras (3,25%) e cinzas (2,15%) e reduziu a porcentagem de carboidratos (41,19%) e o valor energético (223,26 kcal/80g), enquanto o teor de proteínas (7,40%) e lipídios (8,69%) foi semelhante entre formulações. A análise de componentes principais demonstrou que a amostra controle se destacou por suas propriedades sensoriais, e por outro lado, a adição da farinha de casca de maracujá promoveu as propriedades nutricionais da massa.

Já no trabalho conduzido por Ungureanu-Iuga; Dimian; Mironeasa, (2020) foram investigados os efeitos das cascas de uva e do soro de leite em pó em massas alimentícias sem glúten, a partir de farinha de milho nixtamalizada. Tais resíduos, foram utilizados como fonte de fibra alimentar. Os resultados mostraram que a incorporação do soro de leite em pó determinou menor perda por cozimento, menor firmeza da massa fresca e cozida, superfície mais lisa e características sensoriais aceitáveis. Em contrapartida, maiores quantidades de pó de cascas de uva levaram a grandes perdas por cozimento, massas mais firmes, superfície heterogênea com rachaduras e buracos, menor luminosidade e características sensoriais indesejáveis. As amostras com níveis de casca de uva de até 3% e soro de leite em pó de até 15% foi a que apresentou qualidade de cozimento, cor, características texturais e sensoriais mais aceitáveis.

Barros et al., (2021) desenvolveram e caracterizaram massas alimentícias frescas, tipo talharim, utilizando farinha do caroço de açaí e da casca da bacaba como substituição parcial da farinha de arroz. As formulações das massas alimentícias com 10% de farinha de caroço de açaí apresentaram maiores teores para proteínas (6.58 g/100g) e cinzas (0.59 g/100g). Já as formulações com farinha de casca de bacaba apresentaram maior teor em lipídeos (2.23 g/100g). Quanto as propriedades tecnológicas, as adições das farinhas nas massas causaram diferença estatística no parâmetro do aumento da massa. Para a análise de cor, ambas massas alimentícias indicaram à tonalidade vermelho puro. Com relação aos parâmetros de textura,

dureza e mastigabilidade todas as concentrações das farinhas apresentaram diferença significativa comparando-a com a massa controle (farinha de arroz, sem adição dos substitutos).

Costantini et al., (2021) avaliaram as características de qualidade da massa fresca sem glúten com adição de casca derivada de grão de bico de kabuli ou preto de Apúlia (8% p/p), em comparação com a massa controle preparada sem casca. As massas enriquecidas com casca de apúlia apresentaram as maiores antocianinas (33.37 e 20.59 mg/kg de cianidina-3-O-glucosídeo na matéria seca de massas cruas e cozidas, respectivamente). A massa enriquecida com casca de apúlia foi caracterizada por um maior teor de proteína (5.56 g/100g), lipídio (0.51 g/100g) e umidade (30.23 g/100g) do que a massa enriquecida com casca kabuli e o controle. As massas enriquecidas com kabuli apresentaram os maiores teores de fibra (13.44 g/100g) e cinzas (1.24 g/100g). A adição da casca aumentou a intensidade da cor e a qualidade estrutural da massa sem glúten. A massa enriquecida com casca de apúlia teve a menor perda por cozimento e a maior capacidade de absorção de água, já a massa enriquecida com casca de kabuli apresentou a maior firmeza. Não foram encontradas diferenças significativas no teste de classificação sensorial entre as amostras, exceto para “gosto residual”. O gosto residual da massa controle foi o menos aceito, enquanto a massa enriquecida com casca kabuli foi o mais aceitável para esse atributo.

De Lima; Botelho; Zandonadi, (2017) desenvolveram massas alimentícias utilizando apenas grão de bico como fonte de farinha e analisaram suas características químicas, tecnológicas e sensoriais. A massa de grão de bico apresentou 37,3% menos gordura, 53,8% mais proteína e 166,5% mais fibra alimentar. Para aspectos tecnológicos como tempo ótimo de cocção, perda de sólidos solúveis e coeficiente de absorção de água, a massa controle (farinha de trigo) demonstrou atingir seu tempo de cozimento ideal em 6 min, enquanto a massa sem glúten levou 10 min para atingir as mesmas características de cozimento. A massa de grão de bico apresentou boa aceitação em todos os critérios, incluindo textura e sabor, com percentagem de aceitação superior a 80%.

Bolarinwa; Oyesiji, (2021) determinaram os atributos de qualidade de massas de arroz enriquecido com soja. Os resultados mostraram aumento nos valores de proteína (6.7 - 12.1%), fibra bruta (0.8 - 1.3%), cinzas (0.6 - 2.2%) e valor energético (379 - 389 kcal/100g). A fortificação da massa melhorou a cor, reduziu o tempo de cozimento (15.59 - 15.11 min), mas aumentou a perda de cozimento (7.30 - 7.49%). Os valores de dureza (506 - 314 g) e elasticidade (1.25 - 0.71 mm) diminuíram enquanto a gomosidade (417 - 334 g) aumentou. A

massa de arroz enriquecida com 15% de farinha de soja foi bem avaliada quanto aos atributos sensoriais em termos de cor, sabor, aroma e aceitação geral.

Bresciani et al., (2021) investigaram os efeitos da extrusão convencional e do cozimento por extrusão em lentilhas 100% amarelas, na produção de massas alimentícias. Os resultados mostram que independentemente do tipo de extrusão, as amostras de massas apresentaram tempos de cozimento, absorção de água, perda de cozimento e firmeza semelhantes. Ambos os processos de extrusão resultaram em massas com boa qualidade de cozimento (perda de cozimento de 7.0 – 7.1 g/100 g e firmeza de 530 - 608 N). Na massa do cozimento por extrusão, o amido apresentou maior grau de gelatinização (75,5 g/100 g) e menor entalpia (0,97 J/g). Ao mesmo tempo, promoveu uma estrutura mais compacta que exigia maior temperatura para fusão (66,49 °C) e propriedades de colagem (79,1 °C).

Outro estudo utilizando o processo de cozimento por extrusão de farinhas no preparo de massas sem glúten foi reportado por Bouasla; Wójtowicz, (2021). Foram investigados o efeito da umidade da farinha de arroz (28, 30 e 32%) e da velocidade da rosca (60, 80 e 100 rpm) em atributos de qualidade da massa de arroz selecionados e a resposta de extrusão. Os resultados mostraram que a umidade da farinha afetou significativamente todos os atributos de qualidade testados da massa de arroz, enquanto a velocidade da rosca exibiu um efeito significativo em todos os atributos de qualidade, exceto tempo de cozimento e pegajosidade. A massa de arroz preparada com 30% de umidade e 80 rpm apresentou qualidade adequada, comprovada por textura firme e baixa perda por cozimento e pegajosidade ($p= 0,05$).

Cervini et al., (2021) formularam massas sem glúten contendo farinha de arroz substituída por 0, 5, 10 e 15 g/100 g de amido resistente de sorgo branco recozido. Os maiores teores de fibra alimentar total (9.2%) e amido resistente (7.1%, $p < 0,05$) foram medidos na massa crua com 15 g/100 g de adição de amido de sorgo. Após o cozimento, a massa apresentou um teor de amido resistente de 5,8 g/100 g de matéria seca, confirmando a resistência térmica do amido de sorgo. O uso do amido de sorgo influenciou positivamente o tempo ideal de cozimento, a perda de cozimento, a firmeza e a pegajosidade das amostras cozidas, sem mudanças notáveis na cor após o cozimento. Quanto aos atributos sensoriais, a massa apresentou uma diminuição significativa para a aceitabilidade geral, quando os níveis de amido de sorgo aumentaram na formulação. No entanto, todas as amostras foram caracterizadas por um valor maior que 5, sendo considerado o limite de aceitabilidade.

Palavecino et al., (2018) avaliaram os atributos nutricionais de uma massa sem glúten de sorgo branco e marrom. As massas alimentícias de farinha de sorgo apresentaram alto teor de proteína (170 g/kg), fibra alimentar (80 g/kg), polifenóis (2,6 g GA/kg de massa) e atividade antioxidante (11.29 mmol Trolox/kg). As massas sem glúten de sorgo branco e marrom apresentaram teor de polifenóis potencialmente bioacessíveis 2,9 e 2,4 vezes maior, respectivamente, em comparação com as massas cozidas de arroz, soja, milho e milho com legumes. Ambos os tipos de massas sem glúten de sorgo demonstraram seu valor nutricional e representam uma alternativa de alto potencial às massas comerciais.

4 CONCLUSÃO

Os trabalhos reportados demonstram a importância que se tem dado ao estudo de diferentes fontes vegetais sem glúten, no desenvolvimento de produtos de panificação, confeitaria e massas alimentícias. Devido aos benefícios que tais fontes conferem para a saúde humana e a crescente demanda por produtos *glúten free*, onde a indústria de alimentos desponta no desenvolvimento de novos produtos.

Dentre os estudos abordados, é possível observar o potencial existente na utilização de farinhas alternativas na indústria alimentícia. As farinhas de cereais isentas de glúten como o arroz e milho, assim como as farinhas de leguminosas como o grão de bico e a soja são as mais estudadas. Isto porque são matérias-primas que apresentam funcionalidade e composição química diferenciadas, que buscam alcançar os efeitos obtidos pela farinha de trigo tradicional. Além de agregarem nutrientes e compostos bioativos aos produtos.

Deste modo, os produtos sem glúten apresentaram resultados favoráveis nas propriedades texturais, como dureza e mastigabilidade e no volume, na maciez e na estrutura de pães. Assim como, proporcionaram melhoramento das características tecnológicas e sensoriais de biscoitos, bolos e massas sem glúten. Os biscoitos e massas exibiram maior teor de resíduo mineral, proteínas, lipídios e fibras alimentares e boa qualidade de cozimento e firmeza das massas. Já os bolos apresentaram viscosidade aumentada e valores mais elevados para minerais. Além disso, tais produtos se apresentaram como um alimento nutritivo e aceitável em termos de aceitabilidade e intenção de compra, e foram consideradas capazes de atender às necessidade de fatores nutricionais, sensoriais e tecnológicos satisfatórios.

Contudo, sugere-se trabalhos futuros sobre mais tipos de farinhas com a finalidade de obter-se uma melhor compreensão do efeito dessas variedades nos aspectos sensoriais, físico-químicos e nutricionais dos produtos de panificação e massas alimentícias.

REFERÊNCIAS

- ABIA. **Unilever lidera movimento contra o desperdício de alimentos no Brasil.** Associação Brasileira da Indústria de Alimentos, 2021. Disponível em: <[http://www.abitrigo.com.br/conhecimento/](https://www.abia.org.br/noticias/unilever-lidera-movimento-contra-o-desperdicio-de-alimentos-no-brasil#:~:text=O Brasil está entre os,toneladas de alimentos foram descartadas*.>></p>
<p>ABIMAPI. A história dos pães e bolos industrializados no Brasil. In: Todos à mesa. Alimentos que fazem história. 1º ed. São Paulo-SP: BB editora, 2019. p. 120.</p>
<p>ABIMAPI. Massas alimentícias industrializadas: Nutrição com praticidade e sabor. 1º ed. São Paulo-SP: ITAL: BB editora: Abimapi, 2021.</p>
<p>ABITRIGO. CONHECIMENTO: Trigo é energia para nosso corpo, 2021. Disponível em: <
- AGRAHAR-MURUGKAR, D. Food to food fortification of breads and biscuits with herbs, spices, millets and oilseeds on bio-accessibility of calcium, iron and zinc and impact of proteins, fat and phenolics. **Lwt**, v. 130, n. May, p. 109703, 2020.
- AGRAHAR-MURUGKAR, DI.; ZAIDI, A.; DWIVEDI, S. Development of gluten free eggless cake using gluten free composite flours made from sprouted and malted ingredients and its physical , nutritional , textural , rheological and sensory properties evaluation. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 7, p. 2632–2641, 2018.
- AGU, H. O. et al. Consumer acceptability of acha and malted Bambara groundnut (BGN) biscuits sweetened with date palm. **Heliyon**, v. 6, n. 11, p. e05522, 2020.
- AGUIAR, E. V. et al. Influence of pseudocereals on gluten-free bread quality: A study integrating dough rheology, bread physical properties and acceptability. **Food Research International**, v. 150, n. PA, p. 110762, 2021.
- AJAY, S.; PRADYUMAN, K. Optimization of gluten free biscuit from foxtail, copra meal and amaranth. **Food Science and Technology**, v. 39, n. 1, p. 43–49, 2019.
- ALTAMIRANO-FORTOUL, R. et al. Reduced-Gliadin Wheat Bread: An Alternative to the Gluten-Free Diet for Consumers Suffering Gluten-Related Pathologies. **PLOS one**, v. 9, n. 3, 2014.
- ALY, A. A. et al. Addition of Whole Barley Flour as a Partial Substitute of Wheat Flour to Enhance the Nutritional Value of Biscuits. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 14, n. 5, 2021.
- AREPALLY, D. et al. Biscuit baking: A review. **Lwt**, v. 131, p. 109726, 2020.
- ATWELL, W. A. Wheat Flour Eagen Press Handbook Series. **American Association of Cereal Chemists**, 2001.
- BACHEGGA, G. **Subprodutos da indústria de alimentos: veja suas aplicações.** GEPEA-Grupo de Estudos e Projetos em Engenharia de Alimentos, , 2020.
- BAPTISTA, C. F. **CONSUMO DE PRODUTOS SEM GLÚTEN DEVE CRESCER 40% ATÉ 2022.** AGEMT., , 2019. Disponível em: <<https://agemt.pucsp.br/noticias/consumo-de-produtos-sem-gluten-deve-crescer-40-ate-2022>>
- BARROS, S. K. A. et al. Elaboração de massa alimentícia fresca sem glúten enriquecida com

farinha de resíduo de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. e1810613722, 2021.

BERTONI, L. C. **Clínica de Alergia Respiratória. História Natural: Alergia ao Trigo (AT)**. Londrina- PR, 2016. Disponível em: <www.alergiarespiratoria.com.br>

BEST, D. 10 Things to know about pulses. **Cereal Foods World**, v. 58, n. 2, p. 105–107, 2013.

BIESIEKIERSKI, J. R. What is gluten? **Journal of Gastroenterology and Hepatology (Australia)**, v. 32, p. 78–81, 2017.

BOLARINWA, I. F.; OYESIJI, O. O. Gluten free rice-soy pasta: proximate composition, textural properties and sensory attributes. **Heliyon**, v. 7, n. 1, p. e06052, 2021.

BOUASLA, A.; WÓJTOWICZ, A. Gluten-free rice instant pasta: Effect of extrusion-cooking parameters on selected quality attributes and microstructure. **Processes**, v. 9, n. 4, p. 1–11, 2021.

BOURNE, M. **Food texture and viscosity**. 2 nd, ed. Londres, U.K.: Academic Press, 1982.

BOZDOGAN, N.; KUMCUOGLU, S.; TAVMAN, S. Investigation of the effects of using quinoa flour on gluten-free cake batters and cake properties. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 2, p. 683–694, 2019.

BRANDÃO, S. S.; LIRA, H. DE L. **Técnico em Alimentos. Tecnologia de panificação e confeitaria**. Recife: EDUFRPE, 2011.

BRASIL. **RESOLUÇÃO-RDC N°93, DE 31 DE OUTUBRO DE 2000. Dispõe sobre o Regulamento técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Massa Alimentícia**. Ministério da Saúde- ANVISA, , 2000.

BRASIL. **RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA- RDC N° 344, DE 13 DE DEZEMBRO DE 2002**. Ministério da Saúde - MS Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, , 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento BINAGRI - SISLEGIS- REGULAMENTO TÉCNICO DE IDENTIDADE E QUALIDADE DA FARINHA DE TRIGO. p. 8–11, 2005a.

BRASIL. **RESOLUÇÃO-RDC N° 263, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005. REGULAMENTO TÉCNICO PARA PRODUTOS DE CEREAIS, AMIDOS, FARINHAS E FARELOS**. p. 14–17, 2005b.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 38 de 30 de novembro de 2010. Estabelece o Regulamento Técnico do Trigo- BINAGRI - SISLEGIS-Brasília-DF.**, 2010.

BRASIL. **RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA- RDC N° 26, DE 02 DE JULHO DE 2015. Dispõe sobre os requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias alimentares**. Ministério da Saúde- ANVISA, , 2015a.

BRASIL. **Ministério da Saúde. PORTARIA N° 1149, DE 11 DE NOVEMBRO DE 2015. Aprova o Protocolo clínico e Diretrizes terapêuticas da Doença Celíaca**. Secretaria de Atenção à Saúde., , 2015b. Disponível em: <www.saude.gov.br/sas>

BRASIL. **RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - RDC N° 604, DE 10 DE**

FEVEREIRO DE 2022.Ministério da Saúde - MS/ Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, , 2022.

BRESCIANI, A. et al. Pasta from yellow lentils: How process affects starch features and pasta quality. **Food Chemistry**, v. 364, n. April, p. 130387, 2021.

CABANILLAS, B. Gluten-related disorders: Celiac disease, wheat allergy, and nonceliac gluten sensitivity. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 60, n. 15, p. 2606–2621, 2020.

CABRERA-CHAVEZ, F. et al. Prevalence of self-reported gluten sensitivity and adherence to gluten-free diet in argentinian adult population. **Nutrients**, v. 9 (1), n. 81, 2017.

CAIO, G. et al. Effect of Gluten-Free Diet on Gut Microbiota Composition in Patients with Celiac Disease and Non-Celiac Gluten/wheat Sensitivity. **Nutrients**, v. 12, n. 1832, p. 1–23, 2020.

CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. Novel approaches in gluten-free breadmaking: Interface between food science, nutrition, and health. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13 (5), p. 871–890, 2014.

CASTRO-ANTUNES, M. M. et al. Celiac disease in first-degree relatives of patients. **Jornal de Pediatria**, v. 86, n. 4, p. 331–336, 2010.

CAYRES, C. A.; ASCHERI, J. L. R.; COUTO, M. A. P. G. Evaluation of nutritional characteristics and consumers' acceptance of gluten-free sweet biscuits made from rice-based pregelatinized composite flours containing orange pomace and soy protein isolate. **SN Applied Sciences**, v. 3, n. 2, p. 1–13, 2021.

CERVINI, M. et al. Potential application of resistant starch sorghum in gluten-free pasta: Nutritional, structural and sensory evaluations. **Foods**, v. 10, n. 5, p. 1–11, 2021.

CHAMP, M. et al. Advances in dietary fibre characterisation. 1. Definition of dietary of dietary fibre, physiological relevance, health benefits and analytical aspects. **Nutrition Research Reviews**, v. 16, n. 1, p. 71–82, 2003.

CIABOTTI, S. et al. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de lipoxigenase. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 920–929, 2006.

CIUDAD-MULERO, M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacity of extruded snack-type products developed from novel formulations of lentil and nutritional yeast flours. **Food & Function**, v. 9, n. 2, p. 819–829, 2018.

CNA. **Grão de Bico.**Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil., 2022. Disponível em: <[https://cnabrasil.org.br/cna-pulses/page8.html#:~:text=Pertencente à espécie Cicer arietinum,bico \(Cicer arietinum L.\)](https://cnabrasil.org.br/cna-pulses/page8.html#:~:text=Pertencente à espécie Cicer arietinum,bico (Cicer arietinum L.)>)>

COMETTANT-RABANAL, R. et al. Extruded whole grain flours and sprout millet as functional ingredients for gluten-free bread. **Lwt**, v. 150, n. March, 2021.

CONSUMO, M. &. **Consumo de produtos sem glúten cresce no país.**Mercado e consumo. Foodservice, notícias, , 2019. Disponível em: <<https://mercadoconsumo.com.br/2019/05/07/consumo-de-produtos-sem-gluten-cresce-no-pais/>>

COSTA FILHO, D. V. et al. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de

- subprodutos. **II Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER - PDVAgro**, p. 8, 2017.
- COSTA, M. DAS G. et al. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 220–225, 2008.
- COSTANTINI, M. et al. Kabuli and apulian black chickpea milling by-products as innovative ingredients to provide high levels of dietary fibre and bioactive compounds in gluten-free fresh pasta. **Molecules**, v. 26, n. 15, 2021.
- DAS, A. B.; BHATTACHARYA, S. Characterization of the batter and gluten-free cake from extruded red rice flour. **LWT - Food Science and Technology**, v. 102, p. 197–204, 2019.
- DAVIS, W. **Wheat Belly: lose the wheat, lose the weight, and find your path back to health**. New York, NY: [s.n.].
- DAY, L. Proteins from land plants- Potential resources for human nutrition and food security. **Trends Food Sci. Technol.**, v. 32, p. 25–42, 2013.
- DE LIMA, B. R.; BOTELHO, R. B. A.; ZANDONADI, R. P. Gluten-Free Pasta: Replacing Wheat with Chickpea. **Journal of Culinary Science and Technology**, v. 17, n. 1, p. 1–8, 2017.
- DELCOUR, A. et al. Wheat gluten functionality as a quality determinant in cereal-based food products. **Annu. Rev. Food Sci. Technol.**, v. 3, p. 469– 92., 2012.
- DHEN, N. et al. Particle size distribution of soy flour affecting the quality of enriched gluten-free cakes. **LWT - Food Science and Technology**, 2015.
- DHINGRA, S.; JOOD, S. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour. **J. Food Chem.**, v. 77, p. 479–488, 2004.
- DRAKULA, S. et al. Alteration of phenolics and antioxidant capacity of gluten-free bread by yellow pea flour addition and sourdough fermentation. **Food Bioscience**, v. 44, n. October, p. 101424, 2021.
- DU, S. et al. Physicochemical and functional properties of whole legume flour. **LWT - Food Science and Technology**, v. 55, p. 308–313, 2014.
- EL-DASH, A.; MIRANDA DE, M. Z. Farinha integral de trigo germinado. Características Nutricionais e estabilidade ao armazenamento. **Cien. Tecnol. Alim**, v. 22, n. 3, p. 216–223, 2002.
- EMBRAPA. **Feijão**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, , 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agrossilvipastoril/sitio-tecnologico/trilha-tecnologica/tecnologias/culturas/feijao>>
- FAO. **Food Loss Analysis: Causes and Solutions**. [s.l.] Food and agriculture organization of the United Nations., 2018.
- FAO. Food outlook- biannual report on global food markets: june 2020. **Food Outlook**, v. 1, 2020.
- FAO. **Quinoa International Year**. Food and agriculture organization of the United Nations., , 2022a. Disponível em: <<https://www.fao.org/quinoa-2013/press-room/news/detail/es/>>
- FAO. **Traditionals Crops/ Amaranth**. Food and agriculture organization of the United

Nations., , 2022b. Disponível em: <<https://www.fao.org/traditional-crops/amaranth/en/>>

FAO. **Cultivos tradicionais/ Trigo Sarraceno común.** Food and agriculture organization of the United Nations., , 2022c. Disponível em: <<https://www.fao.org/traditional-crops/buckwheat/es/>>

FAO. **World Pulses Day.** Food and agriculture organization of the United Nations., , 2022d. Disponível em: <<https://www.fao.org/world-pulses-day/en/>>

FENACELBRA. **Desordens relacionadas ao glúten: Alergia ao trigo.** Federação Nacional das Associações de Celíacos do Brasil, , 2021a. Disponível em: <<https://www.fenacelbra.com.br/alergia-ao-trigo>>

FENACELBRA. **Desordens relacionadas ao glúten: Doença Celíaca.** Federação Nacional das Associações de Celíacos do Brasil, , 2021b. Disponível em: <<https://www.fenacelbra.com.br/doenca-celiaca>>

GAMBUS, F. et al. Quality of gluten-free supplemented cakes and biscuits. v. 60, n. September, 2009.

GLUTEN FREE, B. **Taxas de crescimento dos produtos saudáveis são as maiores do mercado.** 11^a Edição Gluten Free Brasil., , 2022. Disponível em: <<https://www.glutenfreebrasil.com/taxas-de-crescimento-dos-produtos-saudaveis-sao-as-maiores-do-mercado/>>

GRIGELMO-MIGUEL, N.; CARRERAS, BOLADERAS, E.; MARTIN-BELLOSO, O. Development of high fruit-dietary fiber muffins. **Eur Food Res Technol**, v. 210 (2), p. 123–128, 1999.

GUTIÉRREZ, T. J. Plantain flours as potential raw materials for the development of gluten-free functional foods. **Carbohydrate Polymers**, v. 202, n. July, p. 265–279, 2018.

HAMDANI, A. M.; WANI, I. A.; BHAT, N. A. Gluten free cookies from rice-chickpea composite flour using exudate gums from acacia, apricot and karaya. **Food Bioscience**, v. 35, p. 100541, 2020.

JAGELAVICIUTE, J.; CIZEIKIENE, D. The influence of non-traditional sourdough made with quinoa, hemp and chia flour on the characteristics of gluten-free maize/rice bread. **Lwt**, v. 137, n. October 2020, p. 110457, 2021.

JUKANTI, A. K. et al. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. **Journal Nutr.**, v. 108, p. S11–S26, 2012.

JUSTO, F. **A confeitaria no Brasil. Conheça como as delícias da confeitaria chegaram e estabeleceram-se no nosso país.** Jornal da Economia online, , 2015. Disponível em: <<https://jeonline.com.br/coluna/1112/a-confeitaria-no-brasil#:~:text=O primeiro bolo de farinha,café ou vinho do Porto.>>

KIRBAS, Z.; KUMCUOGLU, S.; TAVMAN, S. Effects of apple , orange and carrot pomace powders on gluten- free batter rheology and cake properties. **J. Food Sci. Technol.**, v. 56, n. 2, p. 914–926, 2019.

KIRINUS, P.; COPETTI, C.; OLIVEIRA, V. R. Utilização de farinha de soja (*Glycine max*) e de quinoa (*chenopodium quinoa*) no preparo de macarrão caseiro sem glúten. **Alimentação e Nutrição**, v. 21, n. 4, p. 555–561, 2010.

KRKOSKOVÁ, B.; MRÁZOVÁ, Z. Prophylactic components of buckwheat. **Food Research**

International, v. 38, p. 561–568, 2005.

KUCEK, L. K. et al. A grounded guide to gluten: how modern genotypes and processing impact wheat sensitivity. **Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.**, v. 14, p. 285–302, 2015.

KUCEK, L. K.; VEENSTRA, L. D. A grounded guide to gluten: how modern genotypes and processing impact wheat sensitivity. **Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.**, v. 14, p. 285–302, 2015.

LAO, Y. et al. Effect of Sweet Corn Residue on Micronutrient Fortification in Baked Cakes. **Foods**, v. 8, n. 260, p. 1–13, 2019.

LEE, D. P. S.; GAN, A. X.; KIM, J. E. Incorporation of biovalorised okara in biscuits: Improvements of nutritional, antioxidant, physical, and sensory properties. **Lwt**, v. 134, n. July, p. 109902, 2020.

LEE, S.; INGLETT, G. E. Rheological and physical evaluation of jet-cooked oat bran in low calorie cookies. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 41 (5), p. 553–559, 2006.

LEONEL, M. et al. Blends of cassava starch with banana flours as raw materials for gluten-free biscuits. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 4, p. 2293–2311, 2021.

LOUREIRO, J. F. G. **Impacto da granulometria do farelo de arroz nas características tecnológicas e sensoriais de alimentos sem glúten**. Lisboa Instituto Superior de Agronomia., , 2015.

LUO, S. et al. The quality of gluten-free bread made of brown rice flour prepared by low temperature impact mill. **Food Chemistry**, v. 348, n. October 2020, p. 129032, 2021.

MAGALHAES, P. C.; SOUZA, T. C. DE. **Sistema de Produção Embrapa. Cultivo do Milho**. EMBRAPA MILHO E SORGO, , 2021. Disponível em:
<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8>

MAINA, J. W. Analysis of the factors that determine food acceptability. **The Pharma Innovation Journal**, v. 7, n. 5, p. 253- 257., 2018.

MANDARINO, J. M. G. **Componentes do trigo: características físico-químicas, funcionais e tecnológicas** Londrina, PR-EMBRAPA, , 1994.

MARIANI, M. et al. Elaboração e avaliação de biscoitos sem glúten a partir de farelo de arroz e farinhas de arroz e de soja. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, p. 70–78, 2015.

MARINHO, J. D. L. et al. Wheat yield and seed physiological quality affected by initial seed vigor , sowing density , and environmental conditions. **Ciências agrárias**, v. 42, p. 1595–1614, 2021.

MARTÍNEZ-VILLALUENGA, C.; PEÑAS, E.; HERNÁNDEZ-LEDESMA, B. Pseudocereal grains: Nutritional value, health benefits and current applications for the development of gluten-free foods. **Food and Chemical Toxicology**, v. 137, n. 111178., 2020.

MARTINS, J. et al. Estudo da absorção de água em misturas de farinhas de trigo de diferentes marcas comerciais. **Revista verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável**, 2012.

- MIEDZIANKA, J. et al. Comparative evaluation of the antioxidant, antimicrobial and nutritive properties of gluten-free flours. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1–9, 2021.
- MISHRA, P.; BHATT, D. K. Development of quality characteristics of dried pasta enriched with soya protein isolate powder. **IOSR J. Environ. Sci, Toxicol. Food Technol.**, v. 11, p. 1–6, 2017.
- MOLLAKHALILI-MEYBODI, N. et al. Prebiotic wheat bread : Technological , sensorial and nutritional perspectives and challenges. **LWT**, v. 149, n. April, p. 111823, 2021.
- MORAES, G.; TEIXEIRA, Y. **Mercado de Alimentos sem glúten: Por quê investir?** Mult, , 2021. Disponível em: <<https://consultoriamult.com.br/blog/alimentos-sem-gluten/>>
- MORALES, P. et al. Lentil flour formulations to develop new snack-type products by extrusion processing: Phytochemicals and antioxidant capacity. **Journal of Functional Foods**, v. 19, p. 537–544, 2015.
- MORONI, A. V. et al. Impact of sourdough on buckwheat flour, batter and bread: biochemical, rheological and textural insights. **J. Cereal. Sci.**, v. 54, p. 195–202, 2011.
- MÜLLER, C. P. et al. Effect of germination on nutritional and bioactive properties of red rice grains and its application in cupcake production. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 25, n. July, p. 100379, 2021.
- MUNIZ, J. G.; SDEPANIAN, V. L.; FAGUNDES NETO, U. Prevalência da predisposição genética para doença celíaca nos doadores de sangue em São Paulo, Brasil. **Arquivos de Gastroenterologia**, v. 53, n. 4, p. 267–272, 2016.
- MUTHUKUMAR, J. et al. Food and food products associated with food allergy and food intolerance – An overview. **Food Research International**, v. 138, n. PB, p. 109780, 2020.
- MUZQUIZ, M. et al. Bioactive compounds in legumes: Pronutritive and antinutritive actions. **Phytochemistry Reviews**, v. 11, n. 2, p. 227–244, 2012.
- NAQASH, F. et al. Gluten-free baking: Combating the challenges- A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 66, p. 98–107, 2017.
- NUSS, E. T.; TANUMIHARDJO, S. A. Maize: a Paramount staple crop in the context of global nutrition. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 9, p. 417–436, 2010.
- O'SHEA, N. et al. Modelling the effects of orange pomace using response surface design for gluten-free bread baking. **Food Chemistry**, v. 166, p. 223–230, 2015.
- OLIVEIRA, L. DE L. DE et al. Physical, chemical, and antioxidant analysis of sorghum grain and flour from five hybrids to determine the drivers of liking of gluten-free sorghum breads. **Lwt**, v. 153, 2022.
- OLIVEIRA, I. M. et al. Utilização de farinhas alternativas em produtos de panificação: uma revisão literária. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. 1–27, 2020.
- OLIVEIRA, J.; SOUZA, N. T.; POLESI, L. F. Elaboração De Massa Alimentícia Sem Glúten a Partir De Farinha De Babaçu E Pupunha: **Tecnologia de Alimentos: Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos**, v. 2, p. 259–278, 2020.
- OSTERMANN-PORCEL, M. V. et al. Evaluation of gluten - free layer cake quality made with okara flour. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 14, n. 3, p.

1614–1622, 2020.

OSUNDAHUNSI, O. F.; AMOSU, D.; IFESA, B. O. T. Quality evaluation and acceptability of soy-yoghurt with different colours and fruit flavours. **Am. J. Food Technol.**, v. 2, p. 273–280, 2007.

ÖZER, E. A. Optimization of gluten free cookies produced with nutritious ingredients: Evaluating a new food product. **Journal of Food Processing and Preservation**, n. June 2021, p. 1–10, 2022.

PACE, T. **Cultura do trigo sarraceno: história, botânica e economia.** Rio de Janeiro Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola, , 1964.

PAESANI, C.; BRAVO-NÚÑEZ, Á.; GÓMEZ, M. Effect of stabilized wholegrain maize flours on the quality characteristics of gluten-free layer cakes. v. 135, n. April 2020, 2021.

PALAVECINO, P. M. et al. Gluten-free sorghum pasta: starch digestibility and antioxidant capacity compared with commercial products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 3, p. 1351–1357, 2018.

PATIL, S. S. et al. Effect of extruded finger millet (*Eleusine coracana* L.) on textural properties and sensory acceptability of composite bread. **Food Bioscience**, v. 14, p. 62–69., 2016.

PAYNE, P. I. Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on breadmaking quality. **Annu. Rev. Plant Physiol.**, v. 38, n. 53–141, 1987.

PEREIRA, D.; CORREIA, P. M.; GUINE, R. P. Analysis of the physical-chemical and sensorial properties of maria type cookies. **Acta Chimica Slovaca.**, v. 6, n. 2, p. 269–280, 2013.

PESSANHA, K. L. F. et al. Impact of whole millet extruded flour on the physicochemical properties and antihyperglycemic activity of gluten free bread. **Lwt**, v. 147, n. April, 2021.

PIETZAK, M. Celiac disease, wheat allergy, and gluten sensitivity: When gluten free is not a fad. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 36, p. 68S-75S, 2012.

PÍŠARÍKOVÁ, B.; KRÁČMAR, S.; HERZIG, I. Amino acid contents and biological value of protein in various amaranth species. **Czech J Anim**, v. 50, p. 169–174, 2005.

POMPEU, A. S. Melhoramento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: **Bulisanani, E. A. Feijão: fatores de produção e qualidade.** [s.l: s.n.]. p. 1–28.

PONTIERI, P. et al. Sorghum, a healthy and gluten-free food for celiac patients as demonstrated by genome, biochemical, and immunochemical analyses. **Journal of Agricultural and Food Chemistry.**, v. 61, p. 2565- 2571., 2013.

PYCARELLE, S. C. et al. Wheat (*Triticum aestivum* L.) flour free lipid fractions negatively impact the quality of sponge cake. **Food Chemistry**, v. 271, n. July 2018, p. 401–409, 2019.

QIN, W. et al. Influence of damaged starch on the properties of rice flour and quality attributes of gluten-free rice bread. **Journal of Cereal Science**, v. 101, n. July, p. 103296, 2021.

QUEIJI, M. F. D.; SCHEMIN, M. H. C.; TRINDADE, J. L. . Propriedades reológicas da massa de farinha de trigo adicionada de alfa-amilase. **Ciências exatas e da terra, agrárias e engenharias.**, v. 12, n. 2, p. 21–29, 2006.

- QUEIROZ, A. M. et al. Elaboração e caracterização de cookies sem glúten enriquecidos com farinha de coco: uma alternativa para celíacos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017.
- RABINOWITZ, L. G. et al. Skepticism Regarding Vaccine and Gluten-Free Food Safety Among Patients with Celiac Disease and Non-celiac Gluten Sensitivity. **Digestive Diseases and Sciences**, v. 63, n. 5, p. 1158–1164, 2018.
- RACHWA-ROSIK, D.; NEBESNY, E.; BUDRYN, G. Chickpeas-composition, nutritional value, health benefits, application to bread and snacks: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 55, p. 1135–1143, 2015.
- RIBEIRO, T. H. S. et al. Physicochemical and sensory characterization of gluten-free fresh pasta with addition of passion fruit peel flour. **Ciencia Rural**, v. 48, n. 12, p. 1–9, 2018.
- RIBOTTA, P. D. et al. Production of gluten-free bread using soybean flour. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 84, n. 14, p. 1969–1974, 2004.
- ROSELL, C. M.; SANTOS, E.; COLLAR, C. Physico-chemical properties of commercial fibres from different sources: A comparative approach. **Food Research International**, v. 42, n. 1, p. 176–184, 2009.
- ROTHSCHILD, J. et al. Influence of quinoa roasting on sensory and physicochemical properties of allergen-free , gluten-free cakes. **Food Science and Technology**, v. 50, p. 1873–1881, 2015.
- SANTIAGO-RAMOS, D. et al. Physicochemical properties of nixtamalized black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flours. **Food Chemistry**, v. 240, n. February 2017, p. 456–462, 2018.
- SANTOS, F. G. et al. The impact of dough hydration level on gluten-free bread quality: A case study with chickpea flour. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 26, n. February, p. 100434, 2021a.
- SANTOS, F. G. et al. An integrated instrumental and sensory approach to describe the effects of chickpea flour, psyllium, and their combination at reducing gluten-free bread staling. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 28, p. 2214–2894, 2021b.
- SCARPATO, E. et al. Efficacy of the gluten free diet in the management of functional gastrointestinal disorders: A systematic review on behalf of the Italian Society of Paediatrics. **Italian Journal of Pediatrics**, v. 45, n. 1, p. 1–11, 2019.
- SCHEUER, P. M. et al. Trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 48, p. 211–222, 2011.
- SCHMIELE, M. et al. Massa alimentícia sem glúten com elevado teor proteico obtida por processo convencional. **Ciência Rural**, v. 43, n. 5, p. 908–914, 2013.
- SCIARINI, L. et al. Incorporation of several additives into gluten free breads: Effect on dough properties and bread quality. **Food Bioprocess Technol.**, v. 5, p. 1724–1732, 2012.
- SHEVKANI, K. et al. Cowpea protein isolates: functional properties and application in gluten-free rice muffins. **LWT-Food Sci. Technol**, v. 63, n. 2, p. 927–933, 2015.
- SHEWRY, P. R.; LOOKHART, G. L. **Wheat gluten protein analysis American Association of Cereal Chemists**. St Paul, Minnesota, 2003.
- SHIOZAWA, S. et al. Produção E Caracterização De Massas Alimentícias Com Substituição

Parcial Da Semolina De Trigo Durum Por Farinha De Feijão Fradinho E De Arroz. **Journal of Engineering and Business**, p. 56–66, 2020.

SILVA, D. B. et al. **Avaliação de genótipos de mourisco na região do cerrado/Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, , 2002.

SILVA, D. W.; BOLINI, H. M. A.; CLERICI, M. T. P. S. Gluten-free rice & bean biscuit: characterization of a new food product. **Heliyon**, v. 7, n. 1, p. 1–14, 2021.

SILVA, G. B. DA. **Você conhece o trigo mourisco ou trigo sarraceno?** Instituto Agro. Excelência no Agronegócio, , 2019. Disponível em: <<https://institutoagro.com.br/trigo-mourisco-ou-trigo-sarraceno/>>

SILVA, O. F. DA; WANDER, A. E. O feijão-comum no Brasil: passado, presente e futuro. **Embrapa Arroz e Feijão**, v. 287, p. 1–63, 2013.

SILVA, I. G. et al. Elaboration and sensory analysis of cookies made from avocado lump flour. **Brazilian Journal of Food Technology**2, v. 22, 2019.

SIMANCA-SOTELO, M. et al. Physico-chemical and sensory characterization of sweet biscuits made with Yacon flour (*Smallanthus sonchifolius*). **NFS Journal**, v. 22, n. December 2020, p. 14–19, 2021.

SINGH, N.; SINGH, S.; SHEVKANI, K. maize: Composition, bioactive constituents, and unleavened bread. In: **V. R. Preedy, & R. R. Watson (Eds.), Flour and breads and their fortification in health and disease prevention**. 2nd. ed. [s.l.] Academic Press., 2019. p. 111–121.

SOUSA, I. M. N. et al. A reologia dos produtos alimentares. In: **Reologia e suas aplicações industriais**. Lisboa.: Instituto Piaget., 2001. p. 131–157.

SOZER, N.; HOLOPAINEN-MANTILA, U.; POTANEN, K. Traditional and new food uses of pulses. **Cereal Chem**, v. 94, n. 1, p. 66–73, 2017.

STEADMAN, K. J. et al. Minerals, phytic acid, tannin and rutin in buckwheat seed milling fractions. **J Sci Food Agric**, v. 81, p. 1094–1100, 2001.

SUNG, W. C. et al. Incorporation of chia seed flour into gluten-free rice layer cake : Effects on nutritional quality and physicochemical properties. v. 0, 2020.

THAKUR, P.; KUMAR, K.; DHALIWALL, H. S. Nutritional facts, bio-active components and processing aspects of pseudocereals: A comprehensive review. **Food Bioscience**, v. 42, n. 101170., 2021.

TORBICA, A.; BELOVIĆ, M.; TOMIĆ, J. Novel breads of non-wheat flours. **Food Chemistry**, v. 282, n. December 2018, p. 134–140, 2019.

TORBICA, A.; HADNADEV, M.; DAPCEVIC, T. Rheological, textural and sensory properties os gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. **Food Hydrocolloids**, v. 24, p. 626–632, 2010.

TURNBULL, J. L.; ADAMS, H. N.; GORARD, D. A. Review article: The diagnosis and management of food allergy and food intolerances. **Alimentary Pharmacology and Therapeutics**, v. 41, p. 3–25, 2015.

UNGUREANU-IUGA, M.; DIMIAN, M.; MIRONEASA, S. Development and quality evaluation of gluten-free pasta with grape peels and whey powders. **Lwt**, v. 130, n. June,

2020.

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.

WANG, R. et al. Pasting, thermal, and rheological properties of rice starch partially replaced by inulin with different degrees of polymerization. **Food Hydrocolloids**, v. 92, p. 228–232, 2019.

WANG, S.; WU, W. Effect of defatted soy and peanut flour obtained by new aqueous method on quality of gluten-free cookies. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 46, n. 3, p. 1–8, 2022.

WGO. **Diretrizes Globais da Organização Mundial de Gastroenterologia: Doença celíaca**, 2016. Disponível em: <<https://www.worldgastroenterology.org/guidelines/ceeliac-disease>>

WIJNGAARD, H. H.; ARENDT, E. K. Buckwheat. **Cereal Chem**, v. 83, n. 4, p. 391–401, 2006.

WILLIAMS, J. T.; BRENNER, D. Grain amaranth (*Amaranthus* species). In: WILLIAMS, J. T. (Ed.). . **Cereals and pseudocereals**. Chapman and ed. London: [s.n.]. p. 129–186.

WU, S.-C. et al. The Effect of Tamarind Seed Gum on the Qualities of Gluten-Free Cakes. **Journal processes**, v. 8, p. 318, 2020.

YILMAZ, V. A.; KOCA, İ. Development of gluten-free corn bread enriched with anchovy flour using TOPSIS multi-criteria decision method. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 22, n. October, 2020.

ZANCHETA, M. B. et al. Impaired bone microarchitecture improves after one year on gluten-free diet: A prospective longitudinal HRpQCT study in women with celiac disease. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 32 (1), p. 135–142, 2017.

ZANNINI, E. et al. Functional replacements for gluten. **Ann. Rev. Food. Sci. Technol.**, v. 3, p. 227- 245., 2012.