



UM ESTUDO SOBRE DIFERENTES FARINHAS SEM GLÚTEN E POSSÍVEIS APLICAÇÕES

A STUDY REGARDS DIFFERENT GLUTEN-FREE FLOURS AND POSSIBLE APPLICATIONS

Rebecca Cardillo Diniz^{1, i}

Alan Tavella^{2, ii}

Joyce Regina de Barros^{3, iii}

Sandra Emi Kitahara^{4, iv}

Maria Luiza Marchiori Visintin Formigoni^{5, v}

Data de submissão: (06/08/2023) Data de aprovação: (15/9/2023)

RESUMO

A doença celíaca é uma doença genética autoimune, que é desencadeada pela ingestão do glúten. Atualmente o único tratamento para esta doença é a exclusão total da proteína na alimentação da pessoa que possui esta condição. Apesar do crescimento por produtos sem glúten, o mercado ainda carece de produtos com características sensoriais agradáveis. O produto mais procurado pelo público celíaco é o pão, seguido por bolachas. Este trabalho traz uma revisão bibliográfica apresentando possíveis substituições de farinhas à farinha de trigo, trazendo formas de aplicação e seus resultados em produtos de panificação e confeitaria. Nesse estudo foram analisados dezoito artigos, sendo três artigos para cada alternativa. As farinhas estudadas foram: de sorgo, zeína, quinoa, trigo sarraceno e grão de bico. Também foi estudado o uso da goma xantana, como alternativa para dar estrutura. A análise da revisão da literatura indicou que a zeína foi a melhor opção para substituição, uma vez que, possui propriedades viscoelásticas similares as do glúten, podendo ser adicionada de sorgo.

Palavras-chave: doença celíaca; glúten; farinhas sem glúten; panificação; zeína; sorgo.

ABSTRACT

Celiac disease is a genetic autoimmune disease that is triggered by the ingestion of gluten. Currently the only treatment for this disease is the total exclusion of protein from the diet of the person with this condition. Despite the growth of gluten-free products, the market still lacks products with pleasant sensory characteristics. The most popular product by the celiac

¹ Pós-Graduada em Desenvolvimento de Novos Produtos Alimentícios na Faculdade SENAI-SP - Campus Horácio Augusto da Silveira. E-mail: rebeccacardillo@gmail.com

² Pós-graduado e Docente nos cursos de graduação e pós-graduação na Faculdade SENAI-SP - Campus Horácio Augusto da Silveira. E-mail: alan.tavella@sp.senai.br

³ Mestre e Docente nos cursos de graduação e pós-graduação na Faculdade SENAI-SP - Campus Horácio Augusto da Silveira. E-mail: joyce.regina@sp.senai.br

⁴ Doutora e Docente nos cursos de graduação e pós-graduação na Faculdade SENAI-SP - Campus Horácio Augusto da Silveira. E-mail: sandra.emi@sp.senai.br

⁵ Doutora e Coordenadora nos cursos de graduação e pós-graduação na Faculdade SENAI-SP - Campus Horácio Augusto da Silveira. E-mail: maria.formigoni@sp.senai.br



public is bread, followed by biscuits. This work presents a bibliographical review presenting possible flour substitutions for wheat flour, bringing ways of application and their results in bakery and confectionery products. In this study, eighteen articles were analyzed three articles for each alternative. The flours studied were sorghum, zein, quinoa, buckwheat and chickpea. The use of xanthan gum was also studied as an alternative to provide structure. The analysis of the literature review indicated that zein was the best option for substitution, since it has similar viscoelastic properties to gluten and can be added to sorghum.

Keywords: celiac disease; gluten; gluten free flours; baking; zein; sorghum.

1 INTRODUÇÃO

A farinha de trigo é o principal ingrediente utilizado na panificação, devido às suas características reológicas de extensibilidade, elasticidade, viscosidade e retenção de gás. Essas características auxiliam na qualidade, aparência, estrutura e durabilidade do produto final e são proporcionadas pelas proteínas do glúten: gliadina e glutenina (PREICHARDT *et al*, 2020; SANTOS, SILVA, VICENZI, 2020; SANTOS *et al*, 2020). A gliadina é responsável pela consistência e viscosidade da massa, e a glutenina é proporciona elasticidade (SANTOS *et al*, 2019).

Algumas pessoas apresentam uma doença autoimune de predisposição genética, que é desencadeada pela ingestão do glúten, denominada doença celíaca (PREICHARDT *et al*, 2020; TEIXEIRA *et al*, 2020). Esta doença afeta 1% da população mundial (SANTOS *et al*, 2020), estima-se que 2 milhões de brasileiros sejam portadores (ARANTES, 2021) e o único tratamento existente é a exclusão de alimentos que contenham essa proteína (COSTA *et al*, 2021).

O glúten proporciona propriedades viscoelásticas às massas e sua exclusão traz à indústria alimentícia um grande desafio tecnológico (TEIXEIRA *et al*, 2020; HERCULANO *et al*, 2021) Alguns substitutos muito utilizados na produção de alimentos sem glúten são a farinha de arroz e de a farinha de milho, mas ambas não são tão eficientes para reter o ar e fazer com que o produto alcance um volume adequado, essas farinhas também possuem um alto teor de carboidratos e são pobres em proteínas, fibras, vitaminas e minerais (PREICHARDT *et al*, 2020; ARANTES, 2021; SILVA *et al*, 2019). A farinha de arroz não possui boas características tecnológicas, uma vez que proporciona alimentos com baixa coesividade, já a farinha de milho faz com que os alimentos não apresentem qualidade de cocção, e faz com que as massas fiquem com aspecto “pegajoso” (ROCHA, 2020).

A busca por produtos sem glúten tem crescido cada vez mais, mas ainda existe falta de produtos com essa característica no mercado, o que torna a aderência à dieta mais árdua (COSTA *et al*, 2021). A maior dificuldade do mercado celíaco é encontrar bons produtos sem glúten, com características sensoriais prazerosas a um preço acessível (DE OLIVEIRA *et al*, 2021). O produto mais buscado por este tipo de mercado é o pão, seguido por bolachas, biscoitos, macarrão e pizza (SANTOS *et al*, 2020).

Essa defasagem no mercado mostra a importância de a área de alimentos estudar tecnologias e ingredientes que possam ser utilizados na produção de alimentos sem glúten, uma vez que, quem consome este tipo de produto busca pelas mesmas características de um produto que contém a proteína.



Ao substituir a farinha de trigo em produtos voltados a este mercado é importante utilizar farinhas sem glúten e sem risco de contaminação cruzada, e substitutos que possuam boa quantidade de proteína, fibras, vitaminas e sais minerais visando melhorar a propriedade nutricional, (MORAES, 2021), uma vez que a farinha de trigo vendida no Brasil é obrigatoriamente enriquecida com ferro e ácido fólico (ANVISA, 2021). O uso de ingrediente com maiores quantidades de proteínas e fibras irá ajudar o consumidor celíaco a consumir o valor nutricional que ele necessita (ARANTES, 2021). Além disso, a adição de proteínas pode proporcionar coesividade e estabilidade ao produto final (ROCHA, 2020).

Considerando que o único tratamento da doença celíaca seja uma dieta totalmente isenta de glúten, foi desenvolvido este trabalho que busca apresentar uma revisão bibliográfica de possíveis substitutos à farinha de trigo para que os portadores dessa doença possam ter mais opções de alimentos em produtos de panificação e confeitaria.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Existem muitos grãos que são naturalmente sem glúten e podem ser utilizados em substituição a farinha de trigo, como o sorgo, a zeína, a quinoa, o trigo sarraceno e o grão de bico. No entanto, o uso desses substitutos, podem influenciar na estrutura do produto, sendo necessário a adição de ingredientes, como por exemplo hidrocoloides, que inclui a goma xantana e carboximetilcelulose entre outros (TEIXEIRA *et al*, 2020; HERCULANO *et al*, 2021; NUNES, 2018).

Hidrocoloides, são polissacarídeos que auxiliam na estrutura de massas sem glúten atuando como agentes de gelificação. Também podem auxiliar na capacidade de retenção de gás, viscosidade, textura, estrutura e qualidade final do alimento. Como as propriedades viscoelásticas dos hidrocoloides, filme e espessamento, se assemelham às do glúten (DOS SANTOS *et al*, 2019), o que se observa é sua utilização como apoio à utilização de outra farinha sem glúten. Exemplos de hidrocoloides são a goma xantana, carboximetilcelulose (CMC), proteínas como gelatina, polissacarídeos, amidos e pectinas (TEIXEIRA *et al*, 2020; DOS SANTOS *et al*, 2019; HERCULANO *et al*, 2021; ARANTES, 2021; SANTOS *et al*, 2019; NUNES, 2018).

A seguir são apresentados possíveis substitutos a serem utilizadas em produtos sem glúten relacionando principais benefícios e impactos.

2.1. Sorgo

Apesar do sorgo ser um alimento muito consumido mundialmente, no Brasil não é um ingrediente muito utilizado. O sorgo é um produto sem glúten, com alta quantidade de compostos fenólicos. Pelo fato de ser um grão de digestibilidade lenta, constituído por amido resistente, pode ser um ingrediente potencial na prevenção de doenças crônicas como diabetes, obesidade e câncer (SOARES *et al*, 2019).

A farinha de sorgo ainda pode apresentar bons percentuais de proteínas, fibras e amido resistente. A presença destes compostos mostra que a farinha de sorgo seria uma boa substituição à farinha de trigo, auxiliando na aceitação de produtos de panificação (OLIVEIRA *et al*, 2021). O sorgo possui proteínas que conseguem proporcionar uma massa com



propriedades viscoelásticas similares as do glúten, essas proteínas possuem a capacidade de proporcionar uma rede firme e elástica (ZHANG *et al*, 2022). Além disso, o sorgo, com exceção no teor de fibra alimentar total, apresenta características físicas e químicas que se assemelham ao trigo (ARANTES, 2021).

O fato de o sorgo ser um alimento de sabor neutro proporciona diversas aplicações em produtos de panificação. Este grão possui um baixo custo de produção quando comparado ao milho e ao arroz o que pode tornar os produtos sem glúten mais viáveis economicamente (PAIVA, QUEIROZ, GARCIA, 2019).

Soares *et al* (2019) realizaram um estudo sensorial utilizando farinha de sorgo no desenvolvimento de cookies e pastel e obtiveram boa aceitação. Os autores verificaram que quando os consumidores sabiam sobre os benefícios do sorgo na saúde, sua aceitação sensorial era ainda maior. Em termos de intenção de compra, os cookies receberam avaliações entre “com certeza compraria” e “provavelmente compraria”. Já os pasteis foram avaliados como “tenho dúvidas se compraria” e “provavelmente compraria”. De acordo com os autores, os produtos cookies e pasteis sem glúten possuem um grande potencial comercial.

Oliveira *et al* (2021), desenvolveram um bolo de banana à base de farinha de sorgo e obtiveram também uma boa aceitação do produto. Na intenção de compra o produto foi avaliado como “provavelmente compraria”, e em termos de aceitação o produto foi classificado como gostei moderadamente. Os autores sugerem que a maioria dos provadores gostou e compraria o bolo. Um ponto positivo foi que o odor da farinha de sorgo não se sobressaiu aos demais ingredientes e que o sabor foi considerado agradável pela metade dos provadores.

Os aspectos nutricionais, sensoriais e tecnológicos do sorgo precisam ser mais difundidos para que possa ser mais utilizado em alimentos voltados a pessoas com restrições alimentares (SOARES, *et al*, 2019).

2.2. Zeína

A zeína é uma das mais relevantes proteínas presentes no endosperma do grão de milho, em termos numéricos, corresponde à 60% das proteínas totais do grupo das prolaminas, que possuem alto teor de aminoácidos apolares, proporcionando estrutura hidrofóbica e solúvel em soluções alcoólicas de 60 a 95% de etano (COSTA *et al*, 2021; SANTOS *et al*, 2020). O uso de proteína, em produtos sem glúten, vem sendo estudado com o intuito de auxiliar na qualidade (SANTOS *et al*, 2020).

A zeína pode ser obtida através do uso de solventes de soluções alcoólicas e do agente redutor ácido ascórbico. O percentual de extração da proteína é proporcional à quantidade de ácido ascórbico (SANTOS *et al*, 2020).

A zeína vem se tornando um promissor substituto ao glúten, uma vez que, possui propriedades semelhantes ao glúten como: insolúvel em água e possui a capacidade de formar uma massa viscoelástica, flexível e dobrável quando hidratada e submetida à ação mecânica e temperatura acima da temperatura de transição vítrea. A temperatura de transição vítrea irá depender do teor de umidade da farinha, pureza da proteína e método de extração. Além disso, o glúten e a zeína, em termos estruturais, possuem tipos similares de aminoácidos (ZHANG *et al*, 2022).

A figura 1 mostra como a zeína consegue proporcionar uma massa bem similar à do glúten.

Figura 1. Comparação entre formação de rede expansível da zeína e do glúten



*A - farinha de zeína; B – farinha de zeína hidratada a 25°C com formação de agregados soltos; C – farinha de zeína hidratada a 50°C formando uma rede expansível.

** a – farinha de trigo; b - farinha de zeína hidratada a 25°C com formação de agregados viscoelásticos; c - farinha de trigo hidratada a 50°C formando uma rede expansível.

Fonte: Zhang *et al*, 2022.

A zeína possui como efeito potencial atribuir coloração e firmeza aos produtos (COSTA *et al*, 2021).

Santos *et al* (2020) elaboraram um pão contendo zeína que obtiveram um bom volume final (boa expansão do gás presente na massa), uma boa pontuação na avaliação de textura e uma boa avaliação de sua qualidade, que englobava características internas e externas, aroma e sabor.

Além dos produtos de panificação, a zeína pode ser aplicada em produtos análogos a carne, um mercado que vem crescendo muito nos últimos tempos. Ela pode ser uma opção devido a sua composição nutricional, e também pela capacidade de se formar estruturas fibrosas, a partir desta matéria-prima, além de ser apontada como um ingrediente funcional e viável economicamente (ZHANG *et al*, 2022).

2.3. Quinoa

A farinha de quinoa possui em sua composição proteínas de alto valor biológico (12% de proteína com equilíbrio de aminoácido), alto teor de lipídios, fonte de vitaminas e sais minerais, boa quantidade de flavonoides e ácido fenólico, presença de fibras solúveis e insolúveis), que podem até mesmo ser comparadas com proteínas de origem animal (SANTOS, SILVA, VICENZI, 2020; MORAES, 2019; SILVA *et al*, 2019), sendo assim, ela pode influenciar positivamente no valor nutricional de um produto que a utilize em sua formulação (HERCULANO *et al*, 2021). Uma vantagem deste grão é que ele se adapta facilmente a diferentes condições climáticas, facilitando seu plantio (MORAES, 2019).

Herculano *et al* (2021) elaboraram pães utilizando farinha de quinoa e afirmaram que proporcionou uma maior firmeza ao produto, especialmente no miolo. A firmeza é a força



exigida para que o alimento seja mastigado, ela proporciona a sensação de frescor do alimento. Os autores analisaram diversas características dos produtos finais e observaram que o pão com farinha de quinoa apresentou um maior valor de luminosidade, que é uma característica desejável para pães. A presença de glicose e a maior atividade de α -glicosidase, juntamente com a levedura, impactaram positivamente na aeração da massa. A farinha de quinoa ainda pode aumentar o volume específico do produto e proporcionar bolhas de gás homogêneas no miolo (HERCULANO *et al*, 2021). O volume específico está ligado à capacidade de retenção de gás carbônico e expansão da massa (MARQUES, 2022).

2.4. Trigo sarraceno

Apesar de conter trigo em sua nomenclatura, a farinha de trigo sarraceno é naturalmente sem glúten. Quando comparada com a farinha de trigo, ela é superior nos teores de lisina, ferro, cobre e manganês (SANTOS, SILVA, VICENZI, 2020). A estrutura e composição do trigo sarraceno se assemelha à do trigo comum, podendo ser uma boa alternativa, pois possui proteínas, carboidratos, fibras solúveis, vitaminas do complexo B, minerais e flavonoides (MORAES, 2021).

Santos, Silva e Vicenzi (2020) desenvolveram uma massa sem glúten utilizando um mix de farinhas de quinoa e trigo sarraceno em diferentes proporções e notaram que eles podem ser utilizados na substituição da farinha de trigo. A formulação que continha a maior quantidade de trigo sarraceno foi mais bem avaliada nos quesitos qualidade geral da massa, índice de aceitabilidade e intenção de compra. A formulação com maior teor de farinha de quinoa obteve índice de aceitação superior à 70%, que é o menor valor que um novo produto deve alcançar pelos consumidores ao ser lançado no mercado.

2.5. Grão de bico

O grão de bico é um dos cinco leguminosos mais importantes mundialmente pois apresenta valores nutricionais relevantes para alimentação, como proteínas, carboidratos, minerais e fibras. Ao ser processado, sua farinha pode substituir a farinha de trigo, devido à suas características tecnológicas, sensoriais e físico-químicas. A farinha de grão de bico pode deixar o pão com coloração mais amarelada, devido à Reação de *Maillard*, o que torna o produto mais atrativo, uma vez que os produtos sem glúten possuem em sua maioria coloração mais clara, o que torna o produto menos atrativo (MARQUES, 2022).

Herculano *et al* (2021) elaboraram pães utilizando farinha de grão de bico e notaram que assim como os pães utilizando a farinha de quinoa, os que utilizaram a farinha de grão de bico também obtiveram maior valor de luminosidade. O pão utilizando esta farinha também apresentou uma maior firmeza e coesividade. A junção de proteína de grão de bico e de amido proveniente de outra farinha pode retardar o endurecimento dos pães, uma vez que produtos sem glúten possuem como característica o endurecimento mais rápido da massa ao passar do tempo, do que quando comparado com os produtos com glúten (HERCULANO *et al*, 2021).

2.6. Goma xantana

Ao se preparar produtos sem glúten é importante utilizar uma combinação de farinha e outros ingredientes, pois essa mistura auxilia na textura e aparência do produto final (SANTOS, SILVA, VICENZI, 2020; SANTOS *et al*, 2020). A goma xantana é um bom ingrediente, uma vez que, possui boas propriedades reológicas: atua na retenção de gás e no aumento do volume em produtos de panificação (PREICHARDT *et al*, 2020). Isso ocorre devido ao fato da



formação de uma película interfacial nas fronteiras das células de gás, proporcionando estabilidade às células. Mas para que seja possível obter esse resultado é necessário realizar um bom balanceamento com a proporção de água na formulação (SANTOS *et al*, 2020).

Dentre os tipos de goma xantana é possível encontrar a goma xantana pruni, que possui uma menor concentração de piruvato quando comparada à goma xantana comercial, ambas podem ser utilizadas na panificação (PEREZ, 2021).

Preichardt *et al* (2020) elaboraram um bolo sem glúten utilizando a goma xantana pruni e, quando o comparou à versão com glúten observaram que este ingrediente possibilitou que o bolo sem glúten apresentasse um volume adequado. A goma xantana pruni ainda reduziu a firmeza, tornando o bolo mais macio. A goma xantana pruni apresentou resultados parecidos ao da goma xantana comercial. Os autores chegaram à conclusão de que a goma xantana é um ingrediente que não compromete a qualidade sensorial do produto e pode ser utilizada em bolos sem glúten.

3 METODOLOGIA

Para o presente trabalho, foram selecionados textos da área de Tecnologia de Alimentos a partir da plataforma Google Acadêmico. A palavra-chave inicial foi “farinhas sem glúten”. Esta primeira busca totalizou 10.300 resultados.

Para refinar a busca foi delimitado o período de publicação, de 2018 a 2022, refinando a busca para 4.070 resultados.

Em seguida, foi utilizada a ferramenta “Busca avançada” para excluir trabalhos que estudaram as farinhas de arroz e de milho. As duas farinhas foram excluídas pois já são bastante utilizadas para o processamento de produtos sem glúten. O resultado foi então reduzido para 916 estudos.

Com a mesma ferramenta (Busca avançada) foram selecionados apenas trabalhos que tivessem a palavra “sensorial” pois para o presente trabalho os atributos sensoriais do produto são relevantes. Desta forma, a busca foi refinada para 500 resultados.

Várias opções de substitutos foram estudadas nos trabalhos encontrados. Foram selecionados os substitutos farinhas de sorgo, zeína, quinoa, trigo sarraceno e grão de bico por terem sido utilizados em diferentes tipos de produtos de panificação e com resultados satisfatórios.

Durante a escolha dos trabalhos, observou-se a utilização da goma xantana como coadjuvante de tecnologia, melhorando a estrutura dos produtos de panificação. Por essa razão, foram escolhidos trabalhos que utilizaram a goma xantana para o referido fim.

Finalmente foram selecionados três trabalhos que estudaram diferentes produtos e relataram bons resultados para a substituição realizada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram selecionados dezoito artigos. A partir da comparação desses dezoitos artigos, foi possível a elaboração do quadro 1.



Quadro 1. Estudos desenvolvidos com produtos de panificação isentos de glúten

Composição	Aplicação em produtos	Principais resultados obtidos	Concentração	Referência
Sorgo	Cookies, pastel	Os cookies e o pastel obtiveram boa aceitação sensorial e intenção de compras	25% da formulação	Soares <i>et al</i> (2019).
	Bolo de banana	Não houve percepção no odor nem no sabor do sorgo, sendo considerado agradável. Boa aceitação sensorial e intenção de compra	32% da formulação	Oliveira <i>et al</i> (2021)
	Massa seca	Menor perda de sólidos durante o cozimento, aceitação dos consumidores celíacos nos parâmetros qualidade global, cor, sabor e textura	100% e 50%	Paiva, Queiroz, Garcia (2019)
Zeína	Pão	Coloração, firmeza, bom volume final, boa pontuação na avaliação de textura. Boa avaliação de sua qualidade, que engloba características internas e externas, aroma e sabor.	8,5% e 17%,	Santos <i>et al</i> (2020)
	Pão	Coloração, proporcionou melhor estrutura ao produto final, maciez, maior aprisionamento de ar no miolo do pão, impedindo que fique "murcho" após assado.	3,6 %	Costa <i>et al</i> (2021)
	Macarrão instantâneo	Auxilia no formato e corte da massa. Reduz perdas de massa durante o cozimento.	5%	ZHANG <i>et al</i> (2022)
Quinoa	Brownie	Proporcionou melhor aceitação geral e melhor resultado nas avaliações de odor, sabor, textura e qualidade geral em comparação aos brownies sem a farinha de quinoa. Apresentou um bom potencial de mercado, com maiores índices para "compraria frequentemente"	2, 5 e 7%	Lubschinsk, Santos e Vicenzi (2019)



	Pão	Maior firmeza, luminosidade, boa aeração e volume específico, bolhas de gás homogêneas no miolo. A formulação com maior teor de farinha de quinoa obteve índice de aceitação superior à 70% que é o menor valor que um novo produto deve alcançar pelos consumidores ao ser lançado no mercado.	16, 20, 30, 40 e 44%	Santos, Silva e Vicenzi (2020)
	Muffin	Quando comparado a amostra com farinha de trigo, o Muffin com a farinha de quinoa apresentou menor teor de gordura saturada e maior teor de gordura insaturada, que favorece ao menor nível de colesterol, triacilgliceróis e lipoproteína no sangue. Além disso, o muffin apresentou maior quantidade de proteína e fibras do que o produto elaborado com glúten. A aceitação foi igual a “gostei muito” na escala hedônica. O produto sem glúten apresentou boa intenção de compra	26%	Silva <i>et al</i> (2019)
Trigo sarraceno	Massa	Mais bem avaliada nos quesitos qualidade geral da massa, índice de aceitabilidade e intenção de compra.	16, 20, 30, 40 e 44%	Santos, Silva e Vicenzi (2020)
	Snack extrusado	Foi bem aceito pelos provadores, com bom resultado no teste de preferência, cujo aspecto mais importante foi o sabor, seguido da textura e cor.	10 e 5%	Santos <i>et al</i> (2019)
	Cerveja	Pode ser utilizado como matéria-prima para produção de cerveja estilo Ale sem glúten, contribuindo para um sabor mais forte e amargo. Pode ser usado como coadjuvante de tecnologia, proporcionando um produto final mais estável.	Não informado	Ferreira (2021)
Grão de bico	Pão	Maior valor de luminosidade, maior firmeza e coesividade. A junção de proteína de grão de bico e de amido proveniente de outra farinha pode retardar o endurecimento dos pães. Apresentou melhores resultados sensoriais e a matéria-prima é fonte de proteína, com baixo valor energético	50 e 100% de substituição da fórmula controle	HERCULANO <i>et al</i> (2021)



	Empada	Contribui para a aceitação global, proporcionou à massa características desejadas à textura e sabor, o que ajudou na boa aceitação. O produto foi avaliado como “certamente compraria”. Quando comparada ao produto com glúten, a empada com grão de bico apresentou menor quantidade de gordura total, saturada, sódio e valor energético, além disso, o grão de bico proporcionou ao produto, teores de proteínas e fibras maiores. Os autores então concluíram que o grão de bico melhora o perfil nutricional do produto.	80,1%	Sousa <i>et al</i> (2021)
	Macarrão instantâneo	Quando comparado ao macarrão instantâneo tradicional o produto com grão de bico apresentou redução do índice de carboidratos totais e aumento do teor de fibras. Isso mostra que o grão de bico agrega ao produto uma maior saudabilidade. O produto teve uma boa avaliação geral, com 70% dos entrevistados avaliando como gostei. Os atributos melhores votados foram: aparência, aroma e sabor.	Não informado	Santos <i>et al</i> (2021)
Goma xantana	Bolo	Quando comparado à versão com glúten observaram que este ingrediente possibilitou que o bolo sem glúten apresentasse um volume adequado. A goma xantana pruni ainda reduziu a firmeza, tornando o bolo mais macio.	0,3 e 0,4%	Preichardt <i>et al</i> (2020)
	Chocotone	Na análise sensorial, o chocotone contendo a goma xantana foi o que obteve maior índice de aceitação, aparência, odor, sabor, textura. No teste de preferência o produto com goma xantana foi o que obteve a pontuação mais alta. Na pesquisa de intenção de compra, apenas o produto com goma xantana foi bem avaliado, pois o produto apresentou características semelhantes ao produto com glúten. O autor concluiu que a goma xantana proporcionou ao chocotone firmeza, umidade e fez com que as gotas de chocolate ficassem espalhadas de forma mais homogênea.	0,3%	Nunes (2018)

	Biscoito cream cracker	Redução da atividade de água, aumento na retenção de água durante o forneamento, provocando perda de umidade, conferindo características desejáveis ao cream cracker. Proporcionou massa mais firme e coesa. A goma xantana fez com que os biscoitos ficassem mais claros, devido à menor intensidade na reação de <i>Maillard</i> , mas provocou um encolhimento nos produtos. A presença de hidrocolóides fez com que a massa do cream cracker tivesse maior uniformidade.	0,333; 0,167; 0,667; 0,50; 1,00g	Gomes (2020)
--	------------------------	--	----------------------------------	--------------

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observou-se que as opções de farinhas sem glúten vão muito além do que a de arroz e a farinha de milho, e que estas opções trazem características interessantes aos produtos de panificação e confeitaria, podendo até mesmo serem utilizadas em conjunto.

Para panificação, a farinha de zeína e de grão de bico trouxeram ótimas características ao produto, uma vez que, a zeína proporcionou maciez, maior aprisionamento de ar no miolo do pão e a farinha de grão de bico resultou em maior firmeza e coesividade, além de retardar o endurecimento dos pães quando adicionada de outro amido. A adição da goma xantana também contribuiu positivamente no volume, maciez e textura, fazendo com que o produto seja mais bem aceito pelos provadores.

A opção mais interessante de todas seria a zeína, devido a suas propriedades viscoelásticas e similaridade ao glúten. Estudos mostram que a farinha de sorgo pode atuar como uma farinha auxiliar à zeína, melhorando a funcionalidade de sua rede. Infelizmente a zeína ainda é um produto caro ao mercado, quando comparado à outras farinhas sem glúten (ZHANG *et al*, 2022). A farinha de sorgo não influenciou no sabor e teve boa aceitação entre os provadores.

Todas as farinhas se mostraram versáteis, podendo ser utilizadas em diversos produtos, principalmente em pães, que é o produto mais buscado pelo público celíaco.

5 CONCLUSÃO

A partir deste estudo foi possível concluir que o mercado de produtos sem glúten tem grande potencial para insumos que vão além das farinhas de arroz e milho, com alternativas que agregam, tecnologicamente ao produto, melhores características, se assemelhando aos produtos com glúten, e apresentando boa aceitação pelos consumidores finais.

Foram observadas diferentes farinhas, de várias matérias-primas diferentes e suas possíveis aplicações, o primeiro ponto que se observou foi a necessidade da presença de um hidrocolóide para apoiar a estrutura, e a goma xantana foi a mais utilizada e indicada nos estudos.

Já nas farinhas, se observou que a zeína, possui propriedades viscoelásticas similares a do glúten, e que pode ter sua funcionalidade de rede aumentada, quando misturada com a farinha de sorgo. Esta última, não influenciou no sabor dos produtos. Acredita-se que maiores



estudos com a zeína, sua extração e aplicabilidade podem fazer com que ela seja mais utilizada no mercado.

Todas as farinhas apresentadas no estudo se mostraram eficientes em produtos de panificação e confeitaria, principalmente na produção de pães, o produto mais buscado por celíacos.

Ainda se observou diferentes aplicabilidades das farinhas sem glúten, como por exemplo o uso de farinha de trigo sarraceno em cervejas.

REFERÊNCIAS

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Enriquecimento de farinhas de trigo e de milho com ácido fólico: perguntas e respostas**. 3. Ed. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/perguntas-e-respostas-arquivos/enriquecimento-de-farinhas-de-trigo-e-de-milho.pdf>. Acesso em: 18 set. 2023.

ARANTES, E. P. **Extensão universitária em cooperativa de castanha-do-brasil para o desenvolvimento de produtos sem glúten, com foco em biscoitos: oportunidade e inovação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

COSTA, R. I. S. A.; SANTOS, J. M.; MATOS, G. B.; SANTOS, P. T. M.; MELO, T. S.; CONSTANT, P. B. L. Pão sem glúten elaborado com farinha de arroz e adicionado de zeína. **Ciência e tecnologia dos alimentos**. Belo Horizonte: Poisson, 2021. v. 11, p. 12 -15.

OLIVEIRA, J. C.; PEREIRA, E. N.; TREVISAN, M. C.; JARDIM, F. B. B.; ALVES, L. Aceitabilidade de bolo de banana sem glúten à base de farinha de sorgo integral. **Revista Inova Ciência & Tecnologia/Innovative Science & Technology Journal**, p. e0211099-e0211099, 2021.

SANTOS, M. R. dos; ZIMMER, F. C.; SOUZA, A. H. P. de; STEINMACHER, N. C.; DETONI, E. RODRIGUES, A. C. Adição de hidrocolóides em pães sem glúten seguido de enriquecimento com polpa de abacate (persea americana mill). **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 8018-8061, 2019.

FERREIRA, D. **Produção de cervejas sem glúten: uma revisão**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal Goiano, Morrinhos, 2021.

GOMES, P. T. G. **Produção de amido resistente misto por extrusão termoplástica e aplicação em biscoito cream cracker sem glúten**. Dissertação (Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, p. 126. 2020.



HERCULANO, L. da F. L.; PONTES, A. C. B.; RODRIGUES, C. L. J.; BARROSO, L. P.; OLIVEIRA, M. N. de; MEDEIROS, S. R. A.; RAYMUNDO, A. C. S. N. M. Desenvolvimento de pães sem glúten a partir de farinhas pouco exploradas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 62905-62924, 2021.

LUBSCHINSKI, P. A.; SANTOS, M. L. D. A. D.; VICENZI, R. Elaboração e avaliação da qualidade sensorial de brownie sem glúten com fermentação natural. **Salão do Conhecimento**, 2019.

MARQUES, K. C. C. **Elaboração de pães com farinha de grão-de-bico, livres de glúten e lactose**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Pampa, Itaqui, 2022.

MORAES, E. de M. **Inovações e tendências em produtos de panificação sem glúten**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Pampa, Itaqui, 2021.

NUNES, T. R. **Desenvolvimento e análise sensorial de chocotones sem glúten utilizando hidrocoloides**. Trabalho de Conclusão de Curso (Superior de Tecnologia em Gastronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, p. 32. 2018.

PAIVA, C. L., Queiroz, V. A. V., GARCIA, M. A. V. T. Technological, sensory and chemical characteristics of gluten-free pasta made from sorghum and corn flours. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, e2018095.

PEREEZ, I. A. **Xantana Pruni de baixa viscosidade como agente encapsulante e sílica pirogênica como antiagregante na estabilidade de probiótico microencapsulado em spray dryer**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, p. 115, 2021.

PREICHARDT, L. D.; VENDRUSCOLO, C. T.; MOREIRA, A. S.; GULARTE, M. A. Eficiência da xantana pruni na elaboração de bolos sem glúten. In: Poisson. **Ciência e tecnologia dos alimentos**. Belo Horizonte: Poisson, 2020. v. 9, p. 45 -48.

ROCHA, N. S. **Desenvolvimento de massa alimentícia seca sem glúten à base de amido da semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus L.*)**. Dissertação (Pós-graduação em nutrição) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 74, 2020.

SANTOS, M. L. D. A. K. D. et al. Produção e aceitabilidade de snacks extrusados sem glúten. **Salão do Conhecimento**, 2019.

SANTOS, M. L. A. K; SILVA, F. S. D S; VICENZI, R. Desenvolvimento e avaliação sensorial de massas sem glúten. **Salão do Conhecimento**, v. 6, n. 6, 2020.



SANTOS, N. S.; COSTA, R. I. S. A.; MELO, T. S. de; MATOS, G. B.; SANTOS, P. T. M.; SANTOS, J. M.; MELO, F. de O.; CONSTANT, P. B. L. Efeito do emprego de zeína e pré gelatinização do amido na formulação de pão sem glúten. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 82920-82928, 2020.

SANTOS, C. A. D.; TANNO, F. S. dos S.; ARUGA, F. H.; TEIXEIRA, M. V.; SILVA, S. R. C. da; SILVA, V. dos A.; RODRIGUES, Y. S. **Desenvolvimento e avaliação de macarrão instantâneo saudável sem glúten**. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em nutrição dietética) – Escola Técnica Estadual Irmã Agostina, São Paulo, 2021.

SILVA, D. C. C. da.; ALBUQUERQUE, F. R. L. de; LIMA, V. M. P. C.; SOUSA, M. S. B. de. Aplicação de farinha mista de quinoa, chia e linhaça na formulação de muffins sem glúten. **BIodiversidade: Educação e Meio Ambiente**.2019.

SOARES, R. R. A.; VASCONCELOS, C. M.; OLIVEIRA, M. V. de; MINIM, V. P. R.; QUEIROZ, V. A. V.; BARROS, F. **Starch digestibility and sensory acceptance of gluten free foods prepared with tannin sorghum flour**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.54, ed. 01205, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/i/pab/a/65GCjbJFP4kLjsDFwcXq7nL/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 24 fev. 2022.

SOUSA, E. C. de; PESSOA, H. R.; ROCHA, K. S.; CALDEIRA, R. M.; FREITAS, S. M de L.; GUIMARÃES, R. R. Massa de empada sem glúten: Efeito da combinação de grão de bico e farinha de linhaça nas características nutricionais e sensoriais. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e11010816971-e11010816971, 2021.

TEIXEIRA, R. F.; FILHO, C. A. B.; AZEVEDO, M. L.; GAUTÉRIO, F. G. A. Compostos fenólicos e atividade antioxidante de bolos sem glúten contendo xantana elaborados com farinha de bagaço de azeitona. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Editora Científica Digitalm 2020, v. 2, p. 106 – 120.

ZHANG, Y.; XU, M.; ZHANG, X.; HU, Y.; LUAN, G.. Application of zein in gluten-free foods: A comprehensive review. **Food Research International**, p. 111722, 2022.

SOBRE O(S)AUTOR(ES)

i REBECCA CARDILLO DINIZ



Possui graduação em Engenharia de Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Campus Bambuí (2019). Pós-Graduação em Desenvolvimento de Novos Produtos Alimentícios pela Faculdade de Tecnologia SENAI Horácio Augusto da Silveira (2021). Tem experiência na área de Controle de Qualidade, e na área de Pesquisa e Desenvolvimento em Indústria de Alimentos. Já trabalhou como Analista de Plataforma Técnica II, na Sodexo e atualmente trabalha como Consultora de Plataforma Técnica I na mesma empresa.

ii ALAN TAVELLA



Possui graduação em Farmácia e Bioquímica. Especialista em Segurança de Alimentos. Pós-graduado em Higiene e Tecnologia de Produtos de Origem Animal, Gestão de Projetos e Inovação e em Bioquímica. Atualmente é mestrando em Biotecnologia. Atualmente atua como docente nos cursos de Graduação e Pós-graduação na Faculdade SENAI-SP – Campus Horácio Augusto da Silveira. <https://orcid.org/0009-0007-2701-7995>

iii JOYCE REGINA DE BARROS



Possui graduação em Engenharia de Alimentos pelo Instituto Mauá de Tecnologia (1998), graduação em Licenciatura em Matemática - Resolução 2 de 01/07/2015, especialização em Engenharia de Processos Industriais pelo Instituto Mauá de Tecnologia (2004), especialização em Vigilância Sanitária de Alimentos - USP (2000), especialização em MBA de Ações e Stock Picking- IBMEC (2021), mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos pelo Instituto Mauá de Tecnologia (2009). Atualmente é professora da Faculdade SENAI São Paulo Campus Horácio Augusto de Silveira (Barra Funda - SP) nos cursos Técnico em Alimentos, Tecnólogo de Alimentos e Pós-graduação em Desenvolvimento de Novos Alimentícios. <https://orcid.org/0009-0003-8072-5545>

iv SANDRA EMI KITAHARA



Possui graduação em Engenharia de alimentos pela Faculdade de Engenharia de alimentos (FEA) da UNICAMP. Possui mestrado e doutorado em Ciência dos alimentos pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas (FCF) da USP. Atualmente é docente do curso superior da Faculdade de Tecnologia dos alimentos da Faculdade SENAI Barra Funda. <https://orcid.org/0009-0003-8220-7119>

i MARIA LUIZA MARCHIORI VISINTIN FORMIGONI



Possui graduação em Engenharia de Alimentos pelo Instituto Mauá de Tecnologia (2001), mestrado em Engenharia de processos químicos e bioquímicos pela mesma universidade (2010) e doutorado em irradiação de alimentos pela Universidade de São Paulo (2018). Atualmente é coordenadora no curso de Tecnologia em Alimentos e nos cursos de Pós-graduação em Gestão da Qualidade e Segurança dos Alimentos e em Desenvolvimento de Novos Produtos Alimentícios. <https://orcid.org/0009-0008-2519-0003>