

Utilização de farinhas alternativas em produtos de panificação: uma revisão literária

Use of alternative flours in bakery products: a literary review

Uso de harinas alternativas em produtos de panadería: una revisión literária

Recebido: 01/07/2020 | Revisado: 14/07/2020 | Aceito: 19/08/2020 | Publicado: 23/08/2020

Igor Macêdo de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3717-7291>

UNIFACISA - Centro universitário, Brasil

E-mail: igormacedo1955@gmail.com

Fernanda dos Santos Nunes de Melo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1452-3032>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: fe_santosnunesmelo@hotmail.com

Mayana Morais de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4193-9041>

UNIFACISA - Centro universitário, Brasil

E-mail: mayanamorais26@gmail.com

Micaela de Sousa Menezes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7897-5946>

UNIFACISA - Centro universitário, Brasil

E-mail: micaelamenzes@outlook.com

Evelyn de Oliveira Paz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1579-220X>

UNIFACISA - Centro universitário, Brasil

E-mail: oliveirapazevelyn@gmail.com

Mayra da Silva Cavalcanti

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1269-5324>

UNIFACISA - Centro universitário, Brasil

E-mail: mayra.cavalcanti@maisunifacisa.com.br

Resumo

Objetivou-se no presente estudo identificar e descrever artigos científicos encontrados na literatura sobre utilização de farinhas alternativas em produtos de panificação, com

identificação dos ingredientes mais utilizados nestas substituições. Pesquisou-se artigos científicos disponíveis em bases de dados como SciELO, Lilacs, SCOPUS, Web of Science, Science Direct e Google Acadêmico. Utilizando-se apenas de estudos que foram publicados nos idiomas inglês e português. No processo de busca foram utilizados termos representativos do projeto de pesquisa, sendo eles: farinhas alternativas, panificação e pão. Foram utilizados 42 artigos publicados entre 2003 e 2020. As farinhas de arroz, banana, cevada, ervilha e chia proporcionaram aos produtos de panificação potencialização das características sensoriais, tecno-funcionais e nutricionais, sem comprometer a qualidade final dos produtos de panificação e por muitas vezes trazendo benefícios à saúde do consumidor. É de comum acordo entre os pesquisadores que existe uma alternativa na utilização destas farinhas não convencionais na indústria de panificação, pois dependendo do tipo de processamento, características das farinhas e porcentagem de substituição, que pode ser total ou parcial, proporcionaria às massas funcionalidades que muitas vezes são superiores aos de produtos que utilizam a farinha de trigo convencional.

Palavras-chave: Inovação; Pão.

Abstract

The goal of the present study is to identify and describe scientific articles found in the literature on the use of alternative flours on bakery products, by identifying the most used ingredients in these substitutions. We searched for scientific articles available on databases such as SciELO, Lilacs, SCOPUS, Web of Science, Science Direct and Google Scholar. Using only studies that were published in English and Portuguese. In the search process, terms representative of the research project was used, namely: alternative flours, bread making and bread. 42 articles published between 2003 and 2020 were used. Rice, banana, barley, pea and chia flour provided bakery products with specific nutritional, sensory and physical characteristics, in many cases the sensorial, technological and technical characteristics were enhanced. functional and nutritional, without compromising the final quality of bakery goods and often bringing benefits to consumer health. It is in common agreement between researchers that there is an alternative in the use of these unconventional flours in the bakery industry, because depending on the type of processing, characteristics of the flours and percentage of total or partial replacement, it provides the masses with characteristics that are often superior to products using conventional wheat flour.

Keywords: Innovation; Bread.

Resumen

El objetivo en el presente estudio es Identificar y Describir artículos científicos encontrados en la literatura sobre el uso alternativo de harinas en productos de panificación, como identificando los ingredientes mas utilizados en la substitución. Se pesquiso artículos científicos disponibles em base de datos como SciELO, Lilacs, SCOPUS, Web of Science, Science Direct y Google Académico. Se hizo uso apenas de estudios que fueron publicados en los idiomas de Ingles y Portugues. En el proceso de busqueda fueron utilizados términos representativos del proyecto de pesquisa,siendo ellos,alternativas de harinas,panificación y pan. Fueron utilizados 42 artículos publicados entre 2003 y 2020. Las harinas de arroz,banana,cevada,ervilha y chia proporcionaron a los productos de panificación potencialización de las características sensoriales,técnico – funcionales y nutricionales,sin comprometer la calidad final de los productos de panificación ,trayendo asi beneficios a la salud del consumidor. Entre los pesquisadores es común el acuerdo de que existe una alternativa en la utilización de estas harinas no convencionales en la industria de panificación, dependiendo del tipo de procesamiento,características de las harinas y porcentaje de substitución,que puede ser total y parcial,proporcinando a las masas funcionalidad que muchas veces son superiores a los productos que contienen harina de trigo convencional.

Palabras clave: Innovación; Pan de molde.

1. Introdução

O pão é considerado uma espuma sólida instável formada por crosta e migalha com uma dispersão de moléculas de amido em uma matriz proteica contínua. O branco é o mais popular tipo de pão no mundo, no entanto, há uma crescente pesquisa sobre fortalecimento deste alimento com uma variedade de diferentes fibras alimentares e compostos funcionais. Nos últimos anos, a substituição da farinha de trigo por farelo, prebióticos, vitaminas, minerais e outros ingredientes funcionais vem sendo proposta (Khoozani, Kebede & Bekhit, 2020).

A crescente demanda dos consumidores por alimentos saudáveis e de alta qualidade é um desafio para a indústria de panificação, pois desenvolver pães com melhores propriedades sensoriais e nutricionais se faz muitas vezes necessário. Aumentar o teor de fibra alimentar do pão pode ser um dos fatores estratégicos para promover benefícios à saúde (Mariotti et al., 2014).

Estuda-se na área de panificação, o desenvolvimento de novos ingredientes, entre os

quais os mais importantes são compostos situados em qualquer parte da planta, como grãos, que melhoraram a retenção de gases na matriz da massa e na modificação da atividade de água. Alguns fatores relevantes afetam a produtividade dos cereais devido a mudanças entre as propriedades e o comportamento do tipo de farinha e outros ingredientes utilizados na sua produção. Características da farinha, como sua origem e qualidade, cultivo, tipo de moagem e variedade de cereais são os mais influentes nestas modificações. Algumas das propriedades mais afetadas derivam das características reológicas das massas, como capacidade de retenção de gás e interações com a água (Verdú et al., 2015).

A substituição da farinha de trigo ocorre parcialmente ou de forma total nos produtos de panificação, dependendo do objetivo final, alguns tipos de farinhas comumente usadas são as de arroz, cevada, chia, farinha de coco, ervilha, banana, berinjela, entre outras. A escolha do tipo de farinha vai depender das características desejadas no alimento (Perez & Germani, 2004; Mariotti et al., 2014; Verdú et al., 2015; Queiroz et al., 2017; Mahloko et al., 2019; Villanueva et al., 2019; Zhao et al., 2019).

Ainda não há um consenso quanto a quantidade de substituição das farinhas alternativas, pois essa substituição vai depender do tipo de massa alimentícia que se deseja produzir e também das características da própria farinha. Segundo Magalhães (2007), a possibilidade de substituição parcial da farinha de trigo, proporcionaria uma redução da dependência externa do trigo, produto agrícola com grande volume de importação. Evidencia-se neste contexto, a importância do estímulo a substituição de uma outra farinha em relação ao trigo.

O uso das farinhas alternativas levanta uma expectativa de produtos de panificação diferenciados quanto as suas qualidades sensoriais, nutricionais e físico-químicas (Khoozani; Bekhit & Birck, 2019). Porém, apesar de todos os benefícios socioeconômicos e nutricionais, a utilização destas farinhas ainda é modesta, pouco divulgada e pouco conhecida. A maior parte do produto é destinada às pequenas indústrias artesanais (Silva, 2010).

Nesse contexto, objetivou-se identificar e descrever artigos científicos encontrados na literatura sobre utilização de farinhas alternativas em produtos de panificação por meio de uma revisão na literatura com identificação dos ingredientes mais utilizados nestas substituições. Com o intuito também de levantar dentre as farinhas mais utilizadas quais modificações reológicas ocorrem e se isso influencia no produto final.

2. Metodologia

Essa pesquisa trata-se de uma revisão de literatura do tipo integrativa, onde se fez um apurado tentando fornecer uma demonstração de conhecimento sobre determinado assunto e a introdução da aplicabilidade dos resultados dos estudos usados na prática (De Souza; Da Silva & Carvalho, 2010).

Seguindo metodologia por Pereira et al. (2018) a revisão foi desenvolvida através de buscas realizadas em bases de dados como SciELO, Lilacs, SCOPUS, Web of Science, Science Direct e Google Acadêmico. Para tanto, foi utilizado o operador booleano AND para combinar os termos representativos do objeto de pesquisa, de modo que os mesmos foram aproveitados de forma isolada e, posteriormente, estrategicamente associados. Sendo os descritores adotados os termos dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) de forma bilíngue, pesquisando-se por: farinhas, inovação e pão. A investigação dos artigos para o estudo foi realizada nos meses de março a maio de 2020. Os mesmos deveriam ter sido publicados nos anos de 2003 a 2020, justificando-se este espaço de tempo porque algumas das farinhas apresentavam poucas publicações.

Foram utilizados artigos de estudos de caso e que estivessem dentro dos critérios supracitados. Não foram utilizados estudos que não estivessem publicados nos idiomas do inglês e português; e artigos que não enfatizassem a utilização de farinhas alternativas em produtos de panificação, como também não atendessem os anos dentro dos estudos.

Ao finalizar a seleção dos artigos com assuntos relevantes, os mesmos foram organizados para avaliar o rigor e as características de cada estudo, montando-se pequenos resumos das pesquisas selecionadas para então dar-se início a escrita do presente trabalho. Então, foi definida a sequência da escrita dentre os pontos mais importantes da busca e tentando responder à pergunta levantada.

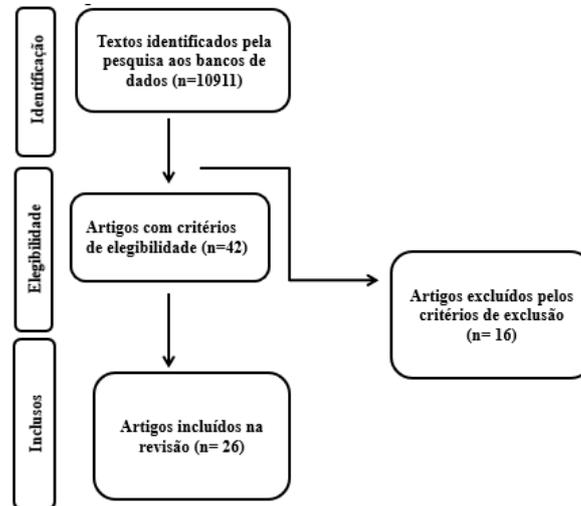
3. Resultados e Discussão

Das fontes pesquisadas foram encontrados 5901 artigos no Science Direct e 5010 no Google Acadêmico, totalizando 10.911 estudos. Ao final da seleção, restaram 26 artigos entre os anos de 2003 a 2020. Os textos completos foram analisados e utilizados na revisão. Uma explicação da seleção dos artigos está demonstrada na Figura 1.

A farinha comumente usada na panificação é a farinha de trigo. O trigo é a matéria-prima para a elaboração de alimentos consumidos diariamente, como parte do hábito

alimentar de inúmeras pessoas, sendo na forma de pães, biscoitos, bolos e massas (Scheuer et al., 2011).

Figura 1: Estratégia de busca e seleção.



Fonte: Autor (2019).

Para aumentar a fibra alimentar em produtos de panificação são utilizadas diferentes fontes como: cascas de manga ou batata, nozes, arroz, ervilha, maçã, cevada, laranja, banana ou bagaço de uva, que são incorporados em receitas para substituir parcialmente a farinha, açúcar ou gordura. A inclusão de fibras alimentares em produtos de panificação está associada à maior viscosidade da massa resultante de atributos físico-químicos da fibra, como alta capacidade de ligação à água. Essa propriedade reduz a disponibilidade de água para outros ingredientes e, conseqüentemente, afeta as características do produto, como dureza, mastigação ou volume (Mildner-Szkudlarz et al., 2015).

Esses alimentos são fontes de ácidos graxos não saturados, proteínas, fibras e micronutrientes, proporcionando as farinhas e aos produtos de panificação valor nutricional e características sensoriais agradáveis. Além disso, essas farinhas alternativas mostram ser produtos promissores que podem ser mais utilizados como ingrediente alimentar para produtos de panificação e para muitos alimentos consumidos com frequência (Marchetti, Califano & Andrés, 2018).

O glúten é uma proteína presente em alguns cereais, como trigo, cevada e centeio. É formado pelas proteínas gliadina e glutenina, e contribui para qualidades únicas e essenciais da massa, como absorção de água, coesão, elasticidade e viscosidade. Formulações sem glúten, comprometem a textura e a cor após o cozimento. A substituição de glúten em

produtos assados tem sido um desafio para a indústria de alimentos ao longo dos anos (Haghighat-Kharazi et al., 2010).

A doença celíaca ou a intolerância ao glúten afeta um número crescente de pessoas. Uma vez diagnosticada com intolerância a este componente, o paciente é direcionado a uma dieta sem este por toda a vida. O uso de farinhas que não sejam de trigo é uma proposta promissora para a produção de alimentos sem glúten (Han et al., 2019).

Algumas farinhas que podem ser usadas na substituição da farinha de trigo são as de coco, feijão, arroz, banana, chia, milho, cevada e ervilha. Com o uso dessas farinhas alternativas, espera-se obter produtos de panificação diferenciados quanto as suas qualidades sensoriais, nutricionais e físico-químicas (Khoozani, Bekhit & Birck, 2019).

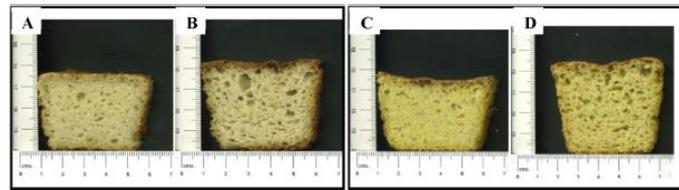
Farinha de arroz

A farinha de arroz é um dos ingredientes mais adequados para alimentos sem glúten por não possuir as proteínas formadoras deste em sua composição proteica. Suas propriedades hipoalergênicas, sabor suave, cor branca, baixo conteúdo de proteínas e sódio, bem como a capacidade de fácil digestão são alguns dos benefícios dessa matéria-prima (Rosell et al., 2014). Como desvantagens, a farinha de arroz apresenta alguns problemas estruturais, como amido proteico fraco e a incapacidade de reter bolhas de gás suficiente durante a fermentação, trazendo um pão mais rígido (Villanueva et al., 2019).

Bourekoua et al. (2016) testaram o impacto do tratamento hidrotérmico nas farinhas de arroz e farinhas de milho no seu potencial como melhoradores de massas sem glúten. Análises instrumentais de pães, testando o volume específico, teor de umidade, textura de migalhas e razão altura/largura; foram realizadas para avaliar o impacto de fatores experimentais.

Os resultados mostraram que o tratamento hidrotérmico da farinha de arroz ou da farinha de milho afetou de maneira distinta as propriedades do pão, aumentando o volume específico de pães e a razão altura/largura, e diminuindo a dureza e a mastigação de ambos os tipos de pão. Assim, pães otimizados foram considerados aceitáveis de acordo com a estrutura da cor e textura como pode ser percebida na Figura 2.

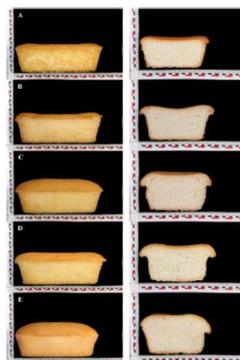
Figura 2: Seção transversal da fatia central de pão obtida com as melhores receitas para pães de arroz e milho.



A. Controle do pão à base de arroz; B. Pão ideal à base de arroz; C. Controle do pão de milho; D. Pão ideal à base de milho. Fonte: Bourekoua et al. (2016).

Villanueva et al. (2019) investigaram a modificação física da farinha de arroz por tratamento de umidade e calor, assistida por radiação de micro-ondas (MW) e seus efeitos sobre as propriedades reológicas de massas sem glúten e a qualidade física do pão resultante, representados na Figura 3. Dois níveis de umidade inicial da farinha, 20% (MW-20%) e 30% (MW-30%) e dois níveis de adição (30% e 50%) da farinha de arroz à massa foram avaliados para testar o potencial da atividade física.

Figura 3: Efeito da adição de farinha de arroz tratada MW na aparência externa e nas estruturas internas de pães sem glúten, dependendo do teor de umidade inicial.



A – Controle; B – MW – 20%; C – MW – 30%; D – Adição de farinha de arroz de 30%; E – Adição de farinha de arroz de 50%. Fonte: Vilhanueva et al. (2019).

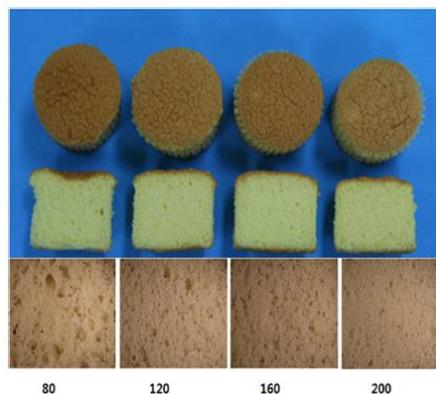
A farinha tratada aumentou a resistência das massas à deformação e melhorou seu comportamento elástico e capacidade de recuperação em até 170%, quando comparada à massa controle. Ambas as farinhas de arroz tratadas com MW (MW-20% e MW-30%) deixaram o pão com maior volume específico e mais macio. O tratamento assistido por MW da umidade de farinha de arroz mostrou ser um procedimento valioso para melhorar o comportamento viscoelástico e o desempenho de panificação de massas sem glúten

(Villanueva et al., 2019).

Já no estudo de Pérez-Quirce et al. (2017) os autores afirmaram que a qualidade física do pão não foi afetada pelo pré-tratamento de micro-ondas (MW) da farinha de arroz. Onde apenas um volume específico de pão ligeiramente mais alto foi observado nos produtos feitos a partir da farinha mais intensamente tratada (4 min de tratamento MW a 25% de umidade e temperatura máxima de 96 °C), apresentando resultados satisfatório quando comparado aos demais.

As distribuições de tamanho de partícula (PSD) da farinha de arroz e dos processos de moagem são importantes na fabricação de produtos sem glúten. No estudo de Kim & Shin (2014) a farinha de arroz foi preparada moendo grãos de arroz seco após imersão. Os efeitos da PSD na qualidade dos cupcakes de arroz foram investigados usando a farinha de arroz recém-desenvolvida. As propriedades da farinha passaram por peneiras de malha de 80, 120, 160 e 200 (<180, <125, <95 e <75 μm) e foram analisadas massas e cupcakes preparados a partir destas farinhas (Figura 4).

Figura 4: Formas e microestrutura da seção inteira e transversal de fatias de cupcakes de arroz feitos de farinhas de arroz de diferentes tamanhos.



HP-80, HP-120, HP-160 e HP-200 que significam farinhas de arroz com <180, <125, <95 e <75 μm , respectivamente. Fonte: Kim & Shin (2014).

Os padrões de PSD mostraram dois picos, contendo células e frações de amido livre, nas quais a intensidade do pico da fração de amido aumentou à medida que o tamanho das partículas diminuía. Enquanto o amido danificado aumentou a capacidade de ligação à água, a solubilidade e a leveza, a proteína bruta e o amarelecimento diminuíram à medida que o tamanho das partículas reduzia. A viscosidade final aumentou à medida que o tamanho das partículas diminuiu. O volume específico dos cupcakes foi mais alto naqueles feitos com farinha de arroz passados abaixo de 95 μm . A dureza e a elasticidade diminuíram à medida

que o tamanho das partículas diminuíu. O tamanho das bolhas de ar diminuiu à medida que o tamanho das partículas diminuiu com homogeneidade. O volume, a dureza e a maciez dos bolos determinados pelo teste de diferença na análise sensorial; e a aparência, a textura e a qualidade geral determinada pelo teste de preferência foram todos significativamente diferentes (Kim & Shin, 2014).

De acordo com os autores citados anteriormente a farinha de arroz pode ser usada para elaboração de produtos de panificação sem glúten, observando-se que um dos fatores importantes nas características dessa farinha e dos produtos provenientes é sua granulometria. Outro fator importante da farinha de arroz na panificação é o tratamento de calor por umidade, que influencia de forma positiva nas propriedades viscoelásticas e colantes da massa, sendo a farinha de arroz um produto viável na substituição da farinha convencional.

Farinha de banana

A polpa de banana verde não apenas tem altos níveis nutricionais como também a sua casca contém quantidade considerável de fibra alimentar, minerais e amido resistente. Levando em conta a grande quantidade global de perda de banana ao longo da cadeia produtiva, a utilização desta verde inteira na fase inicial pode ser uma solução viável para reduzir o desperdício deste fruto. A secagem e conversão da banana verde em farinha foi proposta como um processo com potencial para produzir um ingrediente alimentar duradouro no estudo realizado por Khoozani, Bekhit & Birck (2019).

Considerando os aspectos tecnológicos dos alimentos fortificados por este alimento, Khoozani, Kebede & Bekhit (2020) realizaram um estudo com o objetivo de investigar os efeitos da farinha de banana verde inteira (WGBF - congelamento a -30 °C por 4 h seguido de sublimação a vácuo) produzida a partir da casca e da polpa nos aspectos tecnológicos da massa e do pão. A farinha liofilizada a 10 °C por 48 h (FDF) e a farinha seca em estufa a 50 °C (ODF) da WGBF foram usadas para substituir farinha de trigo em três níveis (10%, 20% e 30%). No nível de substituição de 30%, a elasticidade e viscosidade da massa foram maiores nas amostras fortificadas em comparação com o pão de farinha de trigo a 100%. O uso de WGBF resultou em um pão mais denso, mais duro e mais mastigável com o aumento do nível de substituição.

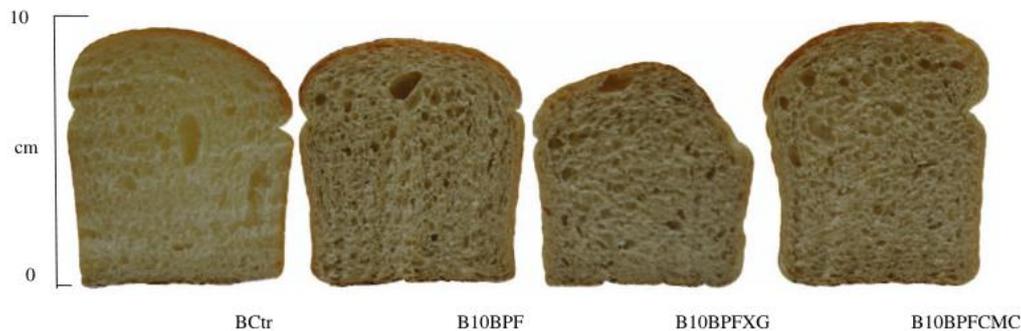
O pão de banana armazenado a -20 °C por uma semana teve firmeza e perda de água significativamente menores comparado a 4 e 25 °C. Observou-se ainda que o método de secagem usado para a produção de WGBF teve um impacto nas propriedades estruturais. A

utilização de FDF causou uma diminuição significativa na perda de umidade durante o cozimento, enquanto ODF incorporou as amostras de pão menor volume específico em todos os níveis de substituição. Embora ambos os tipos de amostras de pão fortificado tenham apresentado migalhas em relação ao pão de trigo, mesmo em 10%, eles não alteraram a elasticidade e a resiliência da farinha de rosca. Mudanças na firmeza não foram significativamente diferentes da amostra controle até 20% de substituição com o uso de FDF (Khoozani; Kebede & Bekhit, 2020).

No estudo de Mahloko et al. (2019), as farinhas de banana foram secas em estufa a 60 ° C durante a noite e incorporadas a um nível máximo de 4% (p/p) em farinha de trigo para a produção de biscoitos. Trigo, banana, farinhas e biscoitos foram avaliados quanto a compostos funcionais, bioativos e atividades antioxidantes, além de propriedades físicas. Amostras de farinhas e biscoitos enriquecidas com FB mostraram fibras brutas melhoradas, compostos fenólicos totais e teor de flavonóides do que as amostras controle. O aumento de tais compostos bioativos nas farinhas e biscoitos incorporados pela FB exibiu uma melhoria de sua atividade antioxidante geral e subsequentemente de suas propriedades como alimentos funcionais. Além disso, a densidade aparente e o poder de intumescimento da farinha incorporada a FB permaneceram inalterados, enquanto a capacidade de retenção de óleo e a capacidade de retenção de água melhoraram as farinhas não compostas. Os resultados sugerem que, ao incorporar FB, é possível melhorar as propriedades funcionais, parâmetros de cor, atividade antioxidante das farinhas e biscoitos.

Ho, Aziz & Azahari (2013) avaliaram as propriedades físico-químicas e sensoriais do pão controle (BCtr), farinha de trigo comercial (CWF) substituída por 10% de BPF (farinha de pseudocaule de banana) (B10BPF) e B10BPF com adição de 0,8% (m/m) de peso de farinha. Nas farinhas B10BPF_{XG} e B10BPF_{CMC}, respectivamente foram examinadas goma xantana (XG) ou carboximetilcelulose de sódio (CMC), como exemplificado na Figura 5.

Figura 5: Visão transversal das fatias de pães de BCtr, B10BPF, B10BPFXG e B10BPFCMC.



Fonte: Ho; Aziz & Azahari (2013).

As análises revelaram que o pão composto apresentava teores significativamente maiores de umidade, cinzas, fibras brutas, solúveis, insolúveis e de fibra alimentar total, mas menor teor de proteínas, gorduras e carboidratos que o BCtr. O pão incorporado de BPF resultou em menor volume, migalhas mais escuras e cores mais claras que o BCtr. A adição do CMC melhorou o volume do pão. Todos os pães contendo BPF apresentaram maiores propriedades fenólicas totais e antioxidantes que os pães controle. Além disso, os pães contendo BPF resultaram em uma aparência mais escura da fatia e na cor da crosta mais clara que o pão controle. A avaliação sensorial indicou que o pão B10BPFCMC teve a maior aceitabilidade (Ho; Aziz & Azahari, 2013).

É de comum acordo entre os pesquisadores citados de que a farinha de banana verde proporciona aos produtos de panificação melhores características nutricionais, como o aumento do teor total de fenólicos e flavonoides, maior teor de fibra alimentar solúvel, insolúvel e total, apresentando-se como um alimento funcional. Porém, pode trazer mudanças tecnológicas dependendo da quantidade de farinha na substituição tornando o pão mais denso, mais duro e mais mastigável.

Farinha de cevada

O consumo de alimentos integrais de cevada reduz o colesterol no sangue, índice glicêmico e promove perda de peso, pois aumenta a saciedade. Contudo, a integração da farinha de trigo com farinhas de cevada geralmente reduz o potencial de panificação das misturas resultantes, proporcionando características indesejáveis ao pão como menor volume do pão e textura mais densa; por esse motivo, a farinha de cevada é tipicamente incorporada

ao pão de trigo em níveis baixos (Mariotti et al., 2014).

Uma estratégia para melhorar a qualidade do pão de cevada é o uso de sourdough. Este fermento é uma mistura de farinha e água espontaneamente fermentada por (ou inoculado com) uma comunidade mista de bactérias do ácido láctico (LAB) e leveduras. Sourdough é tradicionalmente usado como levedura na produção de muitos produtos de panificação, uma vez que melhora o volume, textura, sabor, características nutricionais e sensoriais, bem como seu prazo de validade, inibindo o crescimento de fungos (Garofalo et al., 2012).

No estudo de Mariotti et al. (2014), dois sourdoughs feitos com farinha de cevada sem casca ou com uma mistura de 50 g/100 g de cevada e 50 g/100 g de farinhas de trigo, foram caracterizadas do ponto de vista tecnológico, em comparação com um único sourdough de farinha de trigo. No geral, os resultados mostraram que os fermentos de cevada investigados podem ser usados para obter pão de cevada com maior valor nutricional. Além disso, apesar da menor especificidade, volume e migalhas mais densas dos pães de cevada em relação ao pão de trigo, não houve diferenças significativas quanto ao sabor entre os três pães após o cozimento e durante o prazo de validade, confirmando a possibilidade de uma exploração bem-sucedida da farinha de cevada na indústria de panificação.

A acrilamida (AAM) é uma substância prejudicial gerada durante uma reação de Maillard entre a asparagina e um açúcar redutor, quando os alimentos são cozidos em altas temperaturas. No entanto, esse tipo de cozimento aumenta a quantidade de antioxidantes, o aroma e a coloração que tornam os alimentos saborosos. No estudo de Kobayashi et al. (2019), os mesmos determinaram se a formação de AAM poderia ser reduzida enquanto a palatabilidade e a capacidade antioxidante fossem mantidas, os donuts foram feitos de farinha de cevada com conteúdo limitado de asparagina e também de farinha de trigo (Controle). Os feitos com farinha de trigo que foram fritos aumentaram significativamente a capacidade antioxidante e a quantidade de AAM gerada. Por outro lado, os donuts de farinha de cevada com conteúdo limitado de asparagina, após serem fritos aumentaram significativamente sua capacidade antioxidante e diminuíram a quantidade de AAM gerada em 72%. O painel de avaliação de 28 pessoas considerou-os tão bons quanto os feitos com farinha de trigo. Assim, os autores atestaram que o uso de farinha de cevada em Donuts pode aumentar sua capacidade antioxidante, mantendo a palatabilidade e reduzindo a quantidade de AAM prejudicial nos alimentos.

Biscoitos de cevada são produtos assados tradicionais da dieta mediterrânea de Creta, um alimento natural que contém β -glucana. No estudo realizado por Lazaridou, Marinopoulou & Biliaderis (2019) avaliou-se o impacto do tamanho das partículas de farinha e da autoclave

nas propriedades termomecânicas da massa e nas características da qualidade dos biscoitos produzidos com a farinha de cevada. Estes foram feitos usando farinha de cevada grossa e fina, sem ou com autoclave prévia em dois níveis de umidade diferentes. A calorimetria mostrou que a autoclave e o tamanho reduzido de partículas da farinha reduzem os valores de entalpia da gelatinização da massa.

Testes mecânicos de deformação pequenos e grandes revelaram que a ação da autoclave na farinha aumentou a resistência à deformação e fluxo, elasticidade e dureza das massas de cevada; essas tendências foram mais pronunciadas para farinhas grossas. A redução do tamanho de partículas em farinhas não tratadas termicamente diminuiu a dureza e aumentou o volume dos biscoitos, resultando em uma estrutura mais fina da migalha; no entanto, a ação da autoclave na farinha fina anulou essas tendências de atributos de qualidade. No entanto, essas alterações não são prejudiciais para a aceitação do consumidor deste produto de panificação, tradicionalmente fabricado com baixo volume, macroestrutura compacta e textura dura. Além disso, o pré-tratamento hidrotérmico da farinha de cevada pode ser uma etapa de processamento apropriada para produzir biscoitos contendo naturalmente características moleculares de polissacarídeos que são mais eficazes na promoção dos benefícios à saúde dessas fibras (Lazaridou; Marinopoulou & Biliaderis, 2019).

De acordo com os estudos citados, observou-se que a farinha de cevada utilizada na panificação, proporcionou alimentos com propriedades nutricionais únicas, em particular, o alto conteúdo de β -glucanos. Além disso, os produtos de panificação apresentaram melhor elasticidade, rigidez e resistência à deformação, porém dependendo da quantidade de substituição da farinha alternativa pela convencional e também de sua granulometria. No geral, os produtos de panificação utilizando farinha de cevada apresentaram qualidade sensorial aceitável.

Farinha de ervilha

A fortificação de produtos de trigo com farinhas de leguminosas, a fim de melhorar a qualidade da proteína, é um método simples para complementar a inadequação proteica. A complementação de farinhas de trigo com alto teor de lisina e baixa metionina com farinhas de leguminosas afetam positivamente seu valor nutricional. Também melhora a retenção de umidade e a taxa de firmeza do pão. Portanto, a farinha com adição de leguminosas pode ser uma boa recomendação para o cozimento (Sadowska et al., 2003).

O processamento térmico e não térmico pode alterar a estrutura e melhorar as

propriedades tecno-funcionais de farinhas, aumentando sua gama de aplicações em alimentos enriquecidos com proteínas. Millar et al. (2019) estudaram os efeitos da germinação e da tostagem de ervilhas amarelas (*Pisum sativum*) sobre as características da farinha e da massa alimentícia. A farinha de trigo foi substituída por farinha de ervilha crua, germinada e tostada (30%). A adição desta farinha aumentou o teor de proteína dos pães em 8,4% em relação ao pão controle. Pães com farinha de ervilha tostada apresentaram maior absorção de água da massa e melhor estabilidade da mesma em comparação com a farinha de ervilha germinada e crua, resultando em pães com volume específico e densidade comparável ao controle de farinha de trigo. A tostagem demonstrou potencial de melhorar as propriedades tecno-funcionais da farinha de ervilha. Os resultados destacaram o potencial da aplicação da farinha de ervilha na panificação para aumentar o teor de proteínas.

No estudo de Zhao et al. (2019) quatro tipos de biscoitos com diferentes proporções de farinha de ervilha amarela (YPF) (10% a 50%) foram avaliados para explorar a porcentagem ideal de adição. Diante dos resultados observou-se que a razão de substituição dos métodos YPF e de moagem teve um impacto crítico nas propriedades reológicas da massa. A estabilidade da massa diminuiu gradualmente enquanto um grau de amolecimento aumentou com a razão YPF aumentada. Em termos de biscoitos, as dimensões de comprimento (L), largura (W), espessura (T) e luminosidade (L^*) dos biscoitos diminuíram à medida que a taxa de adição de YPF aumentou, enquanto as cores (a^* e b^*) e a dureza aumentaram. Além disso, os métodos de moagem tiveram uma grande influência na textura e avaliação sensorial dos quatro tipos de biscoitos. As dimensões e os parâmetros de cor dos biscoitos das farinhas finas eram maiores do que os das farinhas grossas, enquanto a dureza das farinhas finas era relativamente mais suave, indicando que a farinha com tamanho de partícula fina poderia acelerar a extensão e expansão da rede de massa e melhorar a reação de Maillard durante o cozimento. A maior pontuação sensorial para biscoitos foi obtida na razão YPF de 30%, sem comprometer as qualidades dos biscoitos.

Foram observados os efeitos da adição de farinha de ervilha germinada nas propriedades reológicas da massa de trigo e na estrutura e qualidade do pão de trigo. A estrutura da massa e a qualidade do pão foram inversamente relacionadas ao nível de suplementação de farinhas de ervilha. No nível comparável de suplementação, as propriedades reológicas da massa, estrutura e textura das migalhas e qualidade dos pães feitos com misturas de ervilha e trigo foram satisfatórias, com adição de até 12,5% de farinha de ervilha germinada por 2 dias, ou mais satisfatório que o das misturas com farinha de ervilha não germinada. Diferenças significativas na microestrutura do trigo e massa e pão

suplementadas foram observadas com adição de 12,5% de farinha de ervilha germinada como resultado de alterações nas interações água-amido-proteína. Verificou-se que diferenças na microestrutura da massa e do pão estão intimamente relacionadas às propriedades de textura do pão (Sadowska et al., 2003).

No trabalho de Mastromatteo et al. (2015), o pão integral enriquecido com farinha de ervilha hidratada e não hidratada foi investigado. Além disso, hidrocolóides, como hidroxipropilcelulose, ágar-ágar e goma guar, foram adicionados ao pão para melhorar suas propriedades organolépticas. Em particular, a qualidade geral do pão enriquecido com farinha de ervilha hidratada e goma de guar foi semelhante à da amostra de referência (feita com farinha de trigo). O teor de fibras e cinzas de todas as amostras de pão enriquecido com farinha de ervilha foi maior em comparação com a amostra controle; além disso, todas as amostras funcionais de pão registraram resposta glicêmica significativamente menor em relação à amostra controle. Além disso, a mistura de goma-guar e farinha de ervilha hidratada melhorou significativamente as propriedades da massa e reduziu a firmeza do pão.

De forma geral, observa-se que o uso da farinha de ervilha em produtos de panificação proporciona uma alta qualidade geral, tanto nas características sensoriais e nutricionais desses alimentos. Propriedades reológicas das massas, textura das migalhas e a qualidade dos produtos panificáveis foi estimada como boa com o uso dessa farinha alternativa.

Farinha de chia

Nas últimas décadas, vem-se trabalharam na fortificação do pão com compostos naturais devido à demanda por alimentos mais saudáveis. Assim, grãos integrais e outras sementes são comumente usados na produção de pão. Chia (*Salvia hispanica* L.) é uma planta anual da família Lamiaceae. As sementes de chia são compostas de proteínas (15–20 g/100 g), lipídios (30–33 g/100 g), cinzas (4-5 g/100 g) e carboidratos (26–41 g/100 g) e possuem um alto teor de fibras (18 a 30 g/100 g). Essas sementes contêm uma grande quantidade de antioxidantes, minerais e vitaminas. As sementes de chia são ricas em ácidos graxos poliinsaturados, particularmente os ácidos graxos ômega-3 (50-57 g/100 g) e ômega-6 (17-26 g/100 g) (Coelho & Salas-Mellado, 2015).

Alguns estudos mostraram o potencial uso de chia com base em seu perfil de composição (sementes de chia desengorduradas 22% de fibras e 17% de proteínas). O consumo de chia fornece inúmeros benefícios à saúde, como, peptídeos proteicos e bioativos, antioxidantes, minerais, nutrientes e fibra. Alguns trabalhos foram publicados com

informações sobre comportamento da massa e aceitação sensorial, com graus de substituição entre 4 e 5% com ambos os subprodutos de chia e farinha de sementes inteiras. Esses resultados relatam propriedades tecnológicas interessantes, além de melhoria nutricional. O efeito de altas quantidades de substituição poderia ser interessante do ponto de vista da aplicação tecnológica para o desenvolvimento de novas fórmulas à base de farinhas sem glúten, e para possíveis melhorias nos diferentes processos e fases da panificação (Iglesias-puig & Haros, 2013; Moreira; Chenlo & Torres, 2013).

Verdú et al. (2015) aferiram alguns efeitos da farinha de sementes de chia relacionados a diferentes fases e variáveis do processo de panificação, por análises distintas de imagem e técnicas físico-químicas. Farinhas de trigo com três diferentes graus de substituição (5%, 10% e 15%) foram avaliados. Os efeitos obtidos pelas técnicas de análise de imagem provaram que a adição da farinha de semente de chia melhorou a retenção de gás na massa e reduziu o tempo necessário para alcançar o máximo desenvolvimento da massa. Um atraso no aparecimento da dureza e perda de água também foram observados durante o armazenamento dos pães. Esses resultados podem ser associados ao efeito dos compostos hidrofílicos da chia, como boa capacidade de retenção de poder de desenvolver hidrocolóides estáveis e melhorar a rede de glúten. Essas propriedades implicam no aumento da viscosidade, principalmente para misturas de 10% e 15%. Do mesmo modo, a cinética da fermentação da massa foi modificada para reduzir o tempo para atingir o volume máximo do controle a 40%. As propriedades do pão também foram modificadas e menos água foi perdida durante o processo de cozimento e armazenamento. Diante dos resultados concluiu-se que os graus de substituição, de até 15%, podem ser usados para melhorar não apenas as características nutricionais, mas também as propriedades tecnológicas da farinha de trigo.

Pães com ingredientes funcionais podem ser uma alternativa mais saudável a uma dieta com baixo teor de ácidos graxos saturados. Giaretta, Lima & Carpes (2018) investigaram os efeitos da substituição da farinha de trigo por farinha de kinako (farinha de soja integral torrada e moída) e sementes de chia (*Salvia hispanica* L.) no perfil de ácidos graxos do pão. Com o objetivo de melhorar a qualidade nutricional dos pães, foram avaliados o perfil de ácidos graxos da soja, kinako, chia e pães, por cromatografia gasosa. Nessas matrizes alimentares, seis ácidos graxos foram detectados; os mais expressivos foram os ácidos linoléico, oleico, palmítico e linolênico. As maiores quantidades de ácido graxo poliinsaturado (PUFA) foram alcançadas para a semente de chia e o ácido linolênico foi predominante. A quantidade de PUFA foi superior a 63% e o principal componente foi o ácido linoleico; 53,81 e 55,95 mg/100 g de lipídios totais nas sementes de soja e farinha de

kinako, respectivamente. Características intrínsecas dessas matrizes alimentares podem melhorar a qualidade dos pães e trazer benefícios à saúde do consumidor.

O uso da farinha de chia na panificação proporciona aos alimentos boa capacidade de retenção de água, desenvolvendo hidrocolóides estáveis e melhorando a rede de glúten. Essas propriedades implicam aumento da viscosidade e podem alterar as propriedades de colagem da farinha. Além disso, a cinética de fermentação da massa é modificada, reduzindo o tempo para atingir o volume máximo. A farinha de chia pode ser usada para melhorar a qualidade nutricional e tecnológica dos produtos de panificação.

Farinha de inhame

O inhame, o tubérculo de *Dioscorea opposita* Thunb., é a quarta maior colheita de raiz do mundo, depois de mandioca, batata e batata-doce. O inhame é composto por aproximadamente 75 a 84% de amido, 6 a 8% de proteína bruta e 1,2 a 1,8% de fibra bruta. Assim, espera-se que a qualidade do amido seja o fator determinante na qualidade dos produtos alimentares de inhame (Chen et al., 2017).

O estudo de Liu et al. (2019) investigou o efeito da substituição da farinha de inhame roxo (*Dioscorea alata* L.) por farinha de trigo sobre a digestibilidade in vitro do amido do pão de trigo. O teor de amido resistente a enzimas aumentou 34,9% para o pão de farinha de trigo para 41,3% para pão feito com 70% de farinha de trigo e 30% de farinha de inhame roxo. Enquanto isso, o conteúdo de amido rapidamente digerível e amido digerido lentamente diminuiu com uma adição de farinha de inhame roxo no pão. Os resultados da calorimetria diferencial de varredura, difração de raios X, luz polarizada e microscopia de varredura mostraram que os grânulos de amido de inhame roxo não foram completamente interrompidos durante o cozimento do pão. A intensidade de fluorescência de α -amilase e amiloglicosidase foi reduzida em pão feito com farinha de inhame roxo.

Medeiros & Guedes (2018) elaboraram um pão sem glúten com farinha de inhame e realizaram análise sensorial e microbiológica do mesmo. Quanto à qualidade microbiológica, os pães apresentaram-se de acordo com o preconizado com a legislação vigente (RDC n°12 de 2001). Realizou-se teste de intenção de compra e diante dos resultados obtidos concluiu-se que a farinha de inhame é um produto viável quando se deseja obter pão sem glúten, pois o pão obtido apresentou qualidade sensorial e microbiológica. Porém, sugere-se testes posteriores que avaliem mais características do produto, como: qualidade nutricional, físico-química, entre outras.

Amandikwa et al. (2015) investigaram o efeito da substituição da farinha de inhame nas características do pão de trigo e também determinaram as propriedades funcionais das amostras experimentais de farinha. As farinhas foram obtidas de três variedades de inhame (*Dioscorea rotundata*, *Dioscorea alata* e *Dioscorea bulbifera*) e misturadas com farinha de trigo nos níveis de substituição de 25, 50 e 75 por cento na produção de pão. A farinha de trigo e a farinha de inhame foram usadas como controle positivo e negativo, respectivamente. As propriedades funcionais das amostras de farinha variaram de 0,39 g/ml a 0,47 g/ml de densidade aparente, 0,88 ml/g a 2,10 ml/g de capacidade de absorção de óleo; 1,50 ml/g a 3,90 ml/g de capacidade de absorção de água e 43,75% a 49,37% de atividade de emulsão. A composição próxima das amostras de pão variou de 26,82% a 38,90% de umidade, 4,23% a 5,10% de gordura, 6,10% a 9,25% de proteína, 1,90% a 2,45% de cinza, 0,12% a 0,64% de fibra bruta e 46,43% a 56,71% de carboidratos. O volume, peso e volume específico de pães variaram de 200 ml a 400 ml, 142,6 g a 170,2 g e 1,18 ml/g a 2,81 ml/g, respectivamente. A formação de trincas nas amostras de pão mostrou que havia rachaduras no pão de trigo (WF) e 25% de pães substituídos por farinha de inhame, enquanto que 100% dos pães de farinha de inhame apresentavam grandes rachaduras. As propriedades sensoriais dos pães substituídos por 25% de farinha de inhame foram as mesmas do pão de trigo 100%, mas diferiram de todas as outras amostras de pão. A pontuação média dos atributos sensoriais diminuiu à medida que a farinha de inhame aumentou na formulação. A avaliação sensorial das amostras de pão mostrou que o nível de substituição de 25% de farinha de inhame produzia pão aceitável para os consumidores, enquanto até 50% e acima não eram aceitáveis. Recomenda-se, portanto, que seja utilizado um nível de substituição não superior a 25% de farinha de inhame para a produção de pão composto de inhame/trigo.

Diante dos estudos abordados, observa-se que a farinha de inhame é viável para utilização na panificação, principalmente de alimentos sem glúten, proporcionando um alimento com qualidade satisfatória.

Farinha de batata-doce

A batata é um alimento fonte de fibras e hidratos de carbono que prolongam a saciedade, boa fonte de minerais, controlam os picos de glicemia e regulam a gordura em circulação no corpo (GONÇALVES et al., 2017).

A influência da distribuição granulométrica (45–355 μm) da farinha de batata-doce de polpa alaranjada (SPF) nas propriedades reológicas da massa e alterações do β -caroteno e

polifenóis durante a digestão gastrointestinal simulada em pão a base de farinha de trigo e batata-doce (SPWB) foram investigados no estudo de Azeem, Mu & Zhang (2020). A massa preparada a partir do SPF com tamanho de partícula de 45 µm mostrou rede estrutural melhorada com grânulos de amido fundido e proteínas ramificadas, apresentando maior altura durante a fermentação (Hm, 19,70 mm) e exibiu valores ótimos de módulo de elasticidade e viscosidade. SPWB de SPF com tamanho de partícula 45 µm apresentou maior volume específico (1,81 mL/ g) e menor dureza (8612,3 N) em comparação com outros tamanhos de partículas. SPWB de SPF com tamanho de partícula 106 e 75 µm exibiram maior teor de β-caroteno nas fases intestinais durante a digestão gastrointestinal simulada, seguida de 45 µm, enquanto a do SPF com tamanho de partícula de 45 µm apresentou mais conteúdo de polifenóis. Assim, SPF com tamanho de partícula 45 µm mostra maior potencial de aplicação para a produção de pães.

A farinha de batata-doce roxa inteira (PSP) é rica em vários nutrientes, como antocianinas e fibras alimentares. O pão chinês cozido no vapor (CSB) é um alimento fermentado consumido pelas populações chinesas. No estudo de Zhu & Sun (2019) o PSP liofilizado foi incorporado em formulações de CSB até 50%. Diante dos resultados obtidos observou-se que a adição de PSP em até 50% aumentou as atividades antioxidantes da CSB, enquanto reduziu a resposta glicêmica. O conteúdo total de polifenóis/antocianinas do CSC aumentou com o aumento do nível de PSP, embora uma parte desses polifenóis tenha sido perdida durante a produção de CSB. A adição de PSP até 50% apresentou pouco efeito sobre a atividade da água e o teor de água do CSB e aumentou a dureza, diminuindo o volume específico. CSB com 5-10% de PSP melhorou a aceitação sensorial geral. O PSP pode ser usado no CSB até 10% com farinha de trigo para melhorar as propriedades funcionais do CSB sem comprometer a qualidade da alimentação.

Os nutrientes e o perfil de cores da farinha de batata-doce de polpa alaranjada (SPF) podem contribuir positivamente com produtos de fermentação longa. O objetivo do estudo de Pereira et al. (2019) foi avaliar o efeito da substituição da farinha de trigo (WF) pela SPF sobre a qualidade (umidade e cor) e perfil de sabor do panetone de sourdough. O panetone foi obtido com sourdough com tempo de fermentação de 23 h. Quatro formulações foram feitas da seguinte forma: AP1 (controle), AP2 (10 g/100 g SPF na fase de última fermentação), BP3 (10 g/100 g de FPS na fase de fermentação intermediária) e BP4 (10 g/100 g de FPS em cada fase, última fermentação e fermentação intermediária). A formulação BP4 apresentou migalhas mais úmidas, alta intensidade de cor amarela e menor volume específico (3,26 cm³/g) quando comparado ao controle (3,76 cm³/g). Em relação aos compostos voláteis, três

foram identificados nos panetões feitos com SPF: 2-octenal-2-butil, dimetil-decano e 2-clorooctano, que não foram encontrados no controle. Esses resultados podem contribuir para estudos adicionais sobre o uso de SPF como precursor de novos compostos aromatizantes em produtos de panificação com tempos de fermentação prolongados, reduzindo ou eliminando o uso de aditivos aromáticos e corantes alimentares.

No estudo de Gonçalves et al. (2017) desenvolveu-se nove formulações variadas à base de farinha de batata-doce e comparou-as com pão formulado com farinha de trigo (controle). Destacou-se neste estudo os pães com farinha de batata-doce tradicional, o pão com farinha de batata doce com farelo de aveia, o pão com farinha de batata-doce da variedade laranja com farelo de aveia e, por último, o pão com batata-doce tradicional cozida. Além dos ingredientes mencionados, ainda foram utilizadas sementes de girassol e de sésamo, contribuindo para uma melhora no valor nutricional dos pães. Quando comparados ao controle, os pães à base de farinha de batata-doce apresentaram hidratos de carbono e de sal reduzidas, além de maior quantidade de fibras. O pão de batata-doce com farelo de aveia destacou-se por apresentar quantidades significativas de cálcio, potássio e fósforo, apresentando valores aproximadamente o dobro quando comparadas ao controle.

No estudo de Monthe et al. (2019), as farinhas mistas fermentadas de batata doce e sorgo foram usadas para produzir pão (GF) usando goma xantana como substituto do glúten. As propriedades de colagem das misturas das farinhas revelaram alto pico de viscosidade (750-1076 cP) para misturas que contêm mais de 70% de farinha de mandioca. Farinhas de batata-doce e sorgo levaram a uma queda no pico de viscosidade na mistura quando substituídas a 30 e 20% respectivamente. As análises das propriedades texturais (dureza, aderência, elasticidade, coesão e mastigação) dos pães frescos e armazenados permitiram obter a formulação ideal de farinha feita com 75% de mandioca fermentada, 20% de farinha de batata-doce e 5% de sorgo.

Os produtos de panificação enriquecidos com farinha de batata-doce apresentam sabor doce natural, além de cor e aroma agradáveis, podendo ser um potencial de utilização na indústria alimentícia. Porém, são necessários mais estudos com o uso dessa farinha isoladamente ou combinada para avaliar-se mais características de qualidade dos produtos de panificação.

4. Considerações Finais

É de comum acordo entre os pesquisadores de que é uma possibilidade em potencial a

utilização de farinhas alternativas na indústria de panificação, pois dependendo do tipo de processamento, características das farinhas e porcentagem de substituição total ou parcial, proporciona às massas características que muitas vezes são superiores aos de produtos que utilizam a farinha de trigo convencional.

Em muitos casos foi visto o melhoramento das características sensoriais, tecnofuncionais, nutricionais, sem comprometer a qualidade final dos produtos de panificação e por muitas vezes trazendo benefícios à saúde do consumidor.

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.

Referências

Amandikwa, C., Iwe, M. O., Uzomah, A., & Olawuni, A. I. (2015). Physico-chemical properties of wheat-yam flour composite bread. *Nigerian Food Journal*, 33(1), 12-17.

Azeem, M., Um, T., & Zhang, M. (2020). Influence of particle size distribution of orange-fleshed sweet potato flour on dough rheology and simulated gastrointestinal digestion of sweet potato-wheat bread. *LWT - Food Science and Technology*, 131, 109690.

Bourekoua, H., Banatallah, L., Zidoune, M. N., & Rosell, C. M. (2016). Developing gluten free bakery improvers by hydrothermal treatment of rice and corn flours. *LWT - Food Science and Technology*, 73, 342-350.

Brasil (2001). *Ministério da Saúde*. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC, de 12 de janeiro de 2001. Recuperado de <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES>.

Chen, X., Li, X., Mao, X., Huang, H., & Gao, W. (2017). Effects of drying processes on starch-related physicochemical properties, bioactive components and antioxidant properties of yam flours. *Food Chemistry*, 2241, 224-232.

- Coelho, M. S., & Sallas-Mellado, M. (2015) Effects of substituting chia (*Salvia hispanica* L.) flour or seeds for wheat flour on the quality of the bread. *LWT-Food Science and Technology*, 60(2), 729-736.
- Garofalo, C., Zannini, E., Aquilanti, L., Silvestri, G., Fierro, O., & Picariello, G. (2012). Selection of sourdough lactobacilli with antifungal activity for use as biopreservatives in bakery products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 7719-7728.
- Giaretta, D., Lima, V. A., & Carpes, S. T. (2018). Improvement of fatty acid profile in breads supplemented with Kinako flour and chia seed. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 49, 211-214.
- Gobbetti, M., Rizzello, C. G., Di Cagno, R., & De Angelis, M. (2014). How the sourdough may affect the functional features of leavened baked goods. *Food Microbiology*, 37, 30-40.
- Gonçalves, A., Pessoa, M. F., Ribeiro, V., & Lidon, F. C. (2017). Valor nutricional e sensorial de um pão à base de farinha de batata-doce. *Research and Networks in Health*, 1(3).
- Haghighat-Kharazi, S., Milani, J. M., Kasaai, M. R., & Khajeh, K. (2019). Use of encapsulated maltogenic amylase in maltodextrins with different formulations in making gluten-free breads. *LWT - Food Science and Technology*, 110, 182-89.
- Han, A., Romero, H. M., Nishijima, N., Ichimura, T., & Zhang, Y. (2019). Effect of egg white solids on the rheological properties and bread making performance of gluten-free bater. *Food Hydrocolloids*, 87, 287-96.
- Ho, L., Aziz, N. A. A., & Azahari, B. (2013). Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread partially substituted with banana (*Musa acuminata* X *balbisiana* cv. Awak) pseudo-stem flour. *Food Chemistry*, 139(1), 532-539.
- Iglesias-Puig, E., & Haros, M. (2013). Evaluation of performance of dough and bread incorporating chia (*Salvia hispanica* L.). *European Food Research and Technology*, 237, 865-874.

Kim, J., & Shin, M. (2014). Effects of particle size distributions of rice flour on the quality of gluten-free rice cupcakes. *LWT - Food Science and Technology*, 59(1), 526-532.

Khoozani, A. A., Kebedem B., & Bekhit, A. E. A. (2020). Rheological, textural and structural changes in dough and bread partially substituted with whole green banana flour. *LWT - Food Science and Technology*, 126, 2020.

Khoozani, A. A., Bekhit, A. E. D. A., & Birch, J. (2019). Effects of different drying conditions on the starch content, thermal properties and some of the physicochemical parameters of whole green banana flour. *International Journal of Biological Macromolecules*, 130, 938–946.

Kobayashi, R., Enomoto, M., Higa, M., Okuno, I., & Enomoto, T. (2019) Usefulness of barley flour for retention of palatability and antioxidant capacity and inhibition of acrylamide formation in flour products cooked at high temperatures. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 17.

Lazaridou, A., Marinopoulou, A., & Biliaderis, C. G. (2019). Impact of flour particle size and hydrothermal treatment on dough rheology and quality of barley rusks. *Food Hydrocolloids*, 87, 561-569.

Liu, X., Lu, K., Yua, J., Copeland, L., Wanga, S., & Wange, S. (2019). Effect of purple yam flour substitution for wheat flour on in vitro starch digestibility of wheat bread. *Food Chemistry*, 284, 118–124.

Mahloko, L. M., Silungwe, H., Mashau, M. E., & Kgatla, T. E. (2019). Bioactive compounds, antioxidant activity and physical characteristics of wheat-prickly pear and banana biscuits. *Heliyon*, 5(10), 02479.

Maidana, S. D., Finch, S., Garro, M., Savoy, G., Ganzleb, M., & Vignoloa, G. (2020). Development of gluten-free breads started with chia and flaxseedsourdoughs fermented by selected lactic acid bacteria. *LWT - Food Science and Technology*, 125.

Marchetti, L., Califano, A. N., & Andrés, S. C. (2018). Partial replacement of wheat flour by pecan nut expeller meal on bakery products. Effect on muffins quality. *LWT - Food Science and Technology*, 95, 85-91.

Mariotti, M., Garofalo, C., Aquilanti, L., Osimani, A., Fongaro, L., Tavoletti, S., Hager, A., & Clementi, F. (2014). Barley flour exploitation in sourdough bread-making: A technological, nutritional and sensory evaluation. *LWT - Food Science and Technology*, 59, 973-980.

Mastromatteo, M., Danza, A., Lecce, L., Spinelli, S., Lampignano, V., Laverse, J., & Del Nobile, M. A. (2015). Nutritional and physicochemical characteristics of wholemeal bread enriched with pea flour. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(1), 92-102.

Medeiros, V. C. ,& Guedes, C. K. R. (2018). Viabilidade tecnológica da farinha de inhame na formulação de pão funcional sem glúten. *Gep News*, 2(5), 56-59.

Mildner-Szkudlarz, S., Siger, A., Szwengiel, A., & Bajerska, J. (2015). Natural compounds from grape by-products enhance nutritive value and reduce formation of CML in model muffins. *Food Chemistry*, 172 (1), 78–85.

Millar, K. A., Barry-Ryana, C., Burke, R., McCarthy, S., & Gallagher, E. (2019). Dough properties and baking characteristics of white bread, as affected by addition of raw, germinated and toasted pea flour. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 56.

Monthe, O. C., Grosmaire, L., Nguimbou, R. M., Dahdouh, L., Ricci, J., Tran, T., & Ndjouenkeu, R. (2019). Rheological and textural properties of gluten-free doughs and breads based on fermented cassava, sweet potato and sorghum mixed flours. *LWT - Food Science and Technology*, 101, 575–582.

Moreira, R., Chenlo, F., & Torres, M. D. (2013). Effect of chia (*Sativa hispanica* L.) and hydrocolloids on the rheology of gluten-free doughs based on chestnut flour. *LWT - Food Science and Technology*, 50, 160-166.

Pereira, A. P. A., Clerici, M. T. P. S., Schmiele, M., Gioia Júnior, L. C., Nojima, M. A., Steela, C. J., Chang, Y. K., Pastore, G. M., & Nasbeshima, E. H. (2019). Orange-fleshed

sweet potato flour as a precursor of aroma and color of sourdough panettones. *LWT - Food Science and Technology*, 101, 145–151.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. UAB/NTE/UFSM.

Perez, P. M. P., & Germani, R. (2004). Farinha mista de trigo e berinjela: características físicas e químicas. *Embrapa Agroindústria de Alimentos-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.

Pérez-Quirce, S., Ronda, F., Lazaridou, A., & Biliaderis, C. G. (2017). Effect of microwave radiation pretreatment of rice flour on gluten-free breadmaking and molecular size of β -glucans in the fortified breads. *Food and Bioprocess Technology*, 10, 1412–1421.

Queiroz, A. M., Rocha, R. F. J. D., Garruti, D. D. S., Silva, V., Pádua, A. & Araújo, I. M. D. S. (2017). Elaboração e caracterização de cookies sem glúten enriquecidos com farinha de coco: uma alternativa para celíacos. *Brazilian Journal of Food Technology*, 20.

Rossell, C. M., Barro, F., Sousa, C. & Mena, M. C. (2014). Cereals for developing glutenfree products and analytical tools for gluten detection. *Journal of Cereal Science*, 59, 354–364.

Sadowska, J., Blaszczyk, W., Fornal, J., Vidal-Valverde, C. & Frias, J. (2003). Changes of wheat dough and bread quality and structure as a result of germinated pea flour addition. *European Food Research and Technology*, 216, 46–50.

Scheuer, P. M., Francisco, A. D., Miranda, M. D., & Limberger, V. M. (2011). Trigo: características e utilização na panificação. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 13(2), 211-222.

Villanueva, M., Harasyma, J., Muñoz, J., & Ronda, F. (2019). Rice flour physically modified by microwave radiation improves viscoelastic behavior of doughs and its bread-making performance. *Food Hydrocolloids*, 90, 472–481.

Verdú, S., Vásquez, F., Ivorra, E., Sánchez, A. J., Barat, J. M., & Grau, R. (2015). Physicochemical effects of chia (*Salvia hispanica*) seed flour on eachwheat bread-making process phase and product storage. *Journal of Cereal Science*, 65, 67-73.

Zhao, J., Liu, X., Bai, X., & Wang, F. (2019). Production of biscuits by substitution with different ratios of yellow pea flour. *Grain & Oil Science and Technology*, 2(4), 91-96.

Zhu, F., Sun, J. (2019). Physicochemical and sensory properties of steamed bread fortified with purple sweet potato flour. *Food Bioscience*, 30, 100411.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Igor Macêdo de Oliveira – 40%

Fernanda dos Santos Nunes de Melo – 10%

Mayana Morais de Sousa – 10%

Micaela de Sousa Menezes – 10%

Evelyn de Oliveira Paz – 10%

Mayra da Silva Cavalcanti – 20%