

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

KEICY CRISTIANE GOMES MARQUES

**ELABORAÇÃO DE PÃES COM FARINHA DE GRÃO-DE-BICO, LIVRES DE
GLÚTEN E LACTOSE**

**Itaqui
2022**

KEICY CRISTIANE GOMES MARQUES

**ELABORAÇÃO DE PÃES COM FARINHA DE GRÃO-DE-BICO, LIVRES DE
GLÚTEN E LACTOSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof.^o Dr.^o Leomar Hackbart da Silva

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Paula Fernanda Pinto da Costa

**Itaqui
2022**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

M357e Marques, Keicy Cristiane Gomes

Elaboração de pães com farinha de grão-de-bico, livres de
glúten e lactose / Keicy Cristiane Gomes Marques.

30 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2022.

"Orientação: Leomar Hackbart da Silva ".

1. Pães isentos de glúten . 2. Pães isentos de lactose. 3.
Pães produzidos com farinha de grão-de-bico. I. Título.

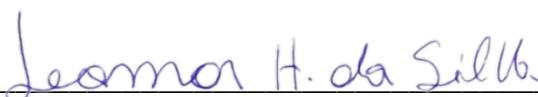
KEICY CRISTIANE GOMES MARQUES

**ELABORAÇÃO DE PÃES COM FARINHA DE GRÃO-DE-BICO, LIVRES DE
GLÚTEN E LACTOSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Ciência e tecnologia de Alimentos da
Universidade Federal do Pampa, como requisito
parcial para obtenção do Título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 4 de março de 2022.

Banca examinadora:



Prof.º Drº Leomar Hackbart da Silva
Orientador
Unipampa – *Campus* Itaqui



Profª. Drª. Paula Fernanda Pinto da Costa
Unipampa – *Campus* Itaqui



Profª. Drª. Angelita Machado Leitão
Unipampa – *Campus* Itaqui

Dedico este trabalho aos meus familiares,
Principalmente a Dona Glaides e ao Seu Ary.

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, pela vida, pela saúde e forças para chegar até aqui, aos meus familiares, em especial meus avós, Ary e Glaides, minha irmã Carine, minha mãe Karina, meu pai do coração Airton, meu pai Claudio, minhas irmãs Maria Alice e Mariana, e meu namorado Danilo, que não mediram esforços para fazer esse sonho acontecer e sempre me deram forças e suporte quando mais precisei, aos meus professores, principalmente ao meu orientador, Prof. Dr. Leomar, e todo corpo docente do curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Unipampa, *Campus Itaqui*, por todo apoio e ensino nessa caminhada, aos colegas e amigos que conquistei nessa jornada e foram de grande importância em todo o processo, o qual não poderia citar um a um, pois foram muitos ao longo dos anos.

“Não sabemos onde estamos indo, não sabemos o que vai acontecer, mas ninguém pode tirar de você o que você colocou em sua mente”.

Edith Eva Eger

RESUMO

Elaboração de pães com farinha de grão-de-bico, livres de glúten e lactose

A procura por alimentos isentos de glúten e lactose tem crescido de forma significativa, impelindo a indústria de alimentos a buscar alternativas, nutricionalmente e sensorialmente viáveis e satisfatórias aos consumidores. Atualmente há uma grande demanda de estudos sobre o consumo de glúten, que apesar da sua função tecnológica, pode desencadear reações de hipersensibilidade em indivíduos com predisposição genética, e principalmente no desenvolvimento da doença celíaca. A farinha de arroz é comumente utilizada para substituir a farinha de trigo em alimentos sem glúten devido a sua cor clara e baixas propriedades alergênicas, porém é uma matéria-prima rica em carboidratos e necessita ser complementada com fontes proteicas, como o grão-de-bico, que é fonte de proteínas, carboidratos, vitaminas, minerais e fibras. Já o leite é utilizado nas formulações de pães para o preparo da massa, conferindo a emulsão dos ingredientes, além de aumentar o valor nutricional. Alguns organismos não produzem a enzima lactase, responsável por hidrolisar o açúcar do leite que é a lactose, o que leva este consumidor a apresentar intolerância à lactose. Porém, o leite é um dos ingredientes da formulação do pão que pode ser substituído por água, que confere as mesmas características de emulsão à formulação, mas com redução no valor nutricional. O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a influência da substituição parcial da farinha de arroz por farinha de grão-de-bico, nas características tecnológicas de formulações de pães isentos de glúten e lactose. A farinha de grão-de-bico e a farinha de arroz, bem como, todos os ingredientes utilizados foram adquiridos no comércio local da cidade de Itaqui. As formulações foram organizadas em farinha de arroz (FA) e farinha de grão-de-bico (FGB), nas proporções F1 (100% de FA), F2 (90% de FA e 10% de FGB), F3 (80% de FA e 20% de FGB), F4 (70% de FA e 30% de FGB) e F5 (60% de FA e 40% de FGB). Após, foram elaboradas as análises tecnológicas no laboratório de processamento de alimentos da Universidade Federal do Pampa, *Campus* Itaqui, foram avaliados, o rendimento, umidade, volume, dureza e cor. Os resultados indicam que a adição de FGB, nas formulações dos pães, não influenciou nos resultados finais de volume específico, porém influenciou no rendimento, que apresentou aumento na perda de peso. Os valores de umidade estavam dentro do estabelecido pela legislação e a adição da FGB não influenciou significativamente na dureza dos pães. A FGB proporcionou aos pães uma coloração amarela atrativa sensorialmente. Os pães com a porcentagem de até 40% de FGB apresentaram características tecnológicas adequadas e muito satisfatórias que podem tornar esses pães bom substituto para dietas restritas ao glúten e a lactose.

Palavras-Chave: *Cicer arietinum* L, Doença celíaca, grãos, lactase, pão.

ABSTRACT

Preparation of bread with chickpea flour, gluten, and lactose free

The demand for gluten and lactose free foods has grown significantly, impelling the food industry to seek alternatives, nutritionally and sensorially viable and satisfactory to consumers. Currently there is a great demand for studies on gluten consumption, which despite its technological role, can trigger hypersensitivity reactions in individuals with a genetic predisposition, and especially in the development of celiac disease. Rice Flour is commonly used to replace wheat flour in gluten-free foods due to its light color and low allergenic properties, but it is a raw material rich in carbohydrates and needs to be complemented with protein sources, like chickpeas, which is a source of protein, carbohydrates, vitamins, minerals, and fiber. Milk is used in bread formulations for the preparation of dough, checking the emulsion of the ingredients, in addition to increasing the nutritional value. Some organisms do not produce the enzyme lactase, responsible for hydrolyzing the milk sugar that is lactose, which leads this consumer to present lactose intolerance. Although, milk is one of the ingredients in bread formulation that can be replaced by water, which gives the same emulsion characteristics to the formulation, but with a reduction in nutritional value. The general objective of this work was to evaluate the influence of partial replacement of rice flour by chickpea flour, on the technological characteristics of gluten-free and milk-free bread formulations. Chickpea flour and rice flour, as well as all the ingredients used were acquired in the local commerce of the city of Itaquí, where yield, moisture, volume, hardness, and color were evaluated. The results indicate that the addition of FGB, in the bread formulation, did not influence the results of specific volume, but it did influence the yield, which showed an increase in weight loss. The moisture values were within the established by the legislation and the addition of FGB did not significantly influence the hardness of the breads. The FGB provided the breads with a sensorially attractive yellow color. Breads with a percentage of up to 40 % of FGB showed adequate and very satisfactory technological characteristics that can make these breads a good substitute for gluten- and lactose- restricted diets.

Key Words: *Cicer arietinum* L, Celiac disease, grains, lactase, bread.

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 2 | OBJETIVOS..... | 16 |
| 3 | MATERIAIS E MÉTODOS..... | 16 |
| 3.1 | Materiais..... | 16 |
| 3.2 | Métodos..... | 17 |
| 3.2.1 | Elaboração dos pães..... | 17 |
| 3.2.2 | Análises tecnológicas..... | 18 |
| 3.2.3 | Análises estatísticas..... | 19 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 19 |
| 4.1 | Análise de rendimento das diferentes formulações de pães livre de glúten e lactose..... | 19 |
| 4.2 | Análise de umidade das diferentes formulações de pães livre de glúten e lactose..... | 21 |
| 4.3 | Análise de volume específico das diferentes formulações de pães livre de glúten e lactose..... | 22 |
| 4.4 | Análise de dureza das diferentes formulações de pães livre de glúten e lactose..... | 23 |
| 4.5 | Parâmetros de Cor Instrumental das Amostras de pães livres de glúten e Lactose..... | 24 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 27 |
| 6 | REFERÊNCIAS..... | 29 |

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Franco (2017) a procura por alimentos que não apresentem glúten e lactose tem crescido consideravelmente, fazendo com que a indústria de alimentos busque por alternativas que sejam viáveis e agradáveis aos consumidores.

Muitos destes possuem restrição alimentar e alguns optam por alimentos que possuem características nutricionais mais elevadas, como por exemplo, maior quantidade de fibras e vitaminas, além disso, existe ampla divulgação sobre os benefícios da dieta sem glúten e sem lactose, que leva pessoas que não possuem diagnóstico médico a respeito das doenças a seguir uma dieta mais restritiva (FRANCO, 2017).

Segundo Sapone *et al.*, (2012) pode-se afirmar que o trigo, o arroz e o milho, são os grãos mais consumidos no mundo, devido às suas fontes de amido. Porém o consumo de trigo tem sido alvo de muitos estudos, em razão da presença do glúten, que é uma junção de duas proteínas, a gliadina e a glutenina.

Apesar das proteínas contribuírem na formação da elasticidade e na viscosidade das massas, a sua ingestão pode desencadear reações de hipersensibilidade em indivíduos com predisposição genética, o que acarreta distúrbios relacionados ao glúten e principalmente no desenvolvimento da doença celíaca. Nesses casos, a dieta isenta do consumo dessa proteína, ainda é o principal e mais eficaz tratamento (ROSZKOWSKA *et al.*, 2019).

A doença celíaca é considerada um problema de ordem mundial, pois é uma doença crônica de origem autoimune, que se desenvolve em indivíduos geneticamente suscetíveis através da ingestão de proteínas formadoras de glúten naturalmente presentes em cereais (trigo, centeio, cevada e malte), que causam reação do sistema imunológico, na forma de inflamação. Em adultos, a doença normalmente se manifesta através de sintomas gastrointestinais como diarreia, dor e inchaço abdominal, além de flatulência, náuseas, vômitos e falta de apetite (MORENO, 2019).

Além dessa doença outras avarias podem acometer indivíduos alérgicos a este grão, que causa sintomas como, coceira na pele, inchaço, erupção cutânea, e em casos mais graves anafilaxia podendo levar a óbito. Estima-se que 4% da população possua alergia ao trigo, sendo que a maioria destas são crianças de até 6 anos de idade. Ainda existe a sensibilidade ao glúten não celíaco, no entanto essa

sensibilidade deve ser mais estudada para podermos afirmar se ela é proveniente do consumo do glúten ou do próprio trigo (BIESIEKIERSKI, 2017).

Segundo Araújo *et al.*, (2010) o portador da doença celíaca deve sempre conferir os rótulos e/ou obter conhecimento dos ingredientes utilizados nas formulações. Os celíacos têm procurado no mercado alimentos desse tipo, porém com custos mais acessíveis.

Porém, a substituição de farinhas que contenham glúten por outras farinhas livres deste componente, para fabricação de pães, ainda é muito desafiadora, pois o glúten possui capacidade de formar a rede proteica e reter o gás carbônico, agregando a massa características estruturais e viscoelásticas (SCHUBERT, 2017).

A farinha de arroz é normalmente a mais utilizada para substituir a farinha de trigo em alimentos sem glúten devido a sua coloração, características nutricionais, sabor suave e baixas propriedades alergênicas. Além disso, segundo Herculano, *et al.*, (2021) esta farinha comparada com as demais, possui menor preço no mercado.

Porém, devido ao baixo teor de proteínas e fibras alimentares da farinha de arroz, são necessários que sejam acrescentados outros componentes para garantir melhor valor nutricional ao produto (MORENO, 2017).

Segundo Braga e Vieira (1998) o grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é considerado uma das cinco leguminosas mais importantes mundialmente, cultivada em mais de 40 países, porque apresenta importante valor nutricional. Esta leguminosa é fonte de proteínas (21,2%), carboidratos (57,9%), minerais (1,74%) e fibras (12,4%), valores segundo a tabela TACO, para 100g de grão-de-bico (SCHUBERT, 2017).

A farinha de grão-de-bico (FGB) é um exemplo de matéria-prima, que após ser processada poderá substituir a farinha de trigo, dado que é uma das mais utilizadas tradicionalmente, em razão do seu teor de nutrientes, provenientes do grão. Além do mais as características tecnológicas, e físico-químicas do grão-de-bico, influenciam nas características desejadas pelo consumidor (FERNANDES, 2019).

Uma pesquisa realizada por Fernandes (2019) avaliou as características da farinha de grão-de-bico, para sua utilização como ingrediente alimentício. Segundo o autor a farinha de grão-de-bico possui propriedades tecnológicas que demonstram afinidade com óleo, água e leite, o que possibilita a sua utilização em várias formulações.

Estudos realizados por Herculano *et al.*, (2021) demonstram que é possível obter pães produzidos a partir de farinha de grão-de-bico com características sensoriais muito interessantes, possuindo por isso um grande potencial de exploração de mercado. Esse grão é uma leguminosa rica em proteínas, porém de baixo valor energético, tornando-se uma alternativa para pães ricos em proteínas, mas sem glúten. Podendo ser também um ótimo substituto para consumidores que desejam excluir da sua dieta pães que contenham glúten, seja por recomendação médica ou por opção, pois apresentam propriedades nutricionais.

Já o leite é utilizado nas formulações de pães no preparo da massa, conferindo a emulsão dos ingredientes, no caso de pães produzidos a partir da farinha de trigo age na formação da cadeia de glúten, além de aumentar o teor de proteínas e lipídios. O açúcar do leite é a lactose, um carboidrato que precisa ser hidrolisado no organismo humano por uma enzima, chamada de beta-galactosidade, ou lactase-florizina hidrolase, ou ainda simplesmente de lactase, que catalisa a hidrólise da lactose em glicose e galactose. Alguns organismos não produzem a enzima, o que leva este indivíduo a nascer ou desenvolver com o passar dos anos a intolerância à lactose (FRANCO, 2017).

Segundo Rosado (2016) a intolerância à lactose é um quadro clínico que apresenta dor abdominal, náuseas, flatulência, e/ou diarreia, que ocorre após a ingestão de alimentos que contenham lactose. Porém o grau dos sintomas pode variar de acordo com a quantidade de lactose ingerida, e da sensibilidade que cada indivíduo apresenta a este componente. Além disso, algumas pessoas podem apresentar alergia ao leite, que é devido à presença da proteína caseína do leite e não da lactose.

O leite é um dos ingredientes da formulação do pão que pode ser substituído por água, pois conferem as mesmas características de solubilidade aos demais ingredientes, formando a massa do pão, permitindo que seja possível desenvolver um pão livre de lactose, porém diminui seu valor alimentício, pois não fornece proteínas, carboidratos e lipídios, afetando também a reação de *Maillard* e de caramelização (FRANCO, 2017).

O pão por sua vez é um dos alimentos mais antigos do mundo, provavelmente sua origem é oriunda do Oriente Médio, além de atualmente ser o alimento mais consumido mundialmente, é uma grande fonte de energia e possui alta capacidade nutricional (SCHUBERT, 2017).

Além disso, o pão livre de glúten e lactose, produzido utilizando a farinha do grão-de-bico em sua formulação, será uma alternativa para as pessoas com restrição alimentar e/ou consumidores que buscam por alimentos mais saudáveis em substituição dos alimentos que já estão disponíveis no mercado, com melhor valor nutricional e com características sensoriais aceitáveis, contribuindo com uma alimentação saudável e diversificada.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da substituição parcial da farinha de arroz por farinha de grão-de-bico, nas características tecnológicas de formulações de pães isentas de glúten e sem adição de leite.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

a) Avaliar a influência da substituição parcial da farinha de arroz por farinha de grão-de-bico, nas características tecnológicas de formulações de pães isentas de glúten e sem adição de leite.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar a adição de farinha de grão-de-bico, nas características físico-químicas e tecnológicas dos pães isentos de glúten e leite;
- b) Desenvolver formulações de pães, isentos de glúten e lactose com melhor valor nutricional e com características tecnológicas aceitáveis.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

As farinhas de arroz e de grão-de-bico, assim como todos demais ingredientes utilizados na elaboração das formulações dos pães, foram adquiridos no comércio local da cidade de Itaqui/RS (Tabela 1). As análises foram realizadas no laboratório de Processamento de Alimentos II do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pampa, *Campus Itaqui*.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Elaboração dos pães

A formulação padrão do pão foi definida através de pré-teste, sendo o método de preparo realizado de acordo com Moreno (2019), com algumas adaptações nas porcentagens de ingredientes e na inclusão de farinha de grão-de-bico e polvilho azedo, que foi empregado nesta formulação devido a sua capacidade de gelatinização e viscosidade. Foram realizadas cinco formulações com substituição parcial da farinha de arroz (FA) por farinha de grão-de-bico (FGB), nas seguintes proporções: F1 (100% FA); F2 (90% FA: 10% FGB); F3 (80% FA: 20% FGB); F4 (70% FA: 30% FGB) e F5 (60% FA: 40% FGB). Os demais ingredientes, tais como ovo, óleo de soja, açúcar refinado, polvilho azedo, fermento químico, sal e água, permaneceram constantes nas diferentes formulações (Tabela 1).

Tabela 1: Formulações de pão padrão e com substituição parcial da farinha de arroz por farinha de grão-de-bico

| Ingredientes* | F1 (%) | F2 (%) | F3 (%) | F4 (%) | F5 (%) |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Farinha de arroz | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 |
| Farinha de grão-de-bico | - | 10 | 20 | 30 | 40 |
| Ovo in natura | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Óleo vegetal | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Açúcar | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Polvilho Azedo | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Fermento químico | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Sal | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Água mineral | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |

* A porcentagem dos ingredientes das formulações é em relação ao total das farinhas de arroz e de grão-de-bico.

Os ingredientes secos, foram pesados em balança semi-analítica e misturados em um recipiente, logo após foram adicionados os ovos e o óleo. Então, misturou-se a massa manualmente, por cerca de 5 minutos, e adicionou-se o fermento químico. Uma massa homogênea foi formada, líquida, porém espessa e lisa. Dessa

forma, a massa foi disposta em formas de alumínio descartáveis, com dimensões 8x4x10 cm. As formas foram levadas ao forno elétrico a 180° C por cerca de 30 minutos, após o resfriamento a temperatura ambiente, os pães foram embalados em sacos de polietileno de baixa densidade e armazenados por 24 horas, em temperatura ambiente, para a realização das análises.

3.2.2. Análises tecnológicas

A análise de rendimento do pão foi avaliada, pesando-se a forma com o pão ainda cru, após o cozimento e o resfriamento do respectivo pão, logo após pesou-se novamente, descontando o peso da forma inicial e final. O rendimento foi determinado pela diferença do peso dos pães antes e após o forno, após resfriado (SILVA *et al.*, 2001).

A umidade foi determinada pelo método 44-15 A da AACC (1995), determinada pelo método gravimétrico de perda de massa por dessecação fatias em duas etapas. Os resultados da análise de umidade foram determinados após deixar fatias dos pães livres de glúten e lactose secarem em temperatura ambiente, mais ou menos 35° C, por um pouco mais de 24 horas, após foram triturados em moinho e levados à estufa a 130° C por uma hora, como pode-se visualizar na Figura 1:

Figura 1: Fotografia das amostras pré e após estufa a 130° C



Fonte: Autora, 2022.

Para a caracterização dos pães, foi realizada a análise de volume específico. Resfriados em temperatura ambiente por 24 horas, os pães foram pesados em balança semi-analítica, o volume foi determinado através do deslocamento das sementes de painço de acordo com o método 72 -10 da AACC (2000).

A análise da cor foi realizada utilizando o calorímetro, de acordo com o sistema CIE L* a* b* e a análise de textura foi realizada em texturômetro, considerando os atributos de dureza (MORENO, 2019).

A dureza dos pães foi determinada utilizando-se Texturômetro TC3 Texture Analyzer, modelo CT3-4500, marca Brokfield. Foram utilizadas as seguintes condições: sonda cilíndrica P/36 de diâmetro, teste normal, força: 4,5 g, deformação: 5,0 mm e velocidade: 0,5 mm/s.

3.2.3. Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o software *ActionStat* através de análise de variância (ANOVA), considerando um nível de significância de 5%. As respostas consideradas com efeito significativo ($p < 0,05$) foram avaliadas através de análise de regressão, sendo os modelos completos apresentados na forma de gráficos quando apresentaram coeficiente de regressão superior a 75% (ESTATCAMP, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros tecnológicos tais como: teor de umidade, volume específico, textura e cor dos pães influenciam tanto nas propriedades industriais, interferindo na conservação, padronização e embalagem do produto, como na percepção sensorial e na aceitabilidade dos consumidores (MORENO, 2019).

4.1. Análise do rendimento das diferentes formulações de pães livres de glúten e lactose

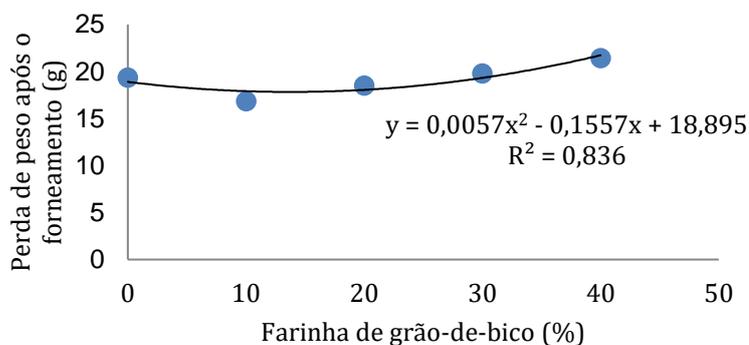
Os resultados de variação de perda de peso dos pães após o forneamento estão apresentados na Figura 2, observa-se que com o aumento da adição de FGB houve um aumento na perda de peso dos pães. Este comportamento pode estar relacionado com o menor teor de amido na formulação. De acordo com Delcour e Hosney (2010) o amido sob aquecimento pode absorver até 30% do seu peso seco em água, desta forma o menor percentual de amido na formulação, provavelmente

promove menor capacidade de retenção de água na massa, sendo esta facilmente perdida na etapa de forneamento dos pães.

Beck (2014) realizou um estudo onde eram observadas as características químicas, físicas e sensoriais de pães sem glúten, onde duas formulações foram elaboradas com adição de FGB e outras duas com adição de pasta de grão-de-bico, e o padrão desenvolvido com farinha de trigo. Com relação ao peso de pré-forneamento, todas as amostras obtiveram resultados com diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) sendo a amostra com pasta de grão-de-bico e farinha de soja que apresentou maior peso pré-forneamento. Em relação ao peso após-forneamento também foi possível encontrar diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$), sendo a amostra que continha farinha de trigo, a que apresentou o maior peso após-forneamento e a amostra com pasta de grão-de-bico e fécula de batata o menor peso após-forneamento, portanto maior perda de peso.

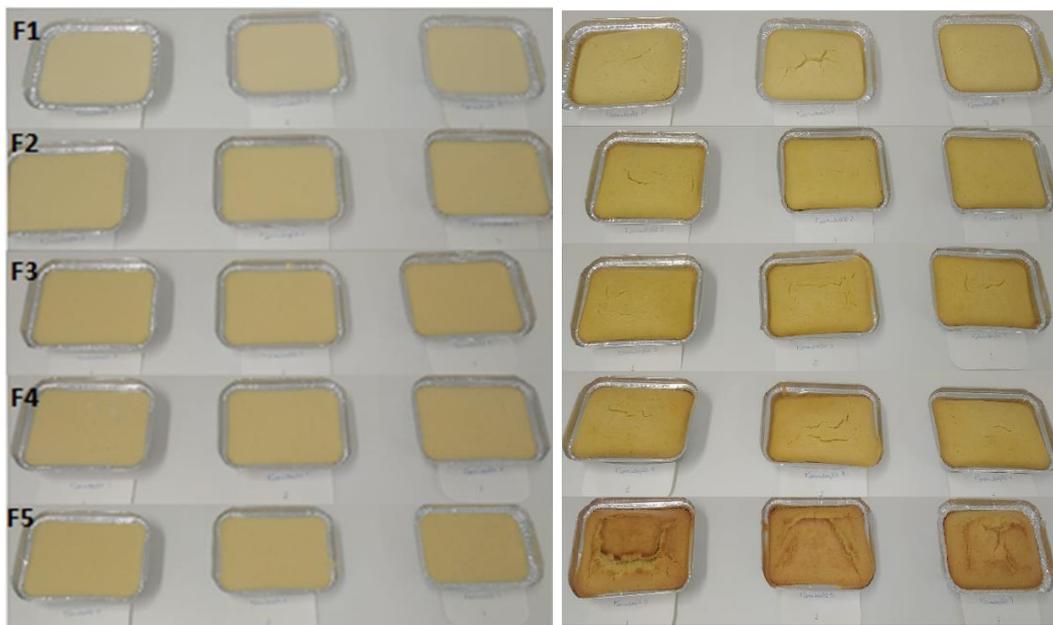
Para Cardoso *et al.*, (2016) na etapa do forneamento ocorre a cocção da massa, que promove a evaporação de grande parte da água utilizada nas formulações, e por fim a perda de peso.

Figura 2: Variação do peso da massa crua para a massa assada



Na Figura 3 observam-se as fotografias das massas cruas e assadas (após resfriadas) das formulações de pães elaboradas com diferentes concentrações de FGB.

Figura 3: Fotografia das formulações cruas e assadas (após resfriamento).



Fonte: Autora, 2022.

4.2. Análise de Umidade das diferentes formulações de pães livres de glúten e lactose

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados das avaliações tecnológicas dos pães livres de glúten e lactose elaborados com substituição parcial da FA por FGB. Observa-se que a adição de diferentes concentrações de FGB nas formulações dos pães não influenciou nos valores de umidade que variaram de 34,04% a 40,46%. A legislação brasileira não estabelece um teor de umidade para pães livres de glúten, porém, a resolução RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000, estabelece um limite máximo de 38,0 g/100g para pães elaborados com farinha de trigo (Brasil, 2000). Desta forma, observa-se que apenas a formulação 3 ultrapassou o limite estabelecido pela legislação de no máximo 38% de umidade, para comercialização do pão.

Uma pesquisa realizada por Pires, Quadros e Gadelha (2018) realizou análises físico-químicas em pães produzidos com farinha de beterraba, cenoura e espinafre. O pão de beterraba ultrapassou as 38 g/100g permitida pela legislação, enquanto que os pães com farinha de cenoura e espinafre atenderam os valores recomendados pela RDC nº 90 de 18 de outubro de 2000 (BRASIL, 2000). Porém os pães com características de umidade muito elevadas promovem a deterioração dos pães livres de glúten e lactose mais rapidamente.

Tabela 2 - Avaliação tecnológica das formulações dos pães livres de glúten e lactose elaborados com diferentes concentrações de *FGB

| Formulações | Avaliações | | |
|-------------|----------------------------|--|---------------------------|
| | Umidade (%) | Volume Específico (cm ³ /g) | Dureza (N) |
| F1 | 35,99 ± 1,34 ^{NS} | 1,79 ± 0,15 ^{NS} | 6,97 ± 1,03 ^{NS} |
| F2 | 34,06 ± 0,06 | 1,56 ± 0,20 | 6,76 ± 0,83 |
| F3 | 40,46 ± 0,44 | 1,49 ± 0,14 | 6,51 ± 1,01 |
| F4 | 32,81 ± 2,81 | 1,45 ± 0,02 | 6,36 ± 0,48 |
| F5 | 34,85 ± 0,81 | 1,54 ± 0,12 | 6,48 ± 0,47 |

*FGB: Farinha de grão-de-bico. "Médias de três repetições, para as determinações de umidade, volume específico e média de nove repetições para análise de dureza; ± Desvio-padrão seguidas de letras NS na coluna indicam não haver diferença significativa entre os resultados, para (p<0,05). As formulações representam a proporção entre a adição de FA e FGB, onde F1 (100:0%), F2 (90:10%), F3 (80:20%), F4 (70:30%) e F5 (60:40%) respectivamente".

4.3. Análise de volume específico das diferentes formulações de pães livres de glúten e lactose

A análise do volume específico é uma medida muito importante, pois avalia a capacidade que cada massa teve de armazenar gás carbônico e aumentar ou não o volume do pão (SCHUBERT, 2017).

Os resultados de volumes específicos encontrados nas diferentes formulações de pães livres de glúten e lactose elaborados com substituição parcial de FA por FGB estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que o aumento da adição de FGB não influenciou significativamente (p≤0,05) os resultados de volume específico dos pães, cujos valores variaram entre 1,45 cm³.g⁻¹ a 1,79 cm³.g⁻¹. Esse comportamento já era esperado, visto que esse pão é isento de glúten, por tanto, não apresenta capacidade de reter gás carbônico e expandir a massa.

De acordo com Esteller e Lannes (2005), o volume específico demonstra a maneira com que o teor de sólidos e a fração de ar existente na massa após assada se relacionam, massa com alto teor de sólidos ou de baixa fração de ar possuem características sensoriais desagradáveis aos consumidores, pois formam uma massa mais densa e sem crescimento.

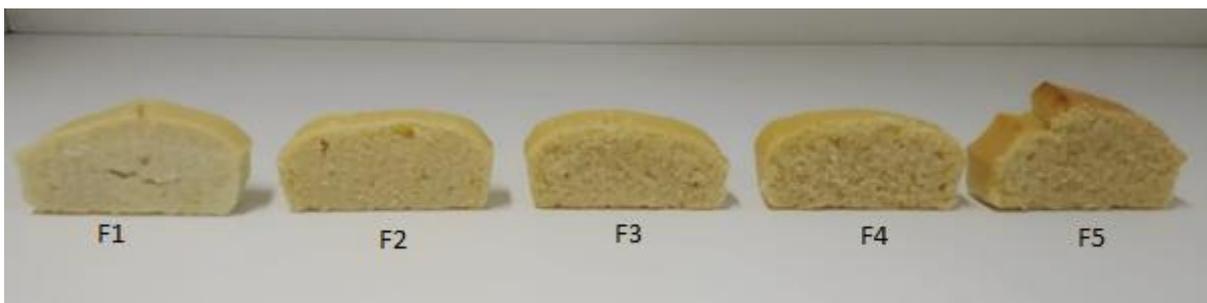
Em um estudo desenvolvido por Moreno (2019), foi realizada uma pesquisa utilizando farinha de grão-de-bico, farinha de arroz, fécula de batata e fécula de mandioca, com substituição das demais farinhas por FGB em proporções de de 0%, 15%, 25%, 35% e 45%, para avaliar o potencial de aplicação destas farinhas na

panificação. Houve um aumento significativo no volume específico das amostras, conforme foi sendo adicionada a FGB, foi possível observar um aumento do volume específico, principalmente na amostra que possuíam maior quantidade de FGB, porém a adição da FGB causou a redução nos parâmetros de elasticidade e coesividade dos pães, provavelmente o aumento significativo que ocorreu nessas amostras pode ser relacionado ao alto teor de amilose proveniente das féculas que foram utilizadas nas formulações.

Segundo estudo de Schubert (2017) foi possível avaliar a adição de farinha de grão-de-bico juntamente com adição de goma xantana para a realização de pães isentos de glúten, foi desenvolvida uma farinha mista de polvilho azedo, fécula de batata e farinha de arroz, que foi substituída pela adição de goma xantana e pela FGB. Apesar de a goma xantana ser utilizada para auxiliar no aumento do volume dos pães, o resultado não foi positivo, pois acredita-se que a goma tornou a massa mais resistente impedindo o seu crescimento. Porém a formulação padrão que apresentava polvilho e fécula de batata como ingredientes apresentou um aumento significativo do volume específico, o que leva a ressaltar a capacidade desses ingredientes de formar géis. Sendo este um dos motivos de adicionar o polvilho azedo nas formulações dos pães livres de glúten e lactose.

Na Figura 4 é possível observar as formulações de pães livres de glúten e lactose, que apresentam em sua composição FA, FGB, polvilho azedo, entre outros ingredientes, estes, porém destacam-se pela sua capacidade de formar a massa e dar estrutura, a comparação visual entre as cinco formulações aparenta ter diferença em relação ao pão com 40% de FGB, porém ele apresentou rompimentos em sua estrutura que afetam no resultado final do volume.

Figura 4: Fotografia das formulações de pães livres de glúten e lactose com substituição parcial da FA na proporção de 0 a 40% de adição de FGB



Fonte: Autora, 2022.

4.4. Análise da dureza das diferentes formulações de pães livres de glúten e lactose

A dureza dos pães livres de glúten e lactose, está relacionada com a força necessária para causar o rompimento na amostra, o que interfere nas características de mastigação (SCHUBERT, 2017).

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da dureza dos pães elaborados com substituição parcial de FA por FGB. Observa-se que, o aumento da adição da FGB na formulação não influenciou significativamente na dureza dos pães ($p \leq 0,05$), cujos valores variaram de 6,36 N para 6,97 N. Este resultado pode estar relacionado com a composição química da FGB, pelo aporte de proteínas e fibras, e pela ausência do glúten.

Estudos elaborados por Herculano (2021) objetivaram desenvolver pães sem glúten a partir de farinhas pouco exploradas, e avaliar de que forma isso afetaria as características físicas dos pães. Foram utilizadas farinhas de quinoa, alfarroba, castanha, grão-de-bico, bolota (fruto da família das avelãs) e tremoço (leguminosa). Para o parâmetro de firmeza do pão que foi desenvolvido com 50% e com 100% de FGB, não apresentou diferença significativa, porém para o fator de coesividade sim, o estudo ressalta que um amolecimento foi notado quando a FGB foi adicionada, isso se relaciona com a taxa de quebra da massa na boca, assim como a fácil separação na mão, além disso o estudo mostra que a substituição total da FA por FGB causou redução na firmeza e da coesividade dos pães.

4.5. Parâmetros de Cor Instrumental das Amostras de pães livres de glúten e Lactose

A cor dos pães é um fator muito importante para comercialização e está relacionada com coloração dos ingredientes e com a reação de *Maillard*

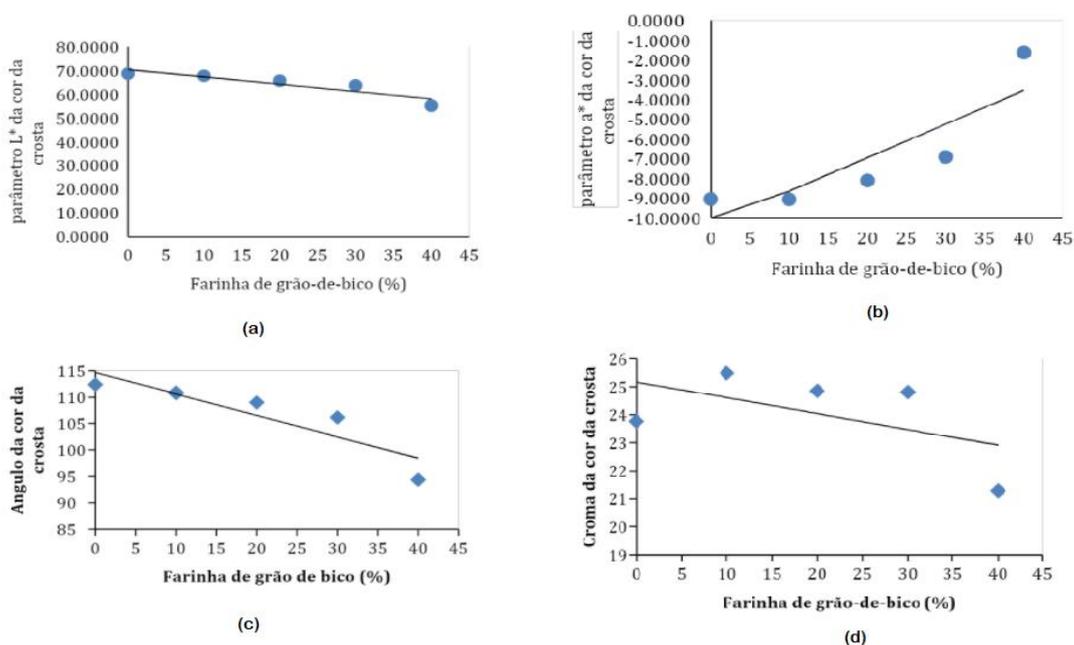
, que ocorrem na etapa de forneamento devido às proteínas e a caramelização pela presença dos carboidratos, além disso, a coloração dos pães tem poder de influenciar na aceitabilidade do produto no mercado (MORENO, 2019).

Na análise de colorimetria observaram-se variações nos parâmetros de cor da crosta das diferentes formulações de pães livres de glúten e lactose. Na Figura 5 (a) observa-se que o aumento da adição da FGB causou diminuição da luminosidade L^* , que variou de 55,20 a 68,67 a e um aumento dos valores do parâmetro a^* da cor, que variou de -9,04 a -1,63, Figura 5 (b), dos valores do ângulo de tonalidade, que variou

de 94,39 a 112,37, Figura 5 (c), dos valores do croma, que variou de 21,27 a 23,76, Figura 5 (d), porém não houve efeito significativo em relação aos valores do parâmetro b^* da cor da crosta, que variou entre 15,69 a 19,44. Essas alterações nos parâmetros da cor da crosta podem ter ocorrido, devido a FGB apresentar coloração amarelada e também pelas reações de *Maillard* e de caramelização ocorridas durante o forneamento.

Os modelos de regressão para os parâmetros de cor da crosta dos pães (L^* , a^* , Hue^* e C^*) foram significativos ($p < 0,05$) dentro das condições estudadas. Os coeficientes de regressão (R^2) foram de 96,8%, 96,69% 96,0% e 96,46%, respectivamente, indicando um bom ajuste dos modelos aos dados, garantindo a validade das predições efetuadas. Os modelos completos de 2ª ordem estão apresentados na Figura 5.

Figura 5: Análise de colorimetria de acordo com (a) Parâmetro L^* da cor da crosta, (b) Parâmetro a^* da cor da crosta, (c) Ângulo da cor da crosta e (d) Croma da cor da crosta



Moreno (2019), analisou resultados para determinar as composições químicas, físico-químicas e tecnológicas dos pães de diferentes farinhas, entre elas FGB. O autor observou que a coloração dos pães se tornou mais amarelada conforme eram maiores a porcentagem nas formulações de pães de FGB. A cor da crosta mais escura é devido à reação de *Maillard* que ocorre nessa parte do pão. A coloração amarelada

presente na FGB é de grande valia para ser empregada em vários segmentos da indústria alimentícia, devido a sua coloração atrativa.

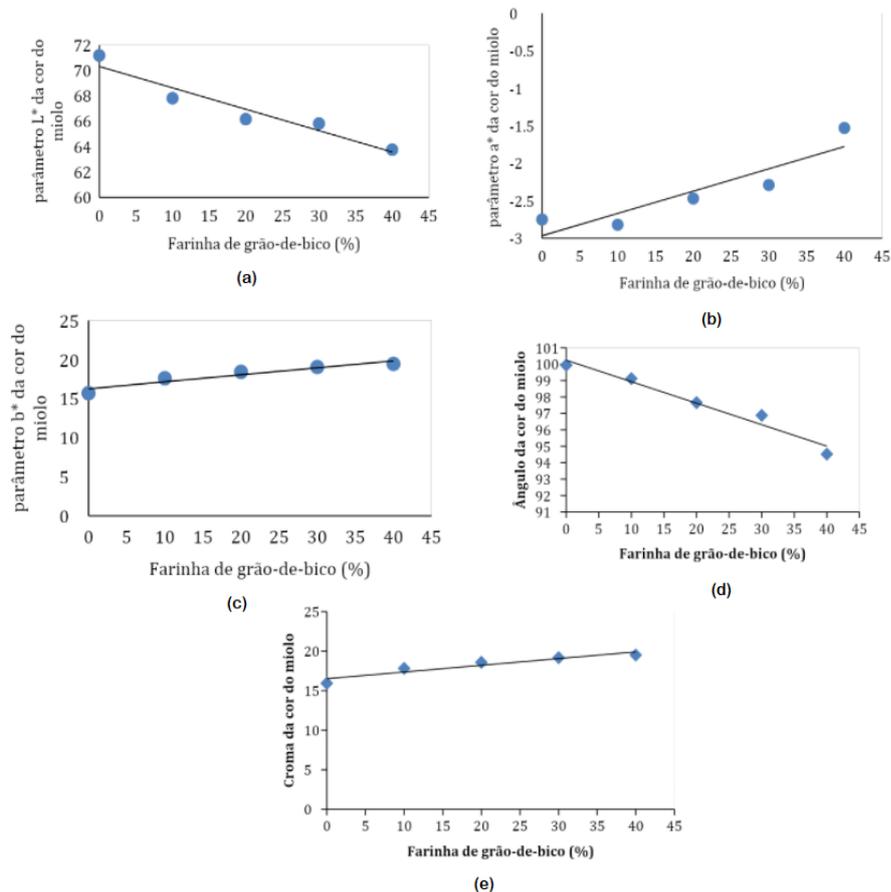
Na análise da cor do miolo, obteve-se um resultado para L^* e a^* que diminuiu consideravelmente, onde L^* foi de 71,18 a 63,76 e a^* de -2,75 a -1,53, Figura 6 (a) e (b) respectivamente, sendo estes dois, cores de baixa intensidade. Já o parâmetro b^* aumentou consideravelmente, apresentando valores de 15,69 a 19,44, Figura 6 (c), destacando uma coloração mais amarelada para o miolo do pão com a maior porcentagem de FGB, assim como o valor do croma que também sofreu um aumento, de 15,93 a 19,50, Figura 6 (e), também agregando na intensidade da coloração amarela do miolo do pão. Enquanto o ângulo de tonalidade da cor do miolo apresentou uma diminuição em seus valores, como podemos observar na Figura 6 (d), porém se mantém perto do ângulo de 90° , onde se localiza a coloração amarela. Essas alterações na intensidade de coloração do miolo dos pães podem ser observadas na Figura 6.

Os modelos de regressão para os parâmetros de cor do miolo dos pães (L^* , a^* , b^* , Hue* e C^*) foram significativos ($p < 0,05$) dentro das condições estudadas. Os coeficientes de regressão (R^2) foram de 95,83%, 92,87%, 99,01%, 98,47% e 98,90%, respectivamente, indicando um bom ajuste dos modelos aos dados, garantindo a validade das predições efetuadas. Os modelos completos de 2ª ordem estão apresentados na Figura 6.

Estudos de Schubert (2017) desenvolveu uma farinha de grão de bico, para empregar está em um pão sem glúten, ele avaliou a coloração do miolo, que apresentou uma diminuição na luminosidade, parâmetro (L^*), devido ao acréscimo da FGB, e esta farinha ter uma coloração mais voltada para a coloração amarela.

Para Herculano (2021) que avaliou pães com diferentes tipos de farinhas, os pães com a FGB apresentaram tons de luminosidade (L^*) possíveis de comparar com pães de farinha de trigo. O escurecimento da cor do miolo é desejado, pois geralmente os pães isentos de glúten tendem a apresentar colorações mais claras e menos atrativas.

Figura 6: Análise de colorimetria de acordo com (a) Parâmetro L* da cor do miolo, (b) Parâmetro a* da cor do miolo, (c) Parâmetro b* da cor do miolo, (d) Ângulo da cor do miolo e (e) Cromo da cor do miolo



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento da adição de FGB, nas formulações dos pães livre de glúten e de lactose, a base de FA, não influenciou nos resultados finais de volume específico, que variou de 1,45 a 1,79 cm³/g.

Os resultados de rendimento apresentaram um aumento na perda de peso, que pode ser associado ao menor teor de amido na formulação, possibilitando menor retenção de água na massa, sendo esta facilmente perdida na etapa de forneamento, causando a perda de peso dos pães.

Os valores de umidade em média estavam dentro do esperado e proposto pela legislação que determina, máximo de 38% de umidade. E os resultados relacionados à dureza dos pães não apresentaram diferença significativa, visto que os valores variam de 6,36 N a 6,97 N.

A FGB proporcionou aos pães uma coloração amarela muito interessante e atrativa sensorialmente, que após sofrer as reações após-forneamento tornou a coloração dos pães agradáveis.

A elaboração de pães livres de glúten e lactose com substituição parcial de FA por até 40% de FGB, apresentou características tecnológicas adequadas, tornando-se uma alternativa para dietas restritas ao consumo de glúten e lactose.

6. REFERENCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS, AACC. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 9 ed. Saint Paul: 1995, 200. v. 2.

ARAÚJO, Halina Mayer Chaves *et al.*, Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. **Revista de Nutrição**, 2010, v. 23, p. 467-474.

BECK, Bianca Duarte. **Elaboração de pães de forma isentos de glúten a partir de grão-de-bico**. 2014. Trabalho de conclusão de curso, Curso de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

BIESIEKIERSKI, Jessica R. What is gluten? **Journal of gastroenterology and hepatology**, v. 32, p. 78-81, 2017.

BRAGA, Nelson Raimundo. VIEIRA, Clibas. **Efeito da inoculação com *Bradyrhizobium sp.*, nitrogênio e micronutrientes no rendimento do grão de bico**. *Bragantia*, Campinas. v. 57, n. 2, p.1- 5, 1998. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051998000200016>, acesso em 23 de janeiro de 2022.

BRASIL. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos [TACO], 4º edição. Campinas, 2011. Disponível em: https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 90 de 18 de outubro de 2000. Dispõe de: regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de pão. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, out. 2000.

CARDOSO, Wilton. *et al.*, **Avaliação do processo de fermentação e de forneamento para elaboração da tabela nutricional de pães**. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. FAURGS. Gramado, 2016.

DELCOUR, Jan; HOSENEY, R. Carl. **Principles of cereal science and technology**. 3 Edição, ilustrado, Universidade de Michigan: AACC Internacional, 2010. 270 p.

ESTELLER, Mauricio Sergio; LANNES, Suzana Caetano da Silva. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Food Science and Technology**, 2005, v. 25, n. 4, p. 802-806.

ESTATCAMP. Software Action. Estatcamp- Consultoria em estatística e qualidade, São Carlos - SP, Brasil. 2014. Acesso em 26/01/2022, em <http://www.portalaction.com.br/>.

FERNANDES, Taynnara Cristina Rodrigues. **Avaliação tecnológica da farinha de grão de bico BRS Cristalino (*Cicer arietinum*)**. Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharelado em Engenharia Agrícola, Instituto Federal Goiano, *Campus* Urutaí, 2019.

FRANCO, Luiza Helena Espina de. **Desenvolvimento de brownie funcional sem glúten e sem lactose**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Porto Alegre, 2017.

HERCULANO, Leiliane da Fonseca Lima. *et al.* Desenvolvimento de pães sem glúten a partir de farinhas pouco exploradas. **Brazilian Journal of Development**. v.7, n.6, p.62905-62924. 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-595>, acesso em 23 de janeiro de 2022.

MORENO, Raquel Troncoso Chaves. **Desenvolvimento de formulações de pães sem glúten à base de farinhas de grão quebrado de arroz e de grão-de-bico**. Dissertação de mestrado apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.

ROSZKOWSKA, Anna. *et al.*, Non-Celiac Gluten Sensitivity: A Review. **Medical University of Lublin**, Poland. 2019. 55(6), 222; <https://doi.org/10.3390/medicina55060222>, acesso em: 26 de novembro de 2021.

ROSADO, Jorge L. **Intolerancia a la lactosa**, Universidad Autónoma de Querétaro, CINDETEC A.C., Querétaro, Qro., México, Gaceta Médica de México, Permanyer, 2016. <https://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2016/gms1611.pdf>, acesso em: 26 de novembro de 2021.

SCHUBERT, Suelen. **Utilização de farinha de grão de bico (*Cicer arietinum*) para a formulação de pão sem glúten**. 2017. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, Paraná. 2017.

SILVA, Mara Reis *et al.* Utilização tecnológica dos frutos de Jatobá-do-cerrado e de Jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. **Food Science and Technology**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, v. 21, p. 176-182, 2021.

SAPONE, Ana, *et al.* Espectro de distúrbios relacionados ao glúten: consenso sobre nova nomenclatura e classificação. **BMC Med**. 2012 , 10 , 13. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-13>. Acesso em: 23 de janeiro de 2022.

SÃO PAULO. Instituto Adolfo Lutz, IAL. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. [São Paulo]: Secretaria de Estado de Saúde. 4º edição. [2008]. 1020 p.

PIRES, Paloma Souza; QUADROS, Gustavo Silva Levatti; GADELHA, Gabriella Giani Pieretti. Desenvolvimento e caracterização de pão sem glúten à base de farinha de vegetais. **e-xacta**, Belo Horizonte. v. 11, n. 1, p. 85-95, 2018.