



Universidade de Brasília
Faculdade de Ciências da Saúde
Departamento de Nutrição
Programa de Pós-graduação em Nutrição Humana

FERNANDA LAIGNIER GONÇALVES

DESENVOLVIMENTO DE DIFERENTES FORMULAÇÕES DE PÃES SEM GLÚTEN
ELABORADOS COM FARINHA DO *AMORPHOPHALLUS KONJAK*

BRASÍLIA

2020

FERNANDA LAIGNIER GONÇALVES

FARINHA DO *AMORPHOPHALLUS KONJAC* NA PREPARAÇÃO DE PÃES SEM
GLÚTEN

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em
Nutrição Humana do Departamento de Nutrição da
Universidade de Brasília para obtenção do título de Mestre
em Nutrição Humana.**

**Orientadora: Profa. Dra. Rita de Cássia de Almeida Akutsu
Co-orientadora: Profa. Dra. Raquel Braz Assunção Botelho**

BRASÍLIA

2020

FERNANDA LAIGNIER GONÇALVES

**FARINHA DO *AMORPHOPHALLUS KONJAC* NA PREPARAÇÃO DE PÃES SEM
GLÚTEN**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana do Departamento de Nutrição da Universidade de Brasília para obtenção do título de Mestre em Nutrição Humana.

Aprovada em:

MEMBROS DA BANCA

Professora Doutora Rita de Cássia Coelho de Almeida Akutsu
(Presidente da Banca – Universidade de Brasília)

Professora Doutora Eliana Santos Leandro
(Membro Interno – Universidade de Brasília)

Professor Doutor Márcio Antônio Mendonça
(Membro Interno – Universidade de Brasília)

Professora Doutora Ivana Aragão Lira Vasconcelos Almeida
(Suplente – Universidade de Brasília)

Brasília

2020

Gonçalves, Fernanda Laignier

Farinha do *Amorphophallus Konjac* na preparação de pães sem glúten

Dissertação de mestrado/ Faculdade de Ciências da Saúde,
Universidade de Brasília

Brasília, 2020.

Área de Concentração: Nutrição Humana

Orientadora: Dra Rita de Cássia Coelho de Almeida Akutsu

AGRADECIMENTOS

Sou grata a Deus que em sua infinita bondade e misericórdia me fortaleceu e me sustentou em todos os meus momentos de angústia e fraqueza não permitindo que eu desistisse durante o percurso.

A meu esposo Elson e aos meus filhos Mateus e Mariana que me apoiaram incondicionalmente.

Aos meus pais Levy e Edilce que sempre me incentivaram a seguir o caminho do conhecimento e aos meus irmãos Dagoberto, Victor Hugo e Mauricéia que compreenderam minha ausência em datas importantes.

Às minhas queridas orientadora e coorientadora, Professoras Rita de Cássia Coelho de Almeida Akutsu e Raquel Braz Assunção Botelho pela entrega nesse projeto.

A professora Renata Puppim Zandonadi por todo apoio e companheirismo.

Gratidão à pesquisadora da Embrapa Iriani Maldonade e as pesquisadoras do ITAL Professora Maria Teresa Bertoldo e Vera Sônia Nunes Silva.

Aos responsáveis pelos laboratórios Ivana Vasconcelos, Joyce da Silva, Maria do Desterro e Alícia Ombredane pelos conselhos, por me ouvirem, me entenderem e me conduzirem em minhas análises.

Agradeço também aos professores que participaram de todas as etapas de avaliação desse projeto dispondo de seu tempo e conhecimento para a realização desse trabalho, em especial ao professor Marcio Mendonça que me acompanhou desde o início. Gratidão à Verônica Cortez Ginani e Livia de Lacerda de Oliveira Pineli.

Um agradecimento especial a amiga Maria Carolina Mesquita que dividiu comigo todo sofrimento e as alegrias que tivemos durante esse processo. Gratidão também a Ana Luisa Falcomer, Wallas Felipe, Pricila Almeida e Bernardo Romão por todo auxílio que me deram.

Finalmente, sou grata a todos que de forma direta ou indireta contribuíram pra a realização desse sonho.

RESUMO

O consumo de alimentos sem glúten tem crescido e a indústria tem buscado ampliar sua produção com a finalidade de contemplar essa nova necessidade do mercado. Produzir pães sem glúten com a mesma qualidade de seus similares com glúten tem sido um desafio para pesquisadores pois a ausência do glúten afeta a elasticidade da massa impactando nas características sensoriais do produto. A farinha do tubérculo *Amorphophalus Konjac*, rico em uma fibra solúvel chamada Glucomannan, tem sido utilizada na literatura como aditivo para melhorar a estrutura de produtos sem glúten. Encontra-se descrito em literatura que esta fibra compõe de 70 a 90% desta farinha. Este trabalho tem como objetivos produzir pães sem glúten com a farinha do *Amorphophallus Konjac* como ingrediente, caracterizar quimicamente os pães produzidos, avaliar textura, cor e volume específico e avaliar a aceitabilidade dos produtos preparados. Trata-se de um estudo experimental dividido em quatro etapas: elaboração das formulações e fichas técnicas de preparação, análise físico química dos pães, análise sensorial e análise estatística. Para a elaboração das formulações foi testada a adição da farinha de Konjac à uma formulação de pão sem glúten na proporção de 12,5%, 25%, 37,5% e 50% do teor de farinhas da formulação. Foram determinados os teores de proteínas, lipídios, umidade, fibra alimentar, resíduos minerais e posteriormente os carboidratos foram determinados por diferença. Também foi conduzida análise de amido resistente de todas as formulações de pães. A avaliação de aceitabilidade e o método de check-all-that-apply (CATA) foram realizados com 110 provadores, entre estes, 43 consumidores e 67 não consumidores de pães sem glúten. A análise sensorial de aceitabilidade foi realizada por meio de escala hedônica de 9 pontos para os atributos cor, aroma, textura, sabor, aparência e aceitação global. A análise estatística dos dados de composição, textura, cor e volume específico foi realizada por meio do *software SPSS* e para a análise sensorial foi utilizado o programa *Xlstat*. A farinha do Konjac influenciou na composição e nas características sensoriais dos pães deste estudo. A quantidade de fibras, a umidade, o amido resistente e o volume específico foram aumentados à medida em que se aumentou a farinha nas formulações. O teor de fibra dietética encontrado nos pães variou entre 1,07% e 36,93%, para o amido resistente essa variação foi de 0,84% a 1,45% entre os pães 0 e 50% konjac. Foi observada uma relação inversa entre as calorias e a adição da farinha de konjac aos pães. Foi obtida diferença estatística entre o volume específico do pão controle e o volume específico encontrado para todos os pães com konjac. Este volume foi positivamente influenciado pela adição de farinha de Konjac às formulações. O pão

konjac 12,5% apresentou a maior média de firmeza. O pão com características mais próximas às encontradas em um pão com glúten foi o com 12,5% de farinha de konjac tanto para a análise de aceitabilidade quanto para os atributos levantados por meio do mapa descritivo do CATA (*Check-all-that-apply*). Foi possível observar que o pão controle está localizado próximo a características como aparência ressecada, textura seca e granulosa, casca da cor escura, salgado. Os demais pães 25%, 37,5% e 50% encontram-se localizados próximos a características como aroma de peixe, aroma de fermento, miolo escuro, borrachudo, sabor de fermento, sabor desagradável. Portanto, o pão 12,5% encontra-se próximo a características desejáveis para pães como cor da casca clara, cor do miolo claro, textura macia e úmida, coesa, agradável, brilhante. O pão com maior percentagem de aceitação global entre consumidores e não consumidores de pães sem glúten foi o com 12,5% de farinha de konjac com 93% e 96% de aceitação, respectivamente.

Palavras chave: pães, sem glúten, *Amorphophallus konjac*, glucomannan, sensorial.

ABSTRACT

Consumption of gluten-free foods has grown, and the industry has sought to expand its production in order to meet this new market. The production of gluten-free bread with the same quality as their counterparts with gluten has been a challenge for researchers because the absence of gluten affects the dough's elasticity impacting on the sensory characteristics of the product. The tuber *Amorphophallus Konjac* flour, rich in a soluble fiber called Glucomannan, has been used in the literature as an additive to improve the product's structure. This fiber makes up 70 to 90% of this flour. This study aims at producing gluten-free bread with the *Amorphophallus konjac* flour as an ingredient, evaluating the chemical characteristics as well as texture, color, specific volume, and the acceptability of the formulations. This experimental study is divided into four steps: preparation of the formulations and the technical preparation files, physicochemical analysis, sensory analysis, and statistical analysis. For the preparation of the formulations, the addition of Konjac flour in a gluten-free bread formulation was tested in the proportion of 12.5%, 25%, 37.5%, and 50% of the flour content of the formulation. Proteins, lipids, moisture, dietary fiber, and minerals were determined, and subsequently, carbohydrates were determined by difference. The resistant starch analysis was also conducted for all bread formulations. The acceptability evaluation and the method of checking all-that-apply (CATA) were conducted with 110 panelists among these 43 consumers of gluten-free bread and 67 non-consumer. Sensory analysis was conducted by 9 points hedonic scale for the attributes color, aroma, texture, flavor, appearance, and overall acceptability. The statistical analysis of compositional data, texture, color, and specific volume was performed using the SPSS software, and sensory analysis was used XLSTAT program. The Konjac flour influenced the composition and sensory characteristics of bread in this study. The levels of fibers, moisture, resistant starch, and the specific volume were increased as the flour was increased in the formulations. The dietary fiber content of bread samples varied between 1.07% and 36.93%, for the resistant starch, the variation was from 0.84% to 1.45% for bread 50 and 0% konjac. A negative relationship was observed between calories and the addition of konjac flour to bread formulations. It was obtained statistical difference among the specific volume of the control bread sample and all bread samples with konjac. The volume was positively influenced by the addition of Konjac flour to the formulations. Bread with 12.5% of konjac had the highest means for firmness. Bread with characteristics closer to those found in bread with gluten was the one with 12.5% of konjac flour for both the analysis of acceptability as

the attributes raised through a detailed CATA map. It was observed that the control bread is located next to features like dry appearance, dry texture and grainy, dark color, salty. Therefore, 12.5% of konjac bread is closer to the desirable characteristics of gluten bread, such as light crust color, light crumb color, soft and moist texture, cohesive, and bright. The bread with a higher percentage of overall consumer acceptance among consumers and non-consumers of gluten-free bread was 12.5% konjac with 93% and 96% acceptance, respectively.

Keywords: bread, gluten-free, *Amorphophallus konjac*, glucomannan, sensory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Imagens (a) Planta <i>Amorphophallus Konjac</i> com 17 semanas, barra representa 30 cm e (b) tubérculo da planta de mesma idade, barra representa 10 cm (Gille et al., 2011).....	19
Figura 2 — Estrutura química da Glucomannan Alonso-Sande et al. (2009).....	22
Figura 3 — Esquema do mecanismo de gelificação da Glucomannan Alonso-Sande et al. (2009), adaptado de Genevro (2017). *KGM - Glucomannan Konjac.....	23
Figura 4 — Fluxograma da preparação dos pães.....	37
Figura 5 — Imagem dos pães sem glúten. Da esquerda para a direita, o pão controle, 12,5%, 25%, 37,5% e 50%.....	50
Figura 6 — Gráfico aranha das formulações dos pães controle e konjac segundo os atributos sensoriais. (n=110).....	64
Figura 7 — Mapa descritivo obtido por meio de análise de correspondência dos dados obtidos no teste CATA (n=110).	70
Figura 8 — Análise de coordenadas principais dos dados obtidos nos testes CATA e aceitação (n=110).....	71
Figura 9 — Impacto dos atributos avaliados (CATA) sobre aceitação sensorial (n=110).	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Composição da farinha do <i>Amorphophallus konjac</i>	24
Tabela 2 — Diferentes formulações de pães sem glúten com e sem adição de farinha de konjac	36
Tabela 3 — Características de cozimento de diferentes formulações de amostras de pão sem glúten.....	48
Tabela 4 — Composição química de diferentes formulações de pão sem glúten com e sem adição de farinha de konjac.	50
Tabela 5 — Volume específico e textura de formulações de pão preparadas com diferentes concentrações de farinha de Konjac.	54
Tabela 6 — Valores médios de croma (C), tonalidade da cor (h) e diferença de cor (ΔE) de formulações de pão preparadas com diferentes concentrações de farinha de Konjac.	58
Tabela 7 — Aceitação das formulações de pão sem glúten segundo os atributos sensoriais com utilização de escala hedônica de 9 pontos.....	60
Tabela 8 — Percentual de aceitação das formulações de pão sem glúten entre avaliadores consumidores deste tipo de pão.	62
Tabela 9 — Percentual de aceitação das formulações de pães sem glúten entre avaliadores não consumidores deste tipo de produto.....	63
Tabela 10 — Frequência dos termos para o atributo aparência das formulações de pão controle e com farinha de konjac.	65
Tabela 11 — Frequência dos termos para o atributo aroma das formulações de pão controle e com farinha de konjac.	66
Tabela 12 — Frequência dos termos para o atributo sabor das formulações de pão controle e com farinha de konjac.....	67
Tabela 13 — Frequência dos termos para o atributo textura das formulações de pão controle e com farinha de konjac.	68

LISTA DE SIGLAS

AACC - American Association for Clinical Chemistry

ABIP - Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria

AMG - Amiloglucosidase

AOAC- Association of Official Analytical Chemists

AOCS- American Oil Chemists' Society

BA - Branco Analítico

CATA - *Check-all-that-apply*

CIE - Comissão Internacional de Iluminação

CMC - Carboximetilcelulose

CO₂- Dióxido de Carbono

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EUA- Estados Unidos da América

FAT - Fibra Alimentar Total

FIB - Food Ingredients Brasil

FS - Faculdade de Saúde

FTP - Ficha Técnica de Preparação

HCl - Ácido clorídrico

HCT - Carboidratos totais

HPMC- Hidroxipropilmetilcelulose

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ITAL - Instituto de Tecnologia de Alimentos

KOH - Hidróxido de potássio

LDL - Lipoproteína de baixa densidade

N - Nitrogênio

NaOH- Hidróxido de Sódio

NH₃ - Amônia

POF - Pesquisa de Orçamentos Familiares

RDC- Resolução da Diretoria Colegiada

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TPA - Análise do perfil de textura

UI - Unidades Internacionais

UnB - Universidade de Brasília

USDA- Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

VE - Volume Específico

VET - Valor Energético Total

Sumário

1. INTRODUÇÃO	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 <i>Amorphophallus Konjac</i>	19
2.2 Pães Isentos de Glúten	24
2.3 Auxiliares na fabricação de pães sem glúten.....	27
2.3.1 Hidrocolóides	27
2.3.2 Proteínas.....	31
2.3.3 Enzimas.....	32
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1 Tipo de estudo	35
3.1.1 Determinação de Proteína Bruta.....	38
3.1.2 Determinação de Lipídios	39
3.1.3 Determinação de Carboidratos	40
3.1.4 Determinação de Umidade.....	40
3.1.5 Determinação de resíduo mineral.....	41
3.1.6 Determinação de fibras	41
3.1.7 Amido Resistente.....	41
3.1.8 Cálculo do Valor Energético Total – VET.....	42
3.2 Propriedades Físicas dos Pães	42
3.2.1 Volume específico	42
3.2.2 Textura	43
3.2.3 Coloração	43
3.3 Teste descritivo: Check-all-that-apply (CATA).....	45

3.3.1	Levantamento de atributos	45
3.4	Teste de Aceitação: Escala hedônica de 9 pontos.	45
3.5	Execução dos testes	45
3.5.1	Preparo e apresentação das amostras	45
3.5.2	Aplicação dos testes.....	46
3.6	Processamento estatístico dos dados.....	46
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1	Preparação de amostras e qualidade de cozimento.....	48
4.2	Composição Química.....	50
4.3	Volume Específico e Firmeza	54
4.4	Coloração:	56
4.5	Análise Sensorial	59
4.5.1	Teste de aceitação	59
4.5.2	Check-all-that-apply - (CATA)	65
5.	CONCLUSÃO	74
6.	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	75
7.	ANEXO	94

1. INTRODUÇÃO

Devido à crescente tendência no consumo de produtos sem glúten, a indústria de alimentos tem buscado ampliar e diversificar sua produção para atender essa nova demanda (MESSA et al., 2017).

Segundo informações do Statista (2018), portal on line que disponibiliza dados coletados por institutos de pesquisa de mercado e de opinião e dados derivados do setor econômico, o mercado global de alimentos sem glúten deve se expandir consideravelmente entre 2019 e 2025, de 3,73 bilhões de dólares para 6,43 bilhões de dólares. Tais produtos tiveram um crescimento de vendas de 6% entre 2015 e 2016 nos Estados Unidos da América (EUA), uma taxa muito menor do que nos anos anteriores. Entre 2012 e 2013 as vendas de produtos sem glúten nos EUA aumentaram 81%. Os alimentos sem glúten que compõem a maior fatia do mercado dos EUA são produtos de panificação. Estes alimentos não são consumidos apenas por pessoas que sofrem restrições alimentares, diversos consumidores optam por se abster de glúten buscando algum benefício à saúde. Uma pesquisa realizada entre consumidores de pães sem glúten nos EUA em 2017 revelou que 31% dos entrevistados o fazem como opção (STATISTA, 2018).

Produzir pães sem glúten com características similares ao do produto tradicional com glúten torna-se um desafio tecnológico devido à ausência das proteínas formadoras da rede de glúten, que possui características de elasticidade e extensibilidade (MESSA et al., 2017). A remoção ou substituição de ingredientes em uma matriz alimentícia pode impactar de forma significativa as características físicas e sensoriais do produto, além de ocasionar desajustes nos processos de fabricação (QUEIROZ; NABESHIMA, 2014). A ausência do glúten na formulação de pães, por exemplo, resulta em alguns problemas qualitativos, como baixo volume, textura fraca, sabor ruim e vida útil curta (DEMIRKESEN et al., 2010; PSZCZOLA, 2012).

Os principais consumidores de pães sem glúten são os pacientes portadores de doenças relacionadas ao glúten. A única maneira de tratar a doença celíaca é aderir a uma dieta sem glúten durante toda a vida (FOSTE et al., 2019). Sandri et al. (2017) e Nobre (2013) afirmam que apesar do crescimento do mercado de produtos livres de glúten nos últimos anos, os indivíduos com transtornos relacionados a essa proteína ainda têm dificuldade em consumir tais produtos devido aos preços elevados, variedade e disponibilidade limitadas e baixa qualidade sensorial.

Esses fatores são responsáveis pela insatisfação geral em relação a esses produtos e por dificultar a adesão à dieta por portadores de doença celíaca.

Segundo Queiroz e Nabeshima (2014), Beta-glucana, Quitosana, Psyllium e a Glucomannan são exemplos de fibras solúveis que podem ter ações positivas sobre a saúde do consumidor e que possuem potencial aplicação na panificação. A Glucomannan é uma fibra solúvel extraída do tubérculo *Amorphophallus konjac* amplamente conhecido em países como Japão, China e outros do sudeste da Ásia. É geralmente utilizada na indústria alimentar como agente gelificante, espessante, emulsificante, emulsionante e estabilizador. Tem aplicações como aditivo alimentar em produtos de panificação, bebidas, pães, massas, doces, condimentos, produtos lácteos, congelados e refrigerados, entre outros produtos (CHUA et al., 2010).

Nakamura et al. (2016) utilizaram a fibra solúvel glucomannan nas concentrações de 0,25%, 0,50% e 0,75% como espessante em formulações de pães sem glúten. Parry (2010) relata que bons resultados podem ser obtidos em pães e produtos de panificação em concentrações de 0,10 a 0,50% . Moore et al. (2004) utilizaram 1,5% na elaboração de pães obtendo bons resultados.

Apesar do tradicional consumo de produtos derivados de glucomannan no leste e do Sudeste Asiático, as pesquisas no mundo ocidental são limitadas. Estudos adicionais sobre o desenvolvimento de produtos a partir da glucomannan precisam ser explorados para aplicações potenciais em alimentos, bebidas, suplementos nutricionais, bem como para fins biomédicos (BEHERA; RAY, 2016).

Diante do exposto, constata-se a importância do desenvolvimento de novos produtos de panificação sem glúten, derivados do konjac. Considerando que não foi identificado na literatura nenhum outro estudo que utilize essa farinha como ingrediente em maiores concentrações na elaboração de pães sem glúten, este estudo buscará desenvolver uma formulação que apresente características sensoriais e tecnológicas semelhantes àquelas que o glúten proporciona às preparações ampliando assim a oferta de produtos que ocasionem maior aceitação entre os consumidores. Como hipótese de pesquisa, assume-se que a composição da farinha de konjac está relacionada com a qualidade sensorial e tecnológica de pães isentos de glúten.

OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

- Elaborar formulações de pão isento de glúten com diferentes concentrações da farinha do *Amorphophallus Konjac*.

1.1.2 Objetivos específicos

- Elaborar as formulações dos pães e fichas técnicas de preparação
- Caracterizar quimicamente as diversas formulações dos pães.
- Avaliar textura, cor e volume específico dos pães preparados.
- Determinar a aceitabilidade e o perfil sensorial descritivo das formulações elaboradas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Amorphophallus Konjac*

Amorphophallus konjac é a nomenclatura botânica desta planta pertencente à família Araceae. Cresce em áreas montanhosas em regiões subtropicais principalmente no Sudeste da Ásia e da África. Essa planta é caracterizada por folhas compostas e hastes florais, pode apresentar até um 1,5 m de altura e numerosos cormos de onde se extrai um polissacarídeo solúvel, não celulósico de alto peso molecular classificado como Glucomannan (CANGA et al., 2004, ZHONG et al., 2017). Segundo Guille et al. (2011), das 170 espécies conhecidas da *Amorphophallus*, a mais utilizada como fonte alimentar e na medicina tradicional é a *Amorphophallus konjac* (Figura 1a).

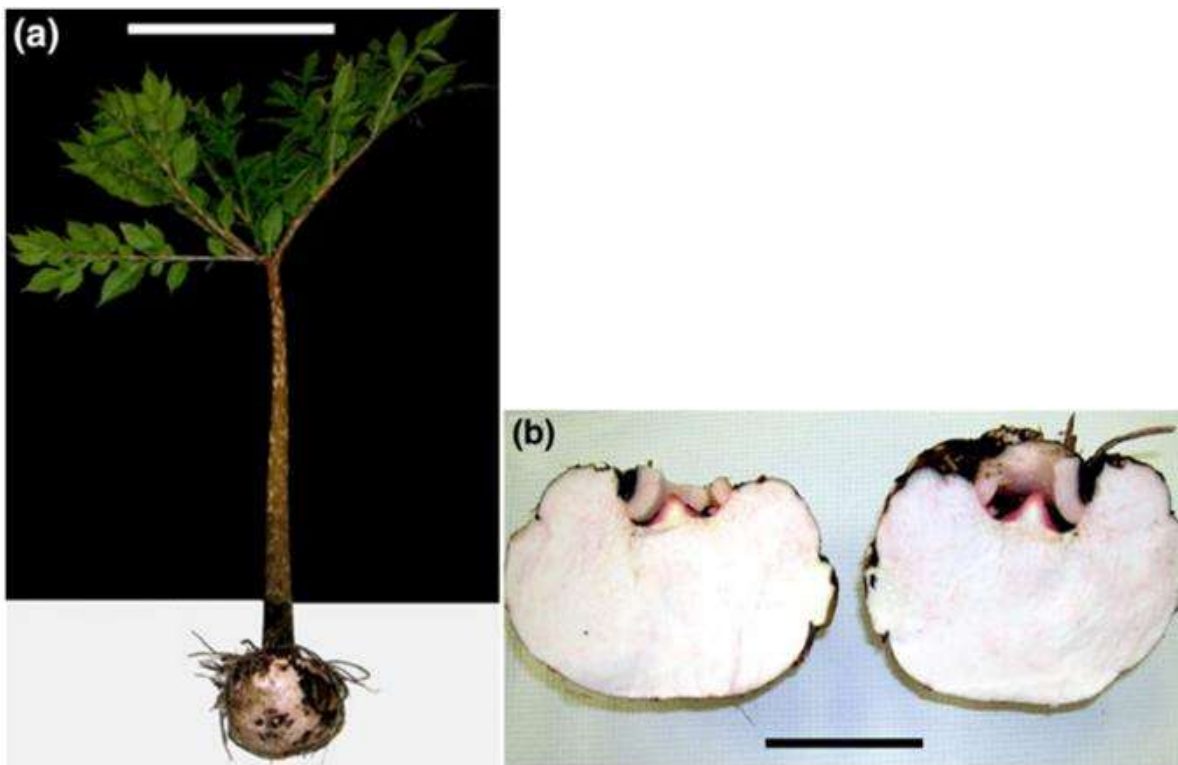


Figura 1 — Imagens (a) Planta *Amorphophallus Konjac* com 17 semanas, barra representa 30 cm e (b) tubérculo da planta de mesma idade, barra representa 10 cm (Gille et al., 2011).

Chua et al. (2010) relatam que Liu (2004) esclareceu em seu estudo que a composição dos cormos¹ maduros do *Amorphophallus* varia conforme a espécie, a origem e as condições de crescimento. Os tamanhos e a forma dos tubérculos dependem da idade do cultivo, frequentemente encontra-se cormos entre 15 a 20 cm de diâmetro e pesando entre 300 g e 1,5 kg. Das nove espécies de *Amorphophallus* cultivadas na China, o *A. konjac* e o *A. albus* têm a glucomannan como seu principal carboidrato constituinte (PARRY, 2010).

O *Amorphophallus konjac* apresenta baixa resistência ao ataque de pragas o que dificulta seu cultivo e produção (ZHONG et al., 2017). A podridão macia, doença bacteriana, considerada maior responsável pela destruição das plantações é causada por bactérias do gênero *Pectobacterium spp.* e ainda não foi encontrada uma forma eficaz para seu controle (WU et al., 2012).

Apesar de ser amplamente consumida no Japão, China, e sudeste da Ásia ao longo das últimas duas décadas, a farinha do túberculo da *Amorphophallus konjac* foi introduzida, tanto como um aditivo alimentar quanto como suplemento dietético, em escala relativamente pequena nos EUA e Europa. Porém, estudos tem demonstrado os efeitos fisiológicos positivos que a suplementação da dieta com glucomannan apresenta: regulação do metabolismo lipídico reduzindo o colesterol plasmático, melhora do metabolismo de carboidratos reduzindo a glicose sanguínea, diminuição da constipação intestinal, além de promoção de atividades prebióticas favorecendo a cultura de bifidobactérias intestinais (CHUA et al., 2010, BEHERA; RAY, 2016, MAIA-LANDIN et al., 2018).

A ação prebiótica da glucomannan (polissacarídeo do *Amorphophallus konjac*) deve-se principalmente ao fato de que a amilase salivar e a pancreática não podem quebrar as ligações beta presentes nessa fibra solúvel e esta passa para o cólon relativamente inalterada, onde é fermentada por bactérias que compõem a microbiota intestinal (KEITHLEY; SWANSON, 2005; SHAH et al., 2015). Essas ligações são hidrolisadas pela α -mananase no final do intestino delgado e no cólon do corpo humano (YANG et al., 2017). Além de sua ação prebiótica, a glucomannan é um produto não calórico, promotor de saciedade que retarda o esvaziamento gástrico podendo auxiliar na perda de peso (LI et al., 2005; CHUA et al., 2012; SHAH et al., 2015; BEHERA; RAY, 2016; JI et al., 2016). Embora o uso terapêutico ainda deva ser

¹ Expansão bulbiforme subterrânea do caule de certas plantas.

investigado, essa fibra pode ser ferramenta promissora para o tratamento de uma ampla gama de distúrbios fisiológicos, especialmente diabetes e doenças cardiovasculares (SHAH et al., 2015).

Apesar de tantas propriedades benéficas, observa-se alguns inconvenientes com a ingestão dessa fibra. Após o consumo, os indivíduos podem apresentar sintomas como flatulência e desconforto abdominal. Obstruções do esôfago ou do trato gastrintestinal foram relatadas após ingestão de comprimidos de 500mg de glucomannan. Foi observada também a interferência na biodisponibilidade de drogas que são administradas de forma concomitante (CANGA et al., 2004).

Atualmente esse produto tem atraído as atenções devido às suas propriedades atóxicas, boa biocompatibilidade, biodegradabilidade e sua capacidade hidrofílica. Além disso, a glucomannan é de grande importância nas áreas de pesquisa multidirecional, tais como nos campos de nutrição, biotecnologia e química (BEHERA; RAY, 2016).

Essa fibra é habitualmente aplicada na produção de materiais absorventes, como fraldas descartáveis e toalhas sanitárias por ter uma capacidade de retenção de água extremamente alta. A absorção é de 100g de água por grama de produto (KOK et al., 2009; XIAO, 2015). No entanto, Canga et al. (2004) afirmam que as partículas de glucomannan podem absorver até 200 vezes o seu peso em água.

Em alimentos, como aditivo, essa fibra tem sido utilizada exercendo a função de agente de espessamento e formador de gel e filme (TAKIGAMI, 2000; GOMEZ et al., 2019). Devido à sua alta solubilidade pode ser usada em líquidos quentes ou frios ou como espessante em molhos, pudins e tortas sem afetar o sabor destas preparações (SHAH, 2015; BEHERA e RAY, 2016).

A glucomannan é utilizada na produção do konnyaku, um gel de elevada resistência mecânica e elasticidade (FAN et al., 2008). Independente da origem da glucomannan, sua estrutura química é composta por monômeros D-manose e D-glicose unidos por ligação β (1,4) conforme Figura 02. Porém a relação da quantidade destes monômeros, a massa molecular e o grau de acetilação oscilam de acordo com a origem do tubérculo, a forma e o processamento na extração, entre outros fatores. Para a glucomannan Konjac, a relação de manose/glicose é aproximadamente 1,6:1. A quantidade de grupos acetila ligados à cadeia também difere quanto a sua origem, podendo variar de 5 a 10%. É aceito que o grau de acetilação é responsável pela solubilidade da glucomannan em água (DAVE et al., 1998, ALONSO-SANDE et al., 2009;

CHEN, LI e LI, 2011).

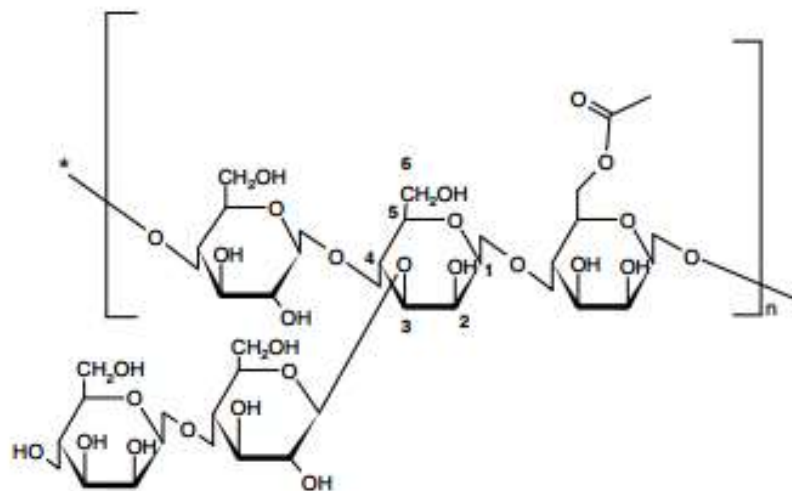


Figura 2 — Estrutura química da Glucomannan Alonso-Sande et al. (2009).

A forma mais utilizada na preparação do gel de glucomannan é por aquecimento da solução da glucomannan contendo compostos alcalinos ou em grandes quantidades de sais neutros (ALVAREZ-MANCENIDO et al., 2008; ALONSO-SANDE et al., 2009; PARRY, 2010). Nesse meio, o gel formado é termicamente irreversível pois a glucomannan perde seus grupos acetila proporcionando a união entre suas moléculas por meio de ligações de hidrogênio. Essa união das cadeias de glucomannan forma áreas de junção que levam à formação de gel. O meio álcali facilita a desacetilação das cadeias de glucomannan (Figura 03), pois as carbonilas (C=O) presentes nos grupamentos acetila reagem e induzem as mudanças na sua estrutura molecular facilitando a formação de pontes de hidrogênio e as interações hidrofóbicas entre as cadeias que compõem a estrutura em rede do gel (ALONSO-SANDE et al., 2009).

Embora o meio mais utilizado para formação de gel de glucomannan termoestável seja o álcali, em alguns casos esse gel também pode ser obtido sem a desacetilação promovida por esse meio. Parry (2010) afirma que a farinha do *amorphophalus konjac* apresenta propriedades gelificantes diferentes de acordo com o pH e a concentração. Em altas concentrações de 2 a 5% de glucomannan, ou na presença de polissacarídeos sinérgicos (carragenina, goma xantana), o gel pode ser formado sem a influência álcali. A exposição prolongada do gel de glucomannan em

temperaturas acima de 80°C tem sua viscosidade reduzida principalmente em meios ácidos (PARRY, 2010).

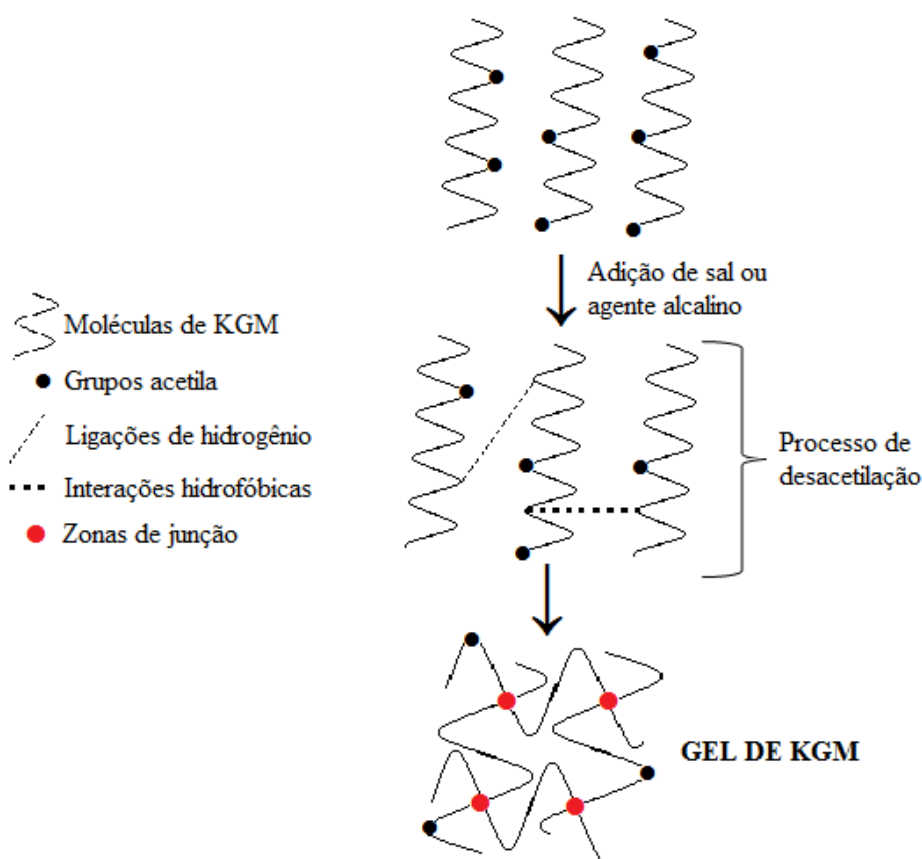


Figura 3 — Esquema do mecanismo de gelificação da Glucomannan Alonso-Sande et al. (2009), adaptado de Genevro (2017). *KGM - Glucomannan Konjac.

A glucomannan representa de 70 a 90% da matéria seca nas farinhas comerciais e as proteínas e resíduos minerais podem chegar a 1%. O teor de proteínas é um indicativo de pureza da farinha, os níveis exigidos pela União Européia são bastante rigorosos e não permitem exceder 3% de proteína. O teor de amido permitido é geralmente inferior a 2%. A Glucomannan é extraída por processamento a seco (mecânicos) ou por processamento úmido (químicos). O método de processamento a seco envolve a moagem de lascas de konjac secas em farinha de konjac, que é subsequentemente purificada através de peneiramento (PARRY, 2010). Os métodos mais comuns de purificação de farinha de konjac envolvem a extração de glucomannan por etanol, (CHUA et al., 2012). O teor de glucomannan também é um indicador para avaliar a

qualidade da farinha de konjac (LIU et al., 2002).

A farinha do *Amorphophallus konjac* se destaca pelo alto percentual de fibras em sua composição, podendo chegar a 90%, de acordo com alguns autores, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 — Composição da farinha do *Amorphophallus konjac*.

Composição da farinha do <i>Amorphophallus Konjac</i>						
	Proteínas	Lipídios	Fibras	Amido	Resíduos Minerais	Umidade
Li et al. (2005)	1,4%	-	78,7%	8,3%	2,1%	-
Chen et al. (2006)	3,4%	3,8%	80%	8%	1,7%	3,1%
Parry (2010)	-	-	70 a 90%	-	-	-
Shah et al. (2015)	3,4%	3,8%	80%	8%	1,7%	3,1%

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), alguns elementos como alumínio, cálcio, cromo, cobalto, ferro, magnésio, manganês, fósforo, potássio, selênio, silício, sódio, estanho e zinco são encontrados na composição desse vegetal.

Foste et al. (2019) relatam que os pães sem glúten geralmente são pobres em fibras pois são principalmente compostos de farinhas ou amidos sendo necessária a suplementação desse produto com fibras. A farinha do konjac é rica em fibras podendo exercer esse papel na preparação de pães sem glúten.

2.2 Pães Isentos de Glúten

O pão é considerado um dos alimentos mais antigos, mais consumidos e aceitos; sua história se confunde com a história do homem. A técnica de fazer pão surgiu na Antiguidade, sendo utilizado como uma das principais fontes de energia por diversas civilizações. Há cerca de 12.000 anos os seres humanos começavam a comer uma massa crua preparada apenas com água e farinha. Contudo, os egípcios, por volta de 3.000 anos a.C consumiram as primeiras versões da massa fermentada que hoje conhecemos (ESTELLER; LIMA; LANNES, 2006; CATANHO; MACIEL, 2005; NASCIMENTO; MACIEL; ANDRADE, 2013; SCHEWER; HELLMANN, 2014).

Segundo a definição da Resolução-RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 da Agência

Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA): "pães são os produtos obtidos da farinha de trigo e ou outras farinhas, adicionados de líquido, resultantes do processo de fermentação ou não e cocção, podendo conter outros ingredientes, desde que não descaracterizem os produtos. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos" (BRASIL, 2005).

Os dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) realizada nos anos de 2008 a 2009, apontam que o pão de sal se encontra entre os cinco alimentos com as maiores prevalências de consumo em todos os estratos de renda familiar com *per capita* de 50g/dia (IBGE, 2011). Em seu relatório anual, a Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP) informou que o consumo mensal médio do pão francês passou de 658,79 toneladas em 2018 para 704,72 toneladas em 2019, um aumento de 6,97% (ABIP, 2019).

Entre os ingredientes utilizados para obtenção do pão estão as farinhas, a água, o fermento biológico e o sal, porém podem ser utilizados também alguns ingredientes enriquecedores como o açúcar, a gordura e os ovos (FIB, 2017).

Os produtos de panificação são frequentemente preparados com farinha de trigo que é o ingrediente que proporciona melhores resultados às formulações. O trigo possui as proteínas formadoras do glúten (gliadina e glutenina) em quantidade e qualidade adequadas para a produção de pães com características sensoriais esperadas (GALERA, 2006). Segundo Zandonadi, Botelho e Araújo (2009), o trigo é bastante utilizado na produção de massas e o único cereal que possui as frações proteicas necessárias para formação do glúten. Após hidratado e submetido à agitação manual ou mecânica, o glúten forma uma rede elástica que envolve os grânulos de amido. O glúten proporciona a extensibilidade das massas, retenção de gás e formação de crosta crocante.

O glúten, proteína conhecida por conferir elasticidade às massas, pode ser descaracterizado pela ação do glucomanann. Após o aquecimento, as conformações das proteínas do glúten são alteradas por meio de interações não covalentes e emaranhados físicos. Provavelmente essa fibra promove a agregação de proteínas fortalecendo a interação hidrofóbica entre 25°C e 55°C conferindo rigidez ao glúten. No entanto, à medida que a temperatura do aquecimento aumenta, a ruptura da ligação de hidrogênio e a reação de troca da ligação dissulfeto parecem ser mais evidentes proporcionando um efeito antagônico, abrandando a agregação induzida pelo calor (WANG, et al., 2017).

Nakamura et al. (2016) relatam em seu estudo que a adição de glucomannan em pães de farinha de trigo e em pães sem glúten preparados com de farinha de arroz integral é capaz de retardar a retrogradação do amido, porém não esclarece por quais mecanismos isso ocorre.

A substituição do trigo por farinhas mistas é uma alternativa para aumentar não só a qualidade dos pães em termos nutricionais, mas também em relação à questão econômica (NASCIMENTO; MACIEL; ANDRADE, 2013). Enriquecer esses pães com fibras solúveis e amido resistente pode auxiliar na redução da resposta glicêmica o que é altamente desejável principalmente para indivíduos portadores de doença celíaca concomitante com diabetes. Formulações com fibras solúveis funcionais, como β -glucano e psyllium, têm sido estudadas como forma de auxiliar a regulação intestinal e reduzir as concentrações séricas de colesterol LDL (GUNNESS; GIDLEY, 2010; BEHERA; RAY, 2016).

Em busca de uma formulação de pães sem glúten que se aproxime da qualidade do mesmo produto com o glúten, estudos utilizando diferentes tipos de farinhas têm sido realizados. Hosseini et al. (2018) descreveram diferentes possibilidades para substituição do trigo e estudaram os impactos econômicos e sociais da adesão a uma dieta sem glúten. Segundo esses autores, pseudocereais como amaranto, quinoa, trigo sarraceno e leguminosas como ervilha, grão de bico e soja, são boas escolhas para a fabricação de produtos sem glúten, pois possuem uma quantidade significativamente alta de proteínas, gorduras, fibras e minerais e são uma alternativa mais acessível em substituição do trigo.

O efeito da adição de farinha de sementes de cânhamo na produção de pães sem glúten foi investigado por Nissen, Bordoni e Gianotti (2020). Foi observada uma concentração aumentada de antimicrobianos e um espectro maior de compostos orgânicos voláteis nesses pães quando comparados ao pão padrão.

Djordjevic et al. (2019) fabricaram pães sem glúten com mix de farinha de milho amarela e amido de milho na proporção 70% e 30%, respectivamente. Nesses pães foram adicionadas a fibra de beterraba sacarina e a fibra de maçã. Eles obtiveram nos pães fabricados com a fibra de maçã um aumento do volume específico e maior maciez do miolo, demonstrando ser mais eficaz que a fibra de beterraba sacarina nesses quesitos avaliados.

Arcanjo (2017) utilizou em seu experimento farinha de maca peruana (*Lepidium meyenii*), fécula de batata, polvilho doce e azedo. A maca peruana é um tubérculo nativo da região andina. Essa formulação resultou em pães com crostas douradas, brilhantes, homogêneas e espessuras

finas. Pode-se observar que a maca peruana contribuiu significativamente para o resultado positivo dos pães.

Buscando aumentar a variedade de produtos de panificação sem glúten, Sandri et al. (2017) desenvolveram formulações de pães com as farinhas de chia inteira, de arroz e amido de batata. As propriedades físicas e a aparência visual mostraram que a farinha de chia isoladamente não é adequada para a produção de pão. No entanto, a farinha de chia aumentou os níveis de minerais, lipídios, proteínas e fibras alimentares em comparação com os do pão branco sem glúten. Os pães mais aceitos foram os preparados com a mistura de farinha de chia e farinha de arroz.

Psyllium, creme de arroz, amido de milho e amido de batata foram utilizados na produção de pão sem glúten por Zandonadi, Botelho e Araújo (2009). O teste sensorial comprovou elevada aceitação indicando ser esse mais uma opção para os consumidores de produtos sem glúten.

Ainda há muito o que explorar na área da panificação, especialmente em preparações que utilizam ingredientes não convencionais. Nakamura et al. (2016) relatam em seu estudo a necessidade de investigar propriedades físicas, envelhecimento e mecanismos pelos quais a farinha do *Amorphophallus konjac* interfere na fermentação e cozimento dos pães.

2.3 Auxiliares na fabricação de pães sem glúten

2.3.1 Hidrocolóides

Hidrocolóides são polímeros de elevado peso molecular extraídos de plantas e algas ou sintetizados por microrganismos. São polissacarídeos que possuem a característica de favorecer a retenção de moléculas de água de um meio, formando soluções coloidais e controlando a atividade da água. Hidrocolóide é cada uma das substâncias que, misturadas com água, formam um gel, ou seja, têm função de agente espessante ou gelificante, estabilizante de emulsões (FREITAS, 2012).

Esses polissacarídeos têm sido amplamente utilizados como aditivos alimentares com a finalidade de melhorar a textura, as características viscoelásticas, retardar a retrogradação do amido, atuar como ligantes de água, funcionar como substitutos de gordura, estender a qualidade

geral dos produtos durante o armazenamento e como substitutos do glúten na formação de pães sem glúten (ARENDRT e BELLO, 2008).

Encontram-se disponíveis nos mercados pães sem glúten onde a farinha de trigo é substituída por misturas de amidos, hidrocolóides e vários tipos de farinhas sem glúten. Entre os amidos utilizados com maior frequência incluem o de milho, mandioca, batata e arroz. Entre os hidrocolóides mais comuns estão a goma de alfarroba, hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e goma xantana (AKIN et al., 2019).

A alfarrobeira (*Ceratonia siliqua*) é uma árvore originária da região mediterrânea que atinge cerca de 10 a 20 m de altura, cujo fruto é a alfarroba. Do fruto da alfarrobeira é retirada a semente, de onde é extraída a goma de alfarroba, constituída por carboidratos complexos (galactomananos), que têm uma elevada qualidade como espessante, estabilizante, emulsionante e múltiplas utilizações na indústria de alimentos. Em pães sem glúten a base de farinha de arroz, a goma de alfarroba refletiu maior afinidade com a água quando comparada com pães que utilizaram a goma xantana, mantendo a umidade do produto (FREITAS, 2012).

O hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) é um hidrocolóide obtido a partir da modificação química da celulose. Devido a seu caráter hidrofílico, possui capacidade de ligar-se às moléculas de água e aumentar a viscosidade e estabilização da massa. Durante o assamento proporciona a retenção de gás carbônico na massa, aumentando o volume do pão (HORSTMANN, et al. 2016; HOUBEN; HOCHSTOTTER; BECKER, 2012).

Por meio de fermentação as bactérias pertencentes ao gênero *Xanthomonas* produzem a goma xantana, um polissacarídeo muito utilizado na indústria de alimentos. Essa goma possui a propriedade de formar soluções viscosas e géis hidrossolúveis. Seu papel principal na panificação é o atraso da retrogradação do amido (WEBER et al. 2009; FREITAS, 2012).

Hager e Arendt (2013) investigaram a influência do HPMC e da goma xantana em três diferentes formulações de pães sem glúten. As autoras observaram que o HPMC teve um efeito positivo no volume do pão de milho, um efeito negativo neste mesmo parâmetro em pães de arroz, enquanto o volume do pão de trigo sarraceno não se alterou. A adição de goma xantana teve um efeito negativo no volume de todos os pães. A adição de HPMC reduziu a dureza do miolo no pão de trigo sarraceno, milho e arroz. A goma xantana aumentou a dureza do pão do trigo sarraceno, diminuiu a dureza do miolo dos pães de milho enquanto o pão de arroz

permaneceu sem influência. Pode-se observar também que a ação dos hidrocolóides variou de acordo com os ingredientes base utilizados nas formulações.

Os hidrocolóides presentes nas sementes do Psyllium (*Plantago Ovata*), da chia (*Salvia Hispânica L*) e da linhaça (*Linum usitatissimum L.*) têm sido amplamente estudados para aplicação e aperfeiçoamento de produtos de panificação (ZANDONADI, 2006; CAPPÀ, 2013; COELHO e MELLADO, 2014; CHINELLATO, 2016; FERNANDES, 2016; HERCULANO et al. 2018).

Atualmente a utilização da semente do Psyllium tem ganhado espaço como aditivo alimentar devido às fibras solúveis (hidrocolóides) existentes em sua composição (RAHAIE et al., 2012). Suas propriedades são interessantes e úteis para a indústria alimentícia, principalmente na preparação de produtos sem glúten pois proporciona características funcionais similares às que o glúten confere às preparações (ZANDONADI, 2006). Segundo Cappa, Lucisano e Mariotti (2013), o psyllium traz benefícios aos pães sem glúten melhorando suas características tecnológicas e nutricionais. Além disso, proporciona a redução do *staling*² do pão. Devido às propriedades físico-químicas dos hidrocolóides, a casca do psyllium e as sementes de chia têm sido utilizadas também para substituir gorduras na fabricação de pães, bolos e sobremesas (CHINELLATO, 2016).

O gel da semente de chia pode ser utilizado como substituto da gordura e do ovo. Esse gel tem também a capacidade de agir como emulsionante em produtos de panificação resultando em produtos mais nutritivos e com boas características sensoriais (UTPOTT, 2012; GARDA et al, 2012). A adição de farinha de chia na proporção de 2,5% para a preparação de pães sem glúten resultou em um produto de boa qualidade nutricional e sensorial no estudo realizado por Huerta(2015).

No estudo realizado por Korus et al. (2015), a mucilagem da semente de linhaça, foi utilizada na preparação de pães sem glúten a base de amido de milho e batata, em substituição a outros hidrocolóides, sendo muito bem aceita pelos consumidores por não interferir no odor dos pães, porém o impacto na textura não foi significativo.

²Staling é a expressão utilizada para definir as alterações sofridas pelos produtos de panificação em suas características físicas, principalmente em relação à textura da crosta e do miolo. (LAI e LIN, 2005).

O Comitê de Especialistas em Alimentos e a Organização Agropecuária da Organização Mundial de Saúde sobre Aditivos Alimentares forneceram a classificação de ingestão diária aceitável "não especificada" para alguns hidrocolóides, tais como CMC, HPMC, pectina, goma de guar, goma de alfarroba, carragenina e goma xantana (ANTON; ARTFIELD, 2008). Nesse sentido, "não especificado" significa que, com base nos dados disponíveis (químicos, bioquímicos, toxicológicos e outros), a ingestão diária total da substância, decorrente da sua utilização nos níveis necessários para alcançar o efeito desejado e da sua base aceitável nos alimentos, não representa um risco para a saúde, portanto, podem ser usados de forma segura e legal em formulações de pães sem glúten (CODEX ALIMENTARIUS, 2008).

Nas formulações de pães sem glúten, o uso dos hidrocolóides, proteínas e enzimas tornou-se uma prática comum. Eles são aplicados para melhorar as propriedades reológicas da massa, a qualidade do pão fresco e prolongar o prazo de validade do pão armazenado (DIEZAK, 1991; WANG et al., 2017). Outra finalidade para o uso dos hidrocolóides é imitar as propriedades viscoelásticas do glúten (ANTON; ARTFIELD, 2008). Além destas estratégias, técnicas inovadoras de processamento, incluindo proteólise de glúten, melhoramento de trigo geneticamente modificado, fermentação de *sourdough*³, armazenamento sob congelamento e cozimento parcial também têm sido aplicadas, individualmente ou em conjunto, para obter melhores características nos produtos livres de glúten (WANG et al., 2017).

Os hidrocolóides aumentam a viscosidade da massa melhorando a capacidade de retenção de gás e, conseqüentemente, gerando produtos com maior volume e miolos com melhores características estruturais e de textura. De modo geral, os hidrocolóides são adicionados em quantidades que variaram de 1 a 4% (base farinha). Observa-se os melhores resultados para volume e textura quando adicionados de 1 a 2%, no entanto, esses resultados variam de acordo com a formulação e com as formas de processamento (DEMIRKESEN et al., 2010). Esses hidrocolóides, polissacarídeos solúveis em água com estruturas químicas variadas, fornecem uma gama de utilidades no preparo de pães, possuem a propriedade de retardar a retrogradação do amido, aumentar a retenção da umidade e estender a qualidade geral do produto ao longo do tempo (ANTON; ARTFIELD, 2008).

Também chamados de gomas, os hidrocolóides são capazes de controlar tanto a reologia

³ *Sourdough* é a fermentação natural das massas, realizada por micro-organismos encontrados no ambiente e nas farinhas (AQUINO, 2012).

quanto a textura de sistemas aquosos por meio da estabilização de emulsões, suspensões e espumas (DIEZAK, 1991; MANCEBO et al., 2015). Os hidrocolóides estudados por Anton e Artfield (2008), reduziram a perda de umidade durante o armazenamento e a taxa de desidratação, retardando o endurecimento do miolo dos pães. Nicolae et al. (2016) também relataram em seu estudo os benefícios desses aditivos como melhoradores em pão isento de glúten. Foram produzidos pães com maior volume específico e miolo mais macio.

2.3.2 Proteínas

A incorporação de ingredientes à base de proteínas de diferentes fontes como leguminosas, ovos e laticínios em massas livres de glúten pode melhorar a qualidade sensorial aumentando o sabor desses produtos (WANG et al., 2017). Proteínas de fontes distintas têm apresentado resultados favoráveis em relação às propriedades viscoelásticas da massa sem glúten ocasionando uma melhor estrutura e maior prazo de validade desses produtos (DEORA; DESWAL; MISHRA, 2014).

As principais proteínas do leite (globulinas e albuminas) são solúveis em meio aquoso. Por essa razão, sua inclusão em produtos de panificação resulta em uma massa mais forte e estável (BILGIN et al., 2006). Assim como os hidrocolóides citados por Anton e Artfield (2008), as proteínas lácteas também retêm água e possuem a capacidade de formar redes que retardam o processo de endurecimento e permitem a retenção prolongada de umidade nesses produtos (GALLAGHER et al., 2003). De modo geral, agregar proteínas lácteas na forma de soro ou leite em pó, em produtos sem glúten têm demonstrado resultados benéficos em termos nutricionais e tecnológicos. No entanto, essa prática pode ser prejudicial em casos de intolerância à lactose, e essa deficiência apresenta elevada prevalência (50%) entre os pacientes celíacos (VIVAS, 2013).

Outro grupo de proteínas que vem sendo bastante utilizado em produtos de panificação são as originadas das leguminosas (BOYE; ZARE; PLETCH, 2010). As leguminosas são vegetais que incluem os feijões, lentilhas, ervilhas, grão-de-bico e diversas outras espécies (BRASIL, 2014).

Miñarro et al. (2012) investigaram os resultados das preparações de pães sem glúten elaborados com farinhas de leguminosas. Eles descobriram que esses pães apresentaram boas características físico-químicas e perfil sensorial adequado. A farinha de grão de bico e os pães

preparados com isolado proteico de ervilha obtiveram bons resultados em todos os parâmetros estudados, sendo estas uma alternativa promissora.

Diferentes proteínas são usadas para melhorar a qualidade de pães sem glúten, porém suas combinações e quantidades relativas precisam ser otimizadas para reduzir o custo do produto e melhorar a aceitação geral do consumidor (SMERDEL et al., 2012).

2.3.3 Enzimas

Enzimas são proteínas que otimizam (ou aceleram) reações químicas e sua utilização na formulação de produtos sem glúten é benéfica pois podem ser usadas como uma alternativa mais segura aos compostos químicos. São inativadas após o processo de panificação devido à sua estrutura proteica ser desnaturada durante o cozimento e podem proporcionar melhorias nas propriedades de manuseio de massa, qualidade do produto fresco e no prazo de validade (VAN OORT, 2010; PALABIYIK et al., 2016).

A transglutaminase microbiana é uma enzima que vem sendo utilizada no processamento de alimentos com o objetivo de melhorar suas características como sabor, aroma e textura. O uso dessa enzima aumenta o tempo de prateleira do tofu e reduz o potencial alergênico de algumas proteínas de alimentos ou de peptídeos. Alfa-caseína tratada com transglutaminase produz caseína com ligações cruzadas, menos alergênica (MACEDO; SATO, 2005). Segundo Renzetti et al. (2008), a transglutaminase pode ser utilizada em farinhas sem glúten para promover a formação de redes na massa, no entanto, a fonte de proteína é fundamental para determinar o impacto da enzima. Moore et al. (2006) evidenciaram que o uso de transglutaminase participou da formação de uma rede proteica em pães sem glúten, assim como Caballero et al. (2007) também observaram o reforço da rede de glúten com a adição de transglutaminase em pães a base de trigo.

Smerdel et al. (2012) investigaram a viabilidade do uso de farinhas (arroz, batata, milho, trigo sarraceno) em combinação com várias proteínas (pó de clara de ovo, isolado de soja, caseinato) e diferentes quantidades de transglutaminase (1 UI a 10 UI por grama de proteína) para produzir pães sem glúten tecnologicamente e nutricionalmente melhorados. Nesse estudo, concluíram que o pão com as propriedades mais desejáveis foi preparado com trigo sarraceno, pó de clara de ovo e 10 UI de transglutaminase por grama de proteína.

Renzetti e Arendt (2009) demonstraram que a utilização de proteases melhora a qualidade do pão livre de glúten. Foi relatado em seu estudo que as proteases são capazes de ocasionar um aumento de 1,3 vezes no volume específico e uma redução de 0,3 vezes na dureza do miolo de pão de arroz integral. Hatta et al. (2015) demonstraram que a degradação de subunidades da proteína do arroz é essencial para a melhoria da textura e qualidade do pão. Foram observadas também, melhorias nas propriedades de retenção de gás e de textura em pães de arroz tratados com protease. Kawamura-Konishi et al. (2013) relataram melhora na aparência do miolo, textura macia, e baixa taxa de envelhecimento em pães de farinha de arroz que utilizaram a enzima protease.

As proteases bacilolisina, papaína e subtilisina proporcionaram o aumento do volume específico de pães sem glúten preparados com farinha de arroz em até 60% em comparação com pão padrão. Essas proteases também reduziram a dureza do miolo em 10 a 30% em comparação com o pão controle (HATA, 2015).

Outro grupo de enzimas utilizadas na panificação são as amilases. Essas enzimas amilolíticas representadas pela α -amilase maltogênica e α -amilase fúngica hidrolisam as ligações glicosídicas α -1,4 (GOESAERT et al., 2009; WHITEHURST; VAN OORT, 2009). Para melhorar a qualidade dos pães, α -amilases são rotineiramente adicionadas aos produtos de panificação sendo normalmente selecionadas as de origem fúngica, devido à menor estabilidade térmica, de modo que a sua ação cessa durante o cozimento dos produtos. A ação enzimática das amilases ocorre principalmente sobre o amido danificado e produz dextrinas, maltose e glicose. A maltose e a glicose são importantes para a cor da casca e o sabor dos produtos de panificação devido à reação de Maillard e para a fermentação, por ser substrato para o fermento (GOESAERT et al., 2005).

Em formulações de pães sem glúten, busca-se empregar enzimas como proteases, lipases e amilases como substratos que substituem a farinha de trigo, visando complementar as deficiências tecnológicas apresentadas por essas formulações (GRAGNANI, 2010). O efeito da adição dessas enzimas em pães de arroz sem glúten foi avaliado por Martínez, Marcos e Gómez (2013), e os resultados da pesquisa indicaram que a lipase foi a enzima que apresentou melhor desempenho e capacidade para aprimorar a qualidade de pães preparados com farinha de arroz, pois afetou positivamente o volume do pão e reduziu tanto a dureza inicial do pão, quanto durante o período de estocagem.

De modo geral, a aplicação de enzimas em massas livres de glúten é uma tecnologia de processamento promissora para melhorar o desempenho nesta área da panificação. As enzimas possuem a capacidade de promover alterações reológicas e microestruturais às massas, permitindo uma melhoria substancial nas propriedades de retenção de gás e de textura desses pães (RENZETTI; ROSELL, 2015).

No entanto, Deora, Deswal e Mishra (2014) descrevem em seu estudo que o uso das proteínas em combinação com os hidrocolóides e as enzimas resultou em uma melhor estrutura da massa do pão sem glúten. As expectativas dos consumidores de pães sem glúten são influenciadas pelas características dos pães feitos de farinha de trigo, comumente encontrados em padarias e mercados, isso faz com que pesquisadores e fabricantes busquem encontrar alternativas em que se obtenha a mesma qualidade (DEMIRKESEN; SUMNU; SAHIN, 2013).

Sem desconsiderar o progresso feito ao longo dos anos no desenvolvimento de produtos sem glúten, a sua qualidade é limitada e o seu rápido envelhecimento ainda representam um grande problema. Mesmo com o crescimento do número de pessoas que consomem esses produtos, ele ainda é considerado pequeno, o que torna a rotatividade baixa. Portanto faz-se necessário o desenvolvimento de produtos com prazo de validade mais longo. Além de serem, em média, cinco vezes mais caros que os produtos similares feitos com trigo, os produtos sem glúten ainda precisam melhorar sua qualidade para se tornarem mais aceitáveis pelo público que os consome (VIVAS, 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo experimental composto por quatro etapas:

- I. Elaboração das formulações e fichas técnicas de preparação;
- II. Análise físico química dos pães;
- III. Análise sensorial e CATA;
- IV. Análise estatística.

Etapa I : Elaboração das formulações e fichas técnicas de preparação (FTP)

Para o desenvolvimento das formulações, a aquisição da farinha do *Amorphophallus Konjac* foi realizada por intermédio de uma empresa farmacêutica de manipulação. Foram adquiridos três diferentes lotes de farinha de *Amorphophallus konjac* (lotes: 18F13-B022-034221, 18F13-B022-034226, 18A23-B021-028487). Essas três farinhas foram misturadas nas mesmas proporções para preparar as formulações de pão. As farinhas utilizadas eram compostas por 70% de glucomannan konjac segundo informação do rótulo e certificação do fabricante (Apêndice A). Os outros ingredientes foram adquiridos no comércio local do Distrito Federal, Brasil.

O desenvolvimento das formulações ocorreu no Laboratório de Técnica Dietética da Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília (UnB). Na elaboração dos pães, foi utilizada a formulação padrão com 0% de farinha de konjac contendo fécula de batata, farinha de arroz, açúcar cristal, sal, óleo, ovos, de fermento biológico, e água morna (Tabela 2). Nas demais formulações, a farinha de konjac foi adicionada na proporção de 12,5%, 25%, 37,5% e 50% do peso total das farinhas.

Tabela 2 — Diferentes formulações de pães sem glúten com e sem adição de farinha de konjac

Ingredientes	Pão controle(g)	Pão 12,50% (g)	Pão 25% (g)	Pão 37,50% (g)	Pão 50% (g)
Farinha de konjac	0	41.42	96.66	174	290
Fécula de batata	90	90	90	90	90
Farinha de arroz	200	200	200	200	200
Açúcar cristal	25	25	25	25	25
Sal	8	8	8	8	8
Água	0	280	560	760	1.080
Óleo de soja	48	48	48	48	48
Ovos	86	86	86	86	86
Fermento biológico fresco	4.35	4.97	5.79	6.96	8.7
Açúcar cristal para fermentação	9	9	9	9	9
Água morna	100	100	100	100	100

Para a preparação dos pães, primeiramente todos os ingredientes foram separados e pesados. Posteriormente, o fermento foi pré-ativado em açúcar e água morna (37 °C a 43 °C) por 10 minutos. Em um recipiente a parte, a farinha de arroz, a fécula de batata, a farinha de konjac, o sal e o açúcar foram misturados e reservados. Em seguida foram adicionados o ovo, a água e o óleo aos ingredientes secos. Por último, foi acrescido o fermento ativado e foi incorporado até a obtenção de uma massa homogênea. Essa massa foi sovada, deixada em repouso por 50 minutos. Após essa etapa, a massa passou pela segunda sova, foi modelada e colocada para assar em forno pré-aquecido a 180°C. As etapas estão apresentadas na Figura 4.

As fichas técnicas de preparação (Apêndice B) apresentam descrição completa com Indicadores culinários, custo e modo de preparo.

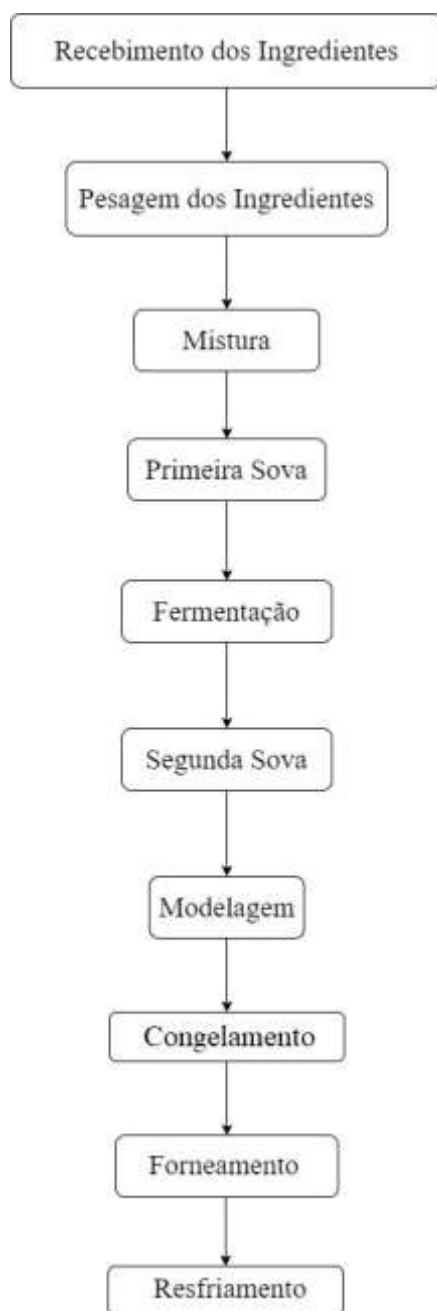


Figura 4 — Fluxograma da preparação dos pães

De acordo com o preconizado por Araujo et al. (2014), foi calculado o fator de cocção para cada amostra de pão utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Fator de cocção} = \frac{\text{Pão assado (g)}}{\text{Pão cru (g)}}$$

Também foi calculado o percentual de perda de peso ao assar (Zelada et al., 2019) utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Perda de peso após o cozimento} = \frac{\text{Pão assado (g)} \times 100}{\text{Pão cru (g)} - 100}$$

Com as diferentes formulações assadas, as amostras foram encaminhadas aos Laboratórios para serem analisadas de acordo com as metodologias preconizadas. Para determinação de proteínas, carboidratos, lipídios, resíduos minerais, umidade e cor foi utilizado o laboratório de análise de alimentos da Faculdade de Veterinária e Agronomia da Universidade de Brasília. Para o amido resistente, foi utilizado o laboratório da Embrapa Hortaliças. Para a determinação de fibras alimentares, as amostras foram enviadas desidratadas, embaladas em sacos plásticos e identificadas ao laboratório do ITAL (Instituto de Tecnologia de Alimentos). Para a determinação de textura e volume específico foi utilizado o laboratório de Qualidade de Alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade de Brasília. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Etapa II: Análise da composição química dos pães, análise de textura, cor e volume específico.

3.1.1 Determinação de Proteína Bruta

Para a determinação de proteína bruta nas amostras dos pães controle e com konjac, foi utilizado o Método de Kjeldahl segundo AOAC (2005) método 991.22. Foram pesadas 0,3g de cada amostra em balança analítica, em tubos de ensaio de vidro devidamente identificados com caneta de marcação permanente. Foi adicionado 1 g de mistura digestora e 3,5 ml de H₂SO₄ e as amostras foram colocadas para que ocorresse o processo de digestão. Os tubos foram aquecidos gradativamente em bloco digestor por 30 minutos e depois, foram deixados para resfriamento. Em seguida, foi adicionado às amostras 10 ml de água destilada e estas foram levadas ao aparelho de destilação de nitrogênio, neutralizadas com 10,5 ml de NaOH 40% para que o NH₃ fosse

recolhido reagindo numa solução de 7,5 ml de H₃BO₃. Logo após este procedimento, o NH₃ foi titulado com HCl 0,1N (utilizando indicador em gotas) em bureta graduada até o ponto de viragem. O fator de correção usado foi de 6,25 e a unidade empregada g/100g.

O cálculo do teor de nitrogênio será calculado pela seguinte fórmula:

$$\%N = \frac{V \times N \times f \times 14 \times 100}{P}$$

Em que:

V = Volume gasto de HCl

N = Normalidade do HCl

F = fator de correção do HCl

P = Peso da amostra (mg)

O cálculo para obtenção de proteína bruta foi determinado pelo fator de conversão de nitrogênio (% N) de 6,25, baseando-se no fato de que o teor de proteína possui cerca de 16% de nitrogênio, calcula-se o teor proteico com a seguinte fórmula:

$$\% \text{ Proteína} = \% N \times 6,25$$

3.1.2 Determinação de Lipídios

Para a determinação rápida de extrato etéreo foi utilizado o método AOCS (2005). Foram pesadas 1,5g de cada formulação (P1) em sachês devidamente identificados com grafite e selado em seladora. Logo depois as amostras foram levadas à estufa por 2 horas a 105°C. Em seguida, retiradas da estufa, levadas ao dessecador para resfriamento e pesagem (P2). Após esta etapa, foram levadas ao extrator de gordura da marca ANKOM® (Modelo XT10) com solvente éter de Petróleo durante período de 1 hora, pela extração por arraste, sob pressão. Após a extração de gordura, as amostras foram retiradas do extrator com o auxílio de uma pinça, acomodadas em recipiente e colocadas para secagem em estufa a 105°C para finalizar a evaporação do solvente. As amostras foram deixadas resfriando em dessecador de vidro até atingirem a temperatura ambiente para a realização da pesagem final (P3). Para o cálculo do teor de lipídeos, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\% \text{ Lipídeos} = \frac{P2 - P3 \times 100}{P1}$$

P1: Peso inicial da amostra

P2: Peso após a estufa

P3: Peso após final

3.1.3 Determinação de Carboidratos

A determinação de carboidratos totais (HCT) foi feita por diferença. Subtraiu-se de 100 os valores encontrados para proteínas, lipídios, umidade e resíduos minerais, e fibras dietéticas conforme fórmula abaixo:

$$\% \text{ carboidratos} = 100\% - (\% \text{ proteínas} + \% \text{ lipídios} + \% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ fibras dietéticas})$$

3.1.4 Determinação de Umidade

O teor de umidade foi determinado pelo método da secagem a 105°C com circulação de ar, de acordo com normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008) Na pesagem das amostras dos pães para determinação de umidade, foram utilizados cadinhos de porcelana limpos e secos. Cada cadinho foi identificado com lápis de cera e pesados individualmente (P1). Em seguida foi pesado 1,5 g de cada formulação dos pães em cadinhos utilizando balança analítica (P2). Logo após, esses cadinhos foram levados para a estufa por cinco horas, em seguida, foram pesados depois de esfriarem em dessecador de vidro por 30 minutos (P3). O processo de aquecimento e resfriamento foi repetido até se obter um peso constante. O valor de umidade foi encontrado a partir da seguinte fórmula:

$$\% \text{ Umidade} = \frac{P3 - P1 \times 100}{P2}$$

P1: Peso do cadinho

P2: Peso inicial da amostra

P3: Peso da matéria seca

3.1.5 Determinação de resíduo mineral

A matéria mineral foi obtida a partir do princípio da incineração de acordo com o método 945.45 (AOAC, 2005). A unidade empregada das análises foi em g/100 g. Cadinhos de porcelana secos e limpos foram pesados (P1) e em seguida 1,5g das amostras dos pães das cinco diferentes formulações foram pesadas nesses cadinhos de porcelana (P2). Posteriormente foram levadas à incineração em mufla EDGCON 3P à temperatura de 600 °C por 4 horas. Logo após esta etapa, os cadinhos foram colocados para esfriar em dessecador de vidro por 30 minutos e novamente pesados (P3). O valor dos resíduos minerais foi encontrado a partir da seguinte fórmula:

$$\% \text{ Resíduos minerais} = \frac{P3 - P1 \times 100}{P2}$$

P1: Peso do cadinho

P2: Peso inicial da amostra

P3: Peso da matéria mineral

3.1.6 Determinação de fibras

A análise de fibras alimentares totais foi realizada no laboratório do Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL por meio do método enzimático-gravimétrico (AOAC, 2012). Este método consiste na gelatinização e hidrólise parcial do amido com alfa-amilase termoresistente, seguida de hidrólise de parte das proteínas com uma protease e hidrólise do amido residual com uma amiloglucosidade. A Fibra Alimentar Total (FAT) é precipitada pela adição de etanol 95% e o resultado é filtrado, lavado com solventes, seco e pesado. O valor da FAT é corrigido subtraindo o branco analítico (BA) e os teores de proteína e matéria mineral dos resíduos após respectivas determinações.

3.1.7 Amido Resistente

O teor de amido resistente foi determinado de acordo com o método AOAC 2002.02 e o método AACC 32-40.01 utilizando kit de teste disponível comercialmente (Megazyme ® International Ireland Ltd., Wicklow, Irlanda).

As amostras dos pães 0%, 12,5%, 25%, 37,5% e 50% foram liofilizadas, moídas em almofariz com pistilo de porcelana e peneiradas em peneira malha mesh 45 para padronização da granulometria. Posteriormente foram incubadas em um banho de água com agitação com α -amilase pancreática e amiloglucosidase (AMG) por 16 horas a 37 °C. Após esse período foi adicionado etanol 99% e as amostras foram levadas a centrífuga. Separou-se os sobrenadantes e os precipitados em etanol 50% por decantação. Para quantificação do amido resistente os precipitados foram submetidos a agitação em banho de gelo sobre um agitador magnético com a adição de Hidróxido de potássio (KOH). Esta solução foi neutralizada com tampão de acetato de sódio e levada ao banho de água a 50°C. Em seguida foi adicionada a amiloglucosidase (AMG) concentrada. Por fim, foi utilizado o reagente glicose oxidase / peroxidase (GOPOD) e as amostras foram levadas ao espectrofotômetro para medir a absorbância de cada solução. O amido não resistente foi determinado reunindo os sobrenadantes, ajustando o volume para 100 mL e medindo o conteúdo de D-glicose com o reagente GOPOD.

3.1.8 Cálculo do Valor Energético Total – VET

Os dados da composição centesimal dos pães formulados foram obtidos por meio das análises químicas em gramas. A partir desses resultados o valor energético total foi calculado utilizando os fatores de Atwater multiplicando lipídios por 9kcal/g, proteína por 4 kcal/g e carboidratos por 4 kcal/g (RIBEIRO, 2003).

3.2 Propriedades Físicas dos Pães

3.2.1 Volume específico

O volume específico foi mensurado utilizando o método de deslocamento de sementes de painço de acordo com o método (AACC, 2000). Foram utilizados nesta análise um béquer de 500ml, uma proveta de 1000ml, um funil de vidro e uma bandeja plástica branca para recolher as sementes do transbordo. Cada amostra de pão assada e resfriada foi pesada em balança analítica (Bel Engineering®) e teve seu peso registrado em planilha. No béquer foram colocadas as sementes de painço até que transbordassem. O volume das sementes do painço contidas no

béquer foi aferido despejando-as em uma proveta (V1). Logo foi colocado o pão no centro do béquer e as sementes de painço foram despejadas da proveta dentro do béquer com a ajuda de um funil de vidro, até que transbordassem. O béquer foi nivelado com uma régua, as sementes foram retiradas e colocadas novamente na proveta para serem novamente mensuradas (V2). O volume específico foi quantificado utilizando-se a equação a seguir:

$$\text{Volume do pão (cm}^3\text{)} = V1 \text{ (ml)} - V2 \text{ (ml)}$$

$$\text{Volume específico (cm}^3\text{/g)} = \text{Volume do pão (cm}^3\text{)} / \text{peso do pão (g)}$$

3.2.2 Textura

A análise do perfil de textura (TPA) dos pães foi realizada utilizando o método 74-09.01 - *Measurement of Bread Firmness by Universal Testing Machine*, (AACC, 1999). O equipamento utilizado foi o TA.XTplus ligado ao *Software Exponent* v. 6.1.4. disponíveis no laboratório de Qualidade de Alimentos da UnB. Antes de iniciar a leitura o equipamento foi calibrado conforme recomendação do fabricante. Para avaliar a firmeza dos pães, foi utilizado probe cilíndrico de 36mm, velocidade do teste 1,7 mm/s; nível de deformação de 40%, carga de *trigger* 5g e os resultados expressos em gramas. Foram assados três pães de cada formulação e cada pão foi avaliado em triplicata. As amostras de pães foram preparadas no dia anterior, congeladas e assadas duas horas antes da realização das análises. Devido a dureza do pão controle utilizado nesse estudo, o texturômetro não conseguiu realizar sua leitura. Nas demais análises, o pão controle foi o pão zero konjac com a composição de acordo com o que consta nas fichas técnicas de preparação e na tabela 2.

3.2.3 Coloração

A avaliação da cor dos pães foi realizada com o auxílio do colorímetro triestímulo ColorQuestXE, obtendo-se os valores das coordenadas L, a e b do sistema Hunter. Com os valores das coordenadas L, a e b foi possível obter parâmetros relacionados à tonalidade h (Equação 1), à saturação da cor ou croma C (Equação 2) e à diferença de cor ΔE (Equação 3) (LITTLE, 1975; FRANCIS, 1975; MCLELLAN *et al.*, 1995; MASKAN, 2001).

$$h = \arctang(b/a)$$

Equação 1

$$C = \sqrt{(a^2 + b^2)}$$

Equação 2

$$\Delta E = \sqrt{((L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2)}$$

Equação 3

em que:

h = tonalidade da cor;

C = saturação da cor ou croma;

ΔE = diferença de cor;

L = mensurável em termos de intensidade e branco a preto; a = mensurável em termos de intensidade de vermelho e verde; b = mensurável em termos de intensidade de amarelo e azul; L_0 , a_0 e b_0 são coordenadas obtidas depois que os pães foram assados. Para a avaliação da cor, foram assados três pães de cada formulação e cada pão foi avaliado em triplicata em três pontos (crosta, miolo e base).

Etapa III: Análise sensorial dos pães

Para avaliação sensorial dos pães sem glúten, aplicou-se dois testes, um de caráter de aceitação e outro descritivo, de forma simultânea. Ambos os testes foram executados na Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, em 30/11/2019 e 03/12/2019 no período matutino, em ambientes iluminados por lâmpadas fluorescentes de cor branca e temperatura controlada (23°C).

Anterior à execução dos testes, os participantes assinaram termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Apêndice C) e dados demográficos foram colhidos em um questionário de recrutamento (Apêndice D). O consumo de produtos sem glúten foi avaliado também pelo questionário de recrutamento. Não participaram do teste potenciais provadores: tabagistas; com algum comprometimento de olfato e/ou paladar; alérgicos a algum componente presente nas amostras; que não assinaram o TCLE.

O teste foi divulgado por meio de mídias sociais (Apêndice E) e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília (CEP-FS). CAAE: 01154818.7.0000.0030 (Anexo 1).

3.3 Teste descritivo: Check-all-that-apply (CATA)

Como teste descritivo, adotou-se a metodologia *Check-all-that-apply* (CATA), que consiste na avaliação da frequência de descritores pertinentes à caracterização do produto avaliado (ARES, 2014).

3.3.1 Levantamento de atributos

Para o levantamento de descritores, reuniu-se 5 experts, todos com experiência mínima de 240h em desenvolvimento e avaliação de produtos sem glúten. O método de discussão *Kelly's Repertory Grid Method* (MOSKOWITZ, 1993), conhecido também como método REDE, foi aplicado e os termos, tanto sensoriais quanto hedônicos, pertinentes aos pães foram levantados pelos experts em 3 apresentações comparativas com duas amostras diferentes cada. Cada sessão teve a duração de 30 minutos, com intervalo de 5 minutos entre cada uma destas.

Um expert, moderador da discussão, elencou os termos levantados pelos demais e classificou-os como referentes à aparência, sabor, textura e aroma. Por fim, foram levantados 161 descritores, sendo 38 para aparência, 27 para cor, 35 para sabor, 47 para textura e 14 para aroma. O formulário utilizado encontra-se no apêndice F.

3.4 Teste de Aceitação: Escala hedônica de 9 pontos.

O método da escala hedônica (STONE; SIDEL, 1993) de 9 pontos foi utilizado para avaliar aceitação dos pães sem glúten. Adotou-se como quesitos a aparência, sabor, textura, aroma e avaliação global. Para cada um destes, os provadores responderam de acordo com sua percepção utilizando uma escala enumerada de 1 a 9 sendo que: 1 equivale a desgostei extremamente, 5, não gostei nem desgostei e 9, gostei extremamente. A ficha completa encontra-se no apêndice G.

3.5 Execução dos testes

3.5.1 Preparo e apresentação das amostras

As amostras dos pães foram preparadas no dia anterior, congeladas e, no dia das avaliações foram assadas. Todas as amostras foram moldadas em forma esférica, pesando 40

gramas, antes do assamento. Foram servidas em temperatura ambiente, divididas ao meio, em pratos descartáveis brancos. Foi também utilizado um copo descartável branco, com água e outro seco para descarte. As amostras foram servidas assim codificadas: pão 0 (353), pão 12,5% (125), pão 25% (674), pão 37,5% (786) e pão 50% (921).

3.5.2 Aplicação dos testes

Ambos os testes de aceitação e CATA foram aplicados simultaneamente, em dois dias, no período matutino. Os provadores foram recrutados aleatoriamente no local do teste e também por peças gráficas veiculadas em mídias sociais. O total de 110 provadores, sendo 31,82% do sexo masculino, 68,18% do sexo feminino com idades variando entre 18 e 59 anos participaram do teste. Destes ainda, 39,09% (n=43) se declararam como consumidores regulares de pão sem glúten, ao passo de que os outros 60,91% (n=67) como consumidores de pães em geral.

As fichas de avaliação, uma para cada amostra, foram agrupadas em blocos e tanto a ordem de apresentação, quanto à disposição dos termos descritores referentes ao CATA, balanceados e aleatorizados (Apêndice H). Assim, de forma monádica, as amostras de pão foram apresentadas aos provadores seguindo a ordem dos blocos de fichas de avaliação.

Em seguida, para cada uma das amostras, os provadores responderam de acordo com sua percepção individual: 1) A escala hedônica de 9 pontos e 2) A presença dos termos descritores elencados anteriormente.

3.6 Processamento estatístico dos dados

Para as análises físico químicas foi utilizado o *Software SPSS* – ANOVA com *pós-hoc* de Tukey, ambos com nível de confiabilidade de 95% ($p < 0,05$).

Com objetivo de comparação entre consumidores habituais de pães sem glúten e consumidores de pães em geral, agrupou-se os dados em dois grupos: I - com todos os consumidores e II - com apenas consumidores regulares de pães sem glúten.

Uma análise de variância de fator duplo (ANOVA), seguida de teste *pós-hoc* de Tukey, ambas com nível de confiabilidade de 95% ($p < 0,05$), foi executada para comparação entre os atributos avaliados pelo teste de aceitação, entre todas as amostras. O *software SPSS IBM* (IBM Corp, 2015), foi utilizado nessa etapa.

Para análise do CATA, os descritores foram inicialmente comparados pelo teste não-paramétrico Q de *Cochran*, com a finalidade de avaliar possíveis diferenças significativas para determinado descritor dentre as diversas amostras. Em seguida, o teste de comparação de pares de *Bonferroni (McNemar)* também foi executado, ambos com o valor *p* de significância de 0,001.

Ademais, foi feita também uma análise de correspondência baseada nas distâncias de Qui-Quadrado para obtenção de mapa sensorial (MEYNER, CASTURA e CARR, 2013). Por fim, um teste de Qui-Quadrado avaliou a independência entre linhas e colunas (alfa - 0,05). O software *Xlstat* (ADDINSON, FRANÇA, 2015) foi usado para execução desses testes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Preparação de amostras e qualidade de cozimento

Diferentes concentrações de farinha de konjac (2%, 8% e 10%) foram testadas e adaptadas à formulação de um pão sem glúten até as concentrações utilizadas neste estudo. A formulação de pão controle sem glúten foi adaptada a partir da formulação de pão estudada por Aguiar (2017), e nenhum aditivo foi adicionado (Tabela 1). Como estudos com a adição de farinha de konjac a usaram como aditivo (NAKAMURA et al., 2016; MOORE et al., 2004), concentrações mais altas foram usadas para testar a farinha konjac como um potencial substituto para a farinha de trigo neste estudo. Com o aumento da concentração de farinha de konjac, foi necessário adicionar maiores volumes de água, pois a farinha de konjac é composta principalmente pela fibra glucomannan, com capacidade de absorção de água de 100g por grama de produto (KOK et al., 2009; XIAO, 2015) Canga et al. (2004) afirmam que as partículas de glucomannan podem absorver até 200 vezes o seu peso em água. A quantidade final de fermento variou devido aos diferentes pesos finais das massas. Foi utilizada a proporção de 15 gramas de fermento para 1000 gramas de farinhas.

A tabela 3 apresenta algumas características das formulações no processo de cozimento. Todas as formulações foram cozidas à mesma temperatura e no mesmo forno a gás. No entanto, o tempo de cozimento e a perda de peso durante o cozimento foram diferentes, dependendo da umidade das massas.

Tabela 3 — Características de cozimento de diferentes formulações de amostras de pão sem glúten.

	Porcentagem de farinha de konjac em formulações de pão				
	0	12,5	25	37,5	50
Peso massa (g)	570,35	892,39	1228,45	1506,96	1944,70
Peso dos pães após o cozimento (g)	473,39	713,91	888,17	1017,19	1312,67
% de perda de peso	17	20	27,70	32,50	32,50
Fator de cocção	0,83	0,80	0,723	0,675	0,675

Tempo de cozimento (min)	24	24	30	30	33
--------------------------	----	----	----	----	----

A perda de peso durante o cozimento é muito acentuada em pães sem glúten devido à ausência da rede de proteínas formada pelo glúten. Essa é uma medida que expressa a capacidade da massa de reter a água a ela adicionada (EVANGELHO et al., 2012; MELO, 2015).

A perda de peso das diferentes formulações variou entre 17 e 32,5%, com menor perda no pão sem farinha de konjac. As perdas durante o processo de cozimento em pães preparados com farinha de konjac foram maiores do que as encontradas em outros estudos feitos com pães sem glúten. Os pães de Moore et al. (2004), utilizando farinha de konjac a 1,5%, apresentaram perda de peso de 9,20% durante a cocção. Os autores registraram diferentes perdas ao assar o pão sem glúten. Nas amostras de pães produzidas por Melo (2015), as perdas foram de 8,49 e 11,69%. Turkut et al. (2016) obtiveram perdas de 14,4 a 15,4% e Zelada et al. (2019) observaram uma perda variando de 11,9 a 15,0%. A perda de peso durante o cozimento fornece informações principalmente sobre a quantidade de água evaporada. No entanto, também representa a perda de material orgânico, como açúcares fermentados liberados na forma de CO₂ (HORSTMANN; FOSCHIA; ARENDT, 2017). O formato em que os pães konjac foram modelados é diferente das amostras de pães nos estudos mencionados. As amostras de pães Konjac foram moldadas em pequenas esferas (Figura 5) e as amostras de pães dos outros estudos foram assadas em formas de pães de forma. Provavelmente, isso pode resultar em uma perda maior ao assar os pães konjac. Segundo Horstmann, Foschia e Arendt (2017), é possível que amostras de pães com maior área de superfície apresentem altas perdas de cozimento devido à maior possibilidade de evaporação dos componentes. Os resultados do presente estudo apontam para maiores perdas à medida que a farinha de konjac é adicionada à formulação. No entanto, deve-se notar que, para as massas serem moldadas antes do cozimento, a quantidade de água adicionada às formulações era 980% maior quando comparadas as amostras do pão 50% com o pão controle. A rede formada nessas massas não possibilitou a retenção de toda a água adicionada, mesmo a farinha de konjac utilizada neste estudo contendo basicamente 70% de fibras conforme informação do rótulo do produto e certificação emitida pelo fabricante.

Os fatores de cocção menores com o aumento de farinha de konjac demonstram que a água adicionada para a modelagem dos pães não ficou retida nos pães assados. Cabe ressaltar que os pães com mais água adicionada também ficaram mais tempo no forno para adquirirem casca mais crocante esperada para pães. Assim, maior tempo de cocção conduz a maiores perdas de umidade.



Figura 5 — Imagem dos pães sem glúten. Da esquerda para a direita, o pão controle, 12,5%, 25%, 37,5% e 50%.

4.2 Composição Química

A tabela 4 apresenta a composição química das formulações de pão controle e com farinha de konjac.

Tabela 4 — Composição química de diferentes formulações de pão sem glúten com e sem adição de farinha de konjac.

	Porcentagem de farinha Konjac em formulações de pão				
	0	12,5	25	37,5	50
Proteína (g/100g)	5,9 ± 0,37a	4,94 ± 0,27b	4,0 ± 0,41c	3,88 ± 0,16c	2,95 ± 0,41d
Lipídios (g/100g)	10,84 ± 0,19a	8,13 ± 0,14b	5,59 ± 0,12c	3,89 ± 0,64d	3,59 ± 0,09d
Carboidratos (g/100g)	56,70 ± 0,54a	37,21 ± 0,69b	30,73 ± 0,27c	31,80 ± 0,73cd	22,37 ± 0,27e
Umidade (g/100g)	23,90 ± 0,28e	39,98 ± 0,56d	46,88 ± 0,48b	43,97 ± 0,42c	51,54 ± 0,86a
Resíduos Minerais (g/100g)	1,85 ± 0,03a	1,56 ± 0,01 bcd	1,64 ± 0,04bcd	1,54 ± 0,08cd	1,66 ± 0,00bc
Fibras Totais (g/100g)	0,82 ± 0,02a	8,20 ± 0,11b	11,26 ± 0,09c	14,92 ± 0,06d	17,90 ± 0,32e
Amido Resistente (g/100g)	0,84 ± 0,12e	1,11 ± 0,06bd	1,32 ± 0,02abcd	1,33 ± 0,15abcd	1,45 ± 0,02abc
Valor Energético (kcal/100g)	347,93 ± 1,56 a	241,73 ± 2,84b	189,19 ± 2,13c	177,76 ± 3,68d	133,55 ± 1,76e

As médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade. n = três repetições.

As amostras dos pães konjac apresentaram níveis mais baixos de proteína do que os pães estudados por outros autores (SAUERESSIG; KAMINSKI; ESCOBAR, 2016; AGUIAR, 2017). Capriles e Arêas (2014) e Wang et al. (2017) afirmam que a incorporação de ingredientes proteicos em massas sem glúten pode melhorar a qualidade sensorial e nutricional do pão sem glúten, além de proporcionar um aumento no sabor desses produtos. A adição de proteínas durante a preparação do pão também ajuda na formação de uma rede semelhante a que o glúten proporciona no pão com farinha de trigo (HOUBEN; HOCHSTOTTER; BECKER, 2012). Entretanto, neste estudo, a única variação foi no conteúdo de farinha de konjac e água para avaliar o uso de um produto rico em fibras, formando uma barreira para manter o volume e a textura.

O teor de proteína encontrado no pão 12,5% konjac (4,94%) foi ligeiramente superior à proteína média encontrada em pães sem glúten, avaliados por Cornicelli et al. (2018), que foi de 4,29% e por Roman, Belorio e Gomez (2019), que encontraram 3,91%. Roman, Belorio e Gomez (2019) afirmam que 81% dos pães comerciais sem glúten analisados em seu estudo eram suplementados de proteínas e que, mesmo assim, o teor de proteínas desses pães era menor do que o encontrado em seus homólogos com glúten.

Quanto ao teor lipídico, as amostras de pães com 37,5% e 50% de konjac não apresentaram diferença estatística e obtiveram os menores níveis desse nutriente. Ao avaliar o teor lipídico de suas formulações à base de farinha de arroz, Saueressig, Kaminski e Escobar (2016) observaram que a média mais alta foi de 3,80%, valor semelhante ao encontrado no pão 37,5% de farinha de konjac neste estudo. Segundo Brandão e Lucena (2011), as gorduras adicionadas às formulações melhoram a qualidade da massa, aumentam sua extensibilidade, proporcionam a maciez do miolo e um sabor mais agradável. Jamieson, Weir e Gougeon (2018) observaram que produtos industrializados sem glúten, incluindo pão, tinham até 1,3 vezes mais gordura do que seus equivalentes com glúten, aumentando significativamente o consumo de calorias desses alimentos. O pão 50% konjac apresentou 3,59% de lipídios, enquanto a média dos pães sem glúten analisados por Jamieson, Weir e Gougeon (2018) foi de 6,8%.

Todas as amostras de pães com konjac obtiveram médias de carboidratos inferiores aos encontrados nos estudos de pães com e sem glúten de Nascimento et al. (2013), Cornicelli et al.

(2018), Jamieson, Weir e Gougeon (2018) e Roman, Belorio e Gomez (2019). De acordo com Jamieson, Weir e Gougeon (2018), produtos sem glúten geralmente apresentam um elevado teor de carboidratos em sua composição quando comparados com produtos similares com glúten em função do uso de farinhas refinadas de outros cereais.

Foi obtida diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) para o teor de umidade na comparação de todas as amostras. O teor mais alto foi no pão 50% konjac, representando mais da metade do peso do pão assado, o que justifica o menor valor energético do produto. Aguiar (2017) produziu pães sem glúten com farinha de sorgo e o maior valor médio de umidade foi de 53,24%. É essencial que se observe a umidade do alimento, pois isto está diretamente relacionado a sua estabilidade, qualidade e composição. O teor de umidade de um produto influencia a escolha da embalagem, a forma de armazenamento e seu processamento (IZIDORO et al., 2008). Parry (2010) afirma que o uso da farinha de konjac em concentrações de 0,1% a 0,5% influencia na liberação de umidade em pães, doces e produtos de panificação. Horstmann, Foschia e Arendt (2017) afirmam que o pão que mantém a umidade durante o processo de cozimento, obterá uma maior maciez do miolo após o cozimento.

Aguiar (2017) encontrou conteúdo mineral inferior a 2%, corroborando os achados de Saueressig, Kaminski e Escobar (2016) e os obtidos para os pães konjac do presente estudo. Shah et al. (2015) encontraram um percentual de 1,7% de resíduos minerais na farinha de konjac e Li et al. (2005) de 2,1%.

Quanto maior a proporção de farinha de konjac na formulação, menor o teor de proteínas, lipídios e carboidratos. Inversamente, a quantidade de fibras totais aumenta, demonstrando que a farinha de konjac forneceu até 22 vezes mais fibras ao pão konjac quando comparado ao pão controle. Segundo Parry (2010), a quantidade de fibras na farinha konjac pode atingir 90% de sua composição. Essa fibra (glucomannan) possui propriedades benéficas, como a ação prebiótica, podendo ser fermentada por bifidobactérias que compõem a microbiota intestinal (SHAH et al., 2015), por outro lado, pode causar flatulência e desconforto abdominal (CANGA et al., 2004).

Quanto à quantidade de fibras, os pães com konjac obtiveram melhores resultados que os de Saueressig, Kaminski e Escobar (2016), que prepararam quatro formulações diferentes de pães sem glúten com fibras solúveis (inulina) e insolúveis (farelo de arroz). A formulação que continha a maior porcentagem de fibras apresentou um valor médio de 4,88%, e os pães com

farinha de konjac oscilaram entre 8,20% e 17,90%. Assim, de acordo com a legislação brasileira, o pão com konjac pode ser classificado como alimento com alto teor de fibras, pois apresentou valores superiores a 6g / 100g (BRASIL, 2012) para todas as formulações.

A recomendação para ingestão diária de fibras é de 30 a 38g para homens e entre 21 e 25g para mulheres de 20 a 59 anos (TRUMBO et al., 2002). Essa quantidade é difícil de ser alcançada em uma dieta sem glúten composta por alimentos com baixos teores de fibras. A quantidade de fibras encontrada por Nascimento et al. (2013) e Lerma et al. (2019) nos rótulos de pães sem glúten disponíveis nos mercados foi inferior à média para os mesmos produtos com glúten. Os valores médios nos pães sem glúten encontrados por esses autores foram de 0,7% e 3,61%, respectivamente, valores relativamente baixos quando se considera a recomendação da ingestão diária.

Na preparação de pães sem glúten, amidos de milho, arroz e batata são frequentemente usados para substituir a farinha de trigo. No entanto, esses ingredientes são pobres em fibras, micronutrientes, proteínas e geralmente apresentam um índice glicêmico mais alto (CROSS, 2013). A resposta glicêmica dos carboidratos pode aumentar em alimentos sem glúten, porque a rede de proteínas do glúten envolve o grânulo de amido, dificultando a ação da amilase e inibindo a sua hidrólise no lúmen do intestino delgado (BERTI et al., 2004; PELLEGRINI; AGOSTONI, 2015). É crucial observar o índice glicêmico dos pães sem glúten devido à incidência de diabetes mellitus em pacientes celíacos (FEIZOLLAHI et al., 2018), que são os principais consumidores desses produtos (FOSTE et al., 2019). Pellegrini e Agostoni (2015) e Foste et al. (2019) sugerem suplementá-los com fibras solúveis para que haja uma redução no índice glicêmico nesses pães.

Todas as amostras dos pães com konjac apresentaram níveis mais elevados de amido resistente que o controle. Quando comparado com os resultados obtidos na análise de pão comercial sem glúten, realizada por Larretxi et al. (2019), o pão com farinha de konjac apresentou baixo teor de amido resistente. O pão com maior quantidade de amido resistente (50% konjac) apresentou 1,45 g / 100g, menor que o pão comercial analisado por Larretxi et al. (2019) com 3,6%. O amido resistente tem um comportamento fisiológico semelhante ao da fibra solúvel. Seus efeitos positivos variam desde a formação de ácidos graxos de cadeia curta, devido ao efeito prebiótico, à diminuição da glicemia e insulinemia pós-prandiais, bem como a lipidemia sérica (ZARAGOZA et al., 2010; MORAES; BORGES; MAFRA, 2016).

O valor energético das amostras dos pães konjac variou entre 241,73 kcal/100g no pão 12,5% e 133,55 kcal/100g no 50% konjac. O valor energético médio dos pães sem glúten analisados por Nascimento, Maciel e Andrade (2013), Cornicelli et al. (2018) e Roman, Belorio e Gomez (2019) são superiores a todos os pães preparados com farinha de konjac. Uma grande quantidade de fibra pode explicar o baixo valor energético do pão com konjac e uma adição mais alta leva a menor teores calóricos.

4.3 Volume Específico e Firmeza

O volume específico é a medida usada para verificar a capacidade da massa de expandir e reter o gás dentro dela durante o cozimento (EVANGELHO et al., 2012). A Tabela 5 apresenta os dados de volume específico e da firmeza das amostras do pão controle e dos pães com konjac. Foi obtida diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre o volume específico do pão controle e de todos os pães com konjac, com maior volume com o aumento de farinha de konjac. No entanto, apenas o pão controle e o pão com 12,5% de farinha de konjac são diferentes das outras formulações, demonstrando que o aumento de konjac acima de 25% não diferenciou o volume do pão assado. A farinha Konjac proporcionou uma expansão mais significativa do pão, contribuindo para a sua textura. A adição de farinha de konjac influenciou positivamente o volume específico dos pães, à medida que se adicionou a farinha de konjac, o volume dos pães aumentaram.

Tabela 5 — Volume específico e textura de formulações de pão preparadas com diferentes concentrações de farinha de *Konjac*.

	Percentual de farinha de konjac nos pães				
	0	12,5	25	37,5	50
Volume Específico(cm ³ /g)	1,44 ± 0,06e	1,61 ± 0,06d	1,96±0,06abc	2,10 ± 0,12abc	2,05 ± 0,10abc
Firmeza (g)	*	4505,00 ± 343,97 a	2508,31 ± 40,94 c	1469,53 ± 39,91 d	2334,90 ± 77,05 c

As médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade. n = três repetições. *Não foi possível realizar a leitura de firmeza do pão controle devido sua dureza.

As amostras de pão do estudo de Moore et al. (2004), utilizando 1,5% de farinha de konjac e 0,9 de xantana, registraram 2,08 (cm³ / g) de volume específico, resultado semelhante ao encontrado nas amostras de pães acima de 25% de farinha de konjac deste estudo.

Em pães sem glúten a base de sorgo, Vallons et al. (2010) observaram valores variando de 1,43 a 1,6 (cm³ / g). Hager e Arendt (2013) obtiveram valores de 1,78 e 1,63 (cm³ / g) no pão de arroz e milho, respectivamente. Sandri et al. (2017) obtiveram resultados de volumes específicos entre 1,22 e 1,70 (cm³ / g) em seus pães a base de farinha de arroz, valores inferiores aos observados neste estudo. Djordjevic et al. (2019) obtiveram uma variação entre 1,52 a 3,97 (cm³/g) em volumes específicos de pães preparados com farinha de milho com fibras adicionadas. Zelada et al. (2019) obtiveram resultados com intervalo de 2,41 a 2,92 (cm³/g) em amostras de pães de milho e farinha de arroz. No entanto, as amostras de pães com maiores volumes específicos não foram exatamente as que apresentaram menores valores de firmeza, como afirma Moore et al. (2006) e Sandri et al. (2017), em que existe uma relação direta entre baixo volume específico e dureza do pão. Pode-se observar que os valores médios de volume específico para pães sem glúten variam muito. No entanto, os valores encontrados para as amostras de pães konjac estão próximos dos valores médios apresentados em estudos anteriores de pães sem glúten.

Djordjevic et al. (2019) relatam que as fibras alimentares podem interferir na qualidade dos pães sem glúten, melhorando a viscosidade, textura, volume, características sensoriais e prazo de validade como resultado de sua capacidade de ligação à água, formação de gel, efeitos miméticos de gordura, texturais e espessantes. No entanto, Moore et al. (2004) afirmam que em pães sem glúten as partículas de fibras aumentam a absorção de água e reduzem o volume dos pães.

Nas formulações de pão sem glúten, preparadas com farinha de arroz, Nakamura et al. (2016) utilizaram farinha de konjac em concentrações de 0,25%, 0,5% e 0,75% como espessante. O volume específico das amostras de pão aumentou com quantidades crescentes de konjac de 0,25% para 0,50%, mas apresentou tendência a diminuir com a adição de 0,75%. Esses autores também observaram que a adição dessa farinha na formulação reduziu significativamente a dureza do pão, resultando em um pão mais macio do que os preparados apenas com farinha de arroz.

A textura pode ser definida como os atributos mecânicos, geométricos e de superfície de um produto que são perceptíveis pelo uso de instrumentos e por meios sensoriais (ESTELLER et al., 2004). O sabor dos alimentos é o atributo mais observado para sua aceitação. No entanto, a textura é o principal atributo considerado para rejeitá-lo (BOURNE, 2002). O pão sem glúten é caracterizado por baixo volume, textura quebradiça e crosta rachada (CAPRILES; ARÊAS, 2014), o que os torna pouco atraentes para os consumidores.

A Tabela 5 mostra que o pão konjac 12,5% apresentou a maior média de firmeza. Segundo Giannou e Tzia (2007), a dureza é a força máxima necessária para comprimir os alimentos entre os dentes. Pães com maior teor de konjac é mais macio e provavelmente mais fácil de mastigar. Turkut et al. (2016) prepararam pães sem glúten e observaram que o pão com 25% de farinha de quinoa obteve a menor média de dureza instrumental. Os resultados da análise da dureza instrumental realizada por Arcanjo (2017), em seus pães sem glúten a base de farinha de arroz variaram de 1830,28g a 4587,56g. O maior valor médio encontrado por Arcanjo (2017) também foi encontrado no presente estudo para o pão 25% de konjac. O valor médio mais elevado para dureza, encontrado por Zelada et al. (2019) no pão sem glúten, preparado com diferentes hidrocolóides foi de 3868,00g, e o menor valor foi de 1717,00g. Pães sem glúten preparados por Rios et al. (2020), com fibras da casca de café, obtiveram valores médios de dureza variando entre 1560,75g e 5585,00g e foram bem avaliados e aceitos por provadores treinados.

De acordo com Foste et al. (2019), a estrutura da formação de massa sem glúten é baseada na mistura de farinha, amido e hidrocolóides, exigindo quantidades maiores de água para formar uma massa que mais se assemelha à massa de bolo. Possivelmente devido à quantidade de farinha de konjac usada na massa do pães, a massa tornou-se consistente e foi possível moldá-la em esferas sem dificuldade.

4.4 Coloração:

Os valores médios de saturação de cor (Croma-C *), tonalidade da cor (ângulo de matiz - h *) e diferença de cor (ΔE *) para as diferentes amostras estão na Tabela 6. É importante ressaltar que os valores de saturação da cor variam de zero (cores neutras como cinza) a 60 (cores

intensas), o croma está relacionado à pureza da cor, e valores mais altos indicam cores mais intensas (JACOMINO; MENDONÇA; KLUGE, 2003).

Tabela 6 — Valores médios de croma (C), tonalidade da cor (h) e diferença de cor (ΔE) de formulações de pão preparadas com diferentes concentrações de farinha de Konjac.

Farinha de Konjac (%)	Cor da crosta		
	C*	h*	ΔE^*
0	34,39 ± 2,37 a	78,14 ± 2,25 a	0 ± 0 b
12,5	33,22 ± 0,29 a	69,65 ± 5,75 d	5,86 ± 3,14a
25	24,53 ± 0,58 b	70,52 ± 2,65 c	7,17 ± 1,49a
37,5	23,10 ± 0,70 b	74,43 ± 2,73 b	7,77 ± 0,95a
50	21,85 ± 0,45 b	73,76 ± 2,78 c	8,54 ± 0,46a
	Cor do miolo		
	C*	h*	ΔE^*
0	26,55 ± 0,56 a	85,83 ± 0,24 a	0 ± 0d
12,5	22,37 ± 0,15 b	85,06 ± 0,23 b	5,95 ± 0,44c
25	16,75 ± 0,86 c	86,03 ± 0,29 a	10,23 ± 0,71b
37,5	14,12 ± 0,70 d	86,26 ± 0,30 a	13,24 ± 0,60a
50	14,61 ± 0,51 d	84,76 ± 0,12 b	14,14 ± 0,93a
	Cor da base		
	C*	h*	ΔE^*
0	32,56 ± 4,10 a	60,35 ± 6,11 a	0 ± 0c
12,5	31,32 ± 2,75 a	60,25 ± 2,95 a	3,88 ± 0,80 bc
25	24,84 ± 2,97 ab	56,93 ± 4,59 a	8,86 ± 2,87 ab
37,5	20,41 ± 1,77 b	59,71 ± 1,43 a	11,35 ± 1,92 a
50	20,44 ± 1,16 b	57,46 ± 0,81 a	11,06 ± 1,64 a

As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade. n = três repetições

Ao analisar os resultados da saturação da cor para a crosta dos pães, o pão controle obteve o maior valor médio, indicando uma cor mais intensa. O miolo do pão controle também obteve a maior saturação média de cores, diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) dos demais. Isso indica que, à medida que a farinha de konjac foi acrescentada as formulações, aumentou também

a alteração na cor do miolo, diminuindo o grau de saturação e, conseqüentemente, a perda na pureza da cor. O maior valor de saturação da cor foi encontrado na crosta do pão controle, e o menor no miolo dos pães 37,5 e 50%. De acordo com Turkut et al. (2016), a cor do pão é o resultado de reações químicas entre proteínas e carboidratos durante o processo de cozimento. A reação de Maillard é uma forma de escurecimento dos alimentos que ocorre na presença desses dois componentes, altas temperaturas e sob condições ideais de pH (OLIVEIRA et al., 2015). Uma quantidade insuficiente de açúcares redutores e baixo teor de proteínas colabora para a cor pálida que geralmente é encontrada em pães sem glúten (RIEMSDIJK et al., 2011).

Em relação à cor da crosta, todos os pães diferiram estatisticamente do pão de controle. Os resultados da tonalidade da crosta dos pães neste estudo corroboram os resultados encontrados nos pães estudados por Messa et al. (2017), que também apresentaram uma tendência para o amarelo. Na base dos pães, não houve diferença estatística para a tonalidade de cor. No entanto, a base dos pães 25%, 37,5% e 50% de konjac apresentaram médias mais baixas, indicando uma tendência de cor para o vermelho.

Ao analisar a variável da diferença de cor na crosta dos pães, observou-se que não houve diferença estatística entre as amostras de pão konjac, no entanto, todos eles diferiram do pão de controle indicando que a farinha de konjac influenciou esse resultado. Embora não tenham se diferenciado estatisticamente, à medida em que se adiciona a farinha de konjac, mais se evidencia a diferença dos pães konjac em relação ao controle. Na cor da crosta, a farinha de konjac reduziu a intensidade da cor deixando os pães menos brilhantes e mais claros. No miolo, todas as amostras de pão konjac foram estatisticamente diferentes do pão controle. Sandri et al. (2017) concluíram em seu estudo que o pão com mais de 10% de farinha de chia tinha crosta e miolo mais escuros, e isso pode influenciar negativamente a escolha do consumidor.

4.5 Análise Sensorial

4.5.1 Teste de aceitação

Um total de 110 provadores participaram dos testes de aceitação e CATA, sendo 31,82% do sexo masculino e 68,18% do sexo feminino com idades variando entre 18 e 59 anos. Entre esses, 39,09% se declararam como consumidores regulares de pão sem glúten, e 60,91% como

consumidores de pães em geral. Para o teste de aceitação os atributos avaliados foram: aparência, sabor, aroma, textura e aceitação global. Os resultados estão demonstrados na tabela 7. Os descritivos utilizados para o CATA foram obtidos por meio do levantamento de atributos. O quadro com todos os termos descritivos utilizados no CATA encontra-se no apêndice I.

Tabela 7 — Aceitação das formulações de pão sem glúten segundo os atributos sensoriais com utilização de escala hedônica de 9 pontos.

Tratamento	Aparência	Sabor	Aroma	Textura	Aceitação Global
0	7,28±1,81b	7,15±1,74a	7,07±1,65a	5,60±2,14a	6,78±1,77b
12,5%	8,09±1,85a	7,36±1,55a	6,95±1,80a	7,39±1,45b	7,53± 1,22a
25%	6,67±1,72bc	5,40±2,03b	5,70±1,88b	5,47±2,04a	5,66±1,80c
37,5%	7,19±1,64b	5,57±2,14b	6,13±1,97b	5,64±2,04a	5,82±1,99c
50%	6,46±1,89c	4,65±2,07c	5,64±1,99b	4,92±2,20a	5,07±1,99c

Nas colunas, médias com letras iguais não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05). n=110.

Para aparência, o pão 12,5% apresentou maior média se diferenciando de todas as outras formulações. Também foi essa formulação com melhores notas para sabor, textura e aceitação global, sendo similar ao pão controle apenas para os atributos sabor e aroma. Em pães sem glúten preparados com farinha de arroz e amido de milho por Sabanis, Lebesi e Tizia (2009), a menor média para aparência foi de 5,5, valor este inferior a menor média encontrada nesse estudo. O pão sem glúten preparado com farinha de batata por Liu et al. (2019), obteve média de 7,68 para aparência, inferior ao obtido para o pão 12,5% konjac.

No sabor, os pães com percentuais acima de 25% se diferiram do pão 0% e do pão 12,5% obtendo as menores médias. O sabor dos pães acima de 12,5% foi negativamente influenciado pela adição da farinha de konjac. Tal acontecimento pode ser explicado pela capacidade de absorção de água que essa farinha possui. O volume final das massas é aumentado e a concentração dos ingredientes que proporcionam maior palatabilidade aos alimentos como açúcar, gorduras e sal (SAWAYA; FILGUEIRAS, 2013) é reduzido. A partir dos resultados sensoriais, observou-se que a incorporação da farinha de konjac em até 12,5% contribuiu de forma positiva a aceitabilidade. No entanto, quando comparados aos pães sem glúten preparados

com farinha de arroz por Bergamo et al. (2017), pode-se observar que as avaliações são semelhantes. Para sabor, a maior média obtida em seu estudo foi 7,15, inferior a maior média obtida nesse estudo entre os pães konjac. No pão sem glúten estudado por Liu et al. (2019), o quesito sabor obteve a média 7,54, valor aproximado ao obtido para o pão 12,5% konjac, porém superior aos valores obtidos para os pães 25%, 37,5% e 50%.

Ao avaliar o atributo aroma, vale considerar que compostos como álcoois, ésteres, cetonas e aldeídos, responsáveis pelo aroma dos pães, são produzidos durante a fermentação (AQUINO, 2012) porém aldeídos e cetonas podem também serem produzidos durante o assamento, decorrentes da Reação de Maillard e caramelização (SHIBAO; BASTOS 2011) influenciando o odor dos pães. Quanto ao aroma dos pães deste estudo, os consumidores não perceberam diferença entre os pães controle e o 12,5%, porém perceberam diferença entre o pão controle e os pães com percentuais acima de 37,5% indicando que quanto maior o percentual da farinha de konjac menos aceito foi o aroma dos pães. Isso provavelmente ocorreu devido ao odor característico da farinha, ou ao baixo teor de açúcares e proteínas, que impediu que reações químicas que produzem aroma, como a reação de Maillard e caramelização, ocorressem de forma adequada. Em relação ao aroma dos pães konjac, alguns comentários puderam ser extraídos das fichas de avaliação preenchida pelos avaliadores, "Apesar de cheiro de peixe, tem textura de pão normal"; "embora haja cheiro de frutos do mar, o sabor é bom "; "Sabor bom, mas aroma ruim". Entretanto, observa-se que maior média para aroma encontrada entre os pães konjac foi de 6,95, valor próximo ao máximo obtido por Gusmão (2017) em pães sem glúten a base de farinha de arroz vermelho e maior que a maior média encontrada por Bergamo (2017) que obteve como maior média 6,73.

Na textura, os pães foram considerados estatisticamente iguais, exceto o pão 12,5%. Esse tratamento foi o que apresentou a maior dureza instrumental, porém, no teste de aceitação foi o pão que obteve a maior média na avaliação dos consumidores. Apesar da afirmação de Bourne, (2002) de que a textura é o principal atributo considerado para rejeitar um alimento, observou-se que, neste estudo, pães com maiores firmezas também foram bem aceitos pelos consumidores. Esses resultados corroboram os achados de Rios et al. (2020), que obtiveram pães com elevadas médias de dureza instrumental, porém também foram bem aceitos por avaliadores treinados. O pão 50% konjac obteve uma das menores médias de dureza instrumental, ou seja, foi o pão mais

macio, no entanto foi o menos aceito pelos consumidores no teste de aceitação, quando a textura foi avaliada.

A aceitação global reflete a avaliação geral de todos os atributos. Nesse quesito na avaliação dos pães sem glúten preparados por Gusmão (2017), a maior média obtida foi de 6,8, inferior a média obtida para o pão 12,5% konjac. No entanto essa média foi superior às médias obtidas para os pães preparados com percentuais acima de 12,5% konjac. No estudo de Sabanis, Lebesi e Tizia (2009), em pães a base de amido de milho e farinha de arroz, as médias de aceitação global variaram entre 5,5 e 7,5, valores similares aos encontrados no presente estudo. A médias para aceitação global dos pães de Bergamo et al. (2017) a base de farinha de arroz, oscilaram entre 6,29 e 7,03, valores inferiores ao obtido para o pão 12,5%.

A tabela 8 apresenta o percentual de aceitação das diferentes formulações de pães sem glúten entre os 43 provadores que se declararam consumidores frequentes de pães sem glúten. O Índice de Aceitação foi obtido a partir das notas atribuídas pelos provadores no teste de aceitação. Segundo Dutcosky (1996) para que um produto seja considerado aceito é necessário que se obtenha no mínimo 70% de aprovação.

Tabela 8 — Percentual de aceitação das formulações de pão sem glúten entre avaliadores consumidores deste tipo de pão.

Tratamento	Consumidores de Pães sem glúten				
	Aparência %	Sabor %	Aroma %	Textura %	Aceitação global %
0	81,39	95,34	86,05	60,46	83,72
12,5%	95,35	90,70	76,75	88,37	93,03
25%	72,09	48,84	55,81	58,14	67,44
37,5%	93,02	55,81	65,12	55,81	67,44
50%	76,75	41,86	48,84	37,21	48,84

O pão 12,5% obteve os maiores percentuais para aparência, textura e aceitação global confirmando os resultados obtidos na avaliação das médias do teste de aceitação para toda a população estudada. No atributo aparência, o pão 37,5% obteve percentual de aceitação próximo ao pão 12,5%. Pode-se observar que o pão 37,5% obteve percentuais de aceitação maiores que o pão 25% para aparência, sabor e aroma, portanto, com esses resultados não é possível afirmar que os pães foram menos aceitos à medida em que se acrescentou a farinha de konjac às

formulações. É possível inferir que outro fator possa ter influenciado esse resultado. No atributo aparência, todos os pães foram considerados aceitos, porém, nos demais atributos, apenas o pão 12,5% obteve mais que 70% de aceitação. Em aparência, sabor e aceitação global esse pão obteve aceitação acima de 90%.

A tabela 9 apresenta o percentual de aceitação das diferentes formulações de pães sem glúten entre os 67 provadores que se declararam como não consumidores de pães sem glúten.

Tabela 9 — Percentual de aceitação das formulações de pães sem glúten entre avaliadores não consumidores deste tipo de produto.

Tratamento	Não consumidores de pães sem glúten				
	Aparência %	Sabor %	Aroma %	Textura %	Aceitação global %
0	85,07	74,63	73,13	50,74	73,13
12,5%	97,02	82,58	76,11	86,57	95,52
25%	76,12	47,76	44,77	50,75	49,25
37,5%	80,60	50,74	61,19	55,22	56,71
50%	61,19	29,85	49,25	37,31	38,81

Conforme avaliação dos indivíduos que se declararam não consumidores de pães sem glúten, o pão 12,5% foi o mais bem aceito em todos os atributos, o menor percentual de aceitação registrado foi para aroma com 76,11% dos provadores aprovando o pão nesse atributo. Entre esses avaliadores foi possível observar que o pão 37,5% foi a formulação mais aceita depois do pão 12,5%, repetindo o resultado observado no grupo de avaliadores consumidores de pães sem glúten, porém, só obteve percentual de aceitação acima de 70% no atributo aparência.

Entre os pães sem glúten, formulados com farinha de arroz vermelho e enzima transglutaminase microbiana, estudados por Gusmão 2017, o pão com melhor aceitação obteve 75,17%. Nos pães sem glúten preparados com farinha de batata doce por Franco (2015), o pão melhor aceito obteve 80,3%. O pão 12,5% konjac em ambos os grupos teve seu percentual de aceitação global acima de 93%.

Por fim, o pão 12,5% obteve percentual de aceitação global entre os avaliadores consumidores habituais de pães sem glúten de 93,03% e entre os não consumidores de 95,52%. Tal resultado foi oposto ao obtido por Zandonadi (2006) em seu estudo. Suas amostras de produtos sem glúten (pão, macarrão, bolo, biscoito) obtiveram maior aceitação entre avaliadores

do grupo de celíacos que consumiam habitualmente esses alimentos, que entre avaliadores do grupo de não consumidores habituais desses produtos.

A figura 6 representa os resultados do teste de aceitação realizado por meio da escala hedônica de 9 pontos com o total de 110 avaliadores.

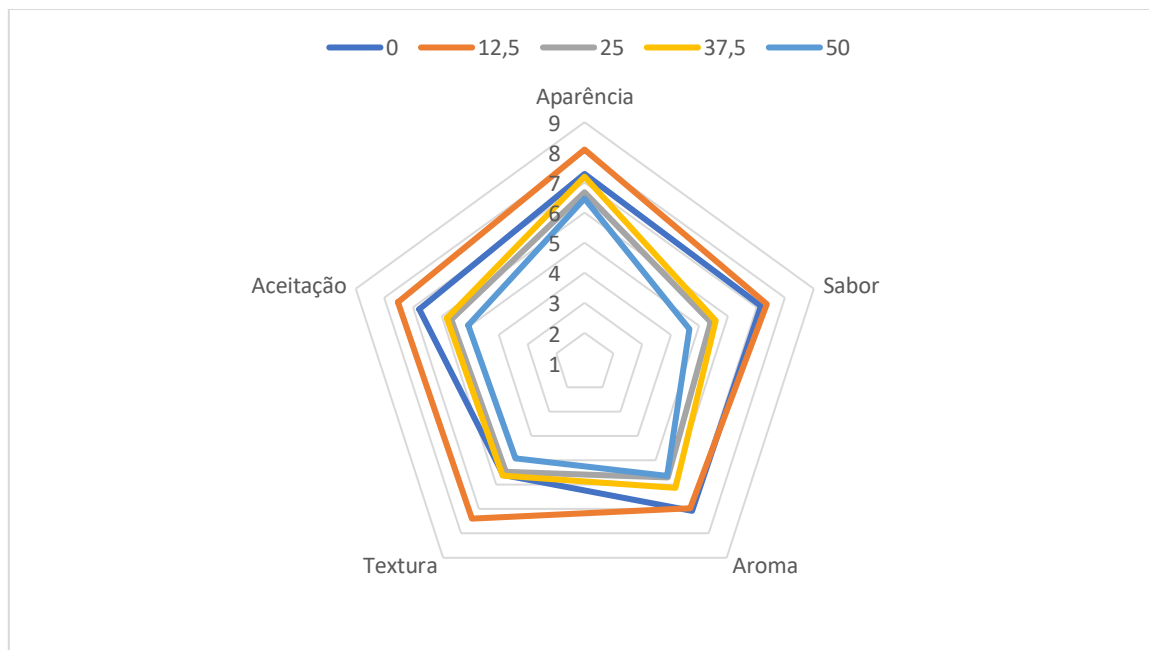


Figura 6 — Gráfico aranha das formulações dos pães controle e konjac segundo os atributos sensoriais. (n=110)

A figura 6 confirma os resultados já apresentados, ou seja, que o pão 12,5% konjac foi o melhor entre todos os pães em aparência, textura e aceitação global, porém em sabor e aroma o pão 12,5% obteve resultados similares ao controle. Os pães 25% e 37,5% são semelhantes em relação aos atributos textura, aceitação global e aroma. O pão 50% foi o que obteve as menores notas nas avaliações sendo o menos aceito pelos avaliadores. Tal fato pode ser justificado pela elevada concentração de fibras presente na farinha de konjac o que acarreta elevada absorção de água e conseqüentemente baixa concentração dos outros ingredientes da formulação. Esse resultado foi o oposto ao obtido por Korus et al. (2015) em seu estudo com mucilagem de linhaça em substituição a goma guar e pectina. Os pães sem glúten mais aceitos em seu estudo foram os

pães com maiores concentrações de linhaça, porém, vale ressaltar que o maior percentual utilizado por esses autores foi 2,4%.

4.5.2 Check-all-that-apply - (CATA)

A partir do teste Cochran Q foi possível avaliar se os consumidores identificaram diferenças significativas entre as amostras para os termos levantados. A tabela 10, que apresenta a frequência dos termos para o atributo aparência.

Tabela 10 — Frequência dos termos para o atributo aparência das formulações de pão controle e com farinha de konjac.

Aparência	Tratamentos					p-valores
	0	12,5%	25%	37,5%	50%	
Casca da Cor Escura	42 (c)	18 (ab)	8 (a)	13 (a)	31 (bc)	< 0,0001
Aparência Ressecada	60 (c)	5 (a)	20 (b)	9 (ab)	16 (ab)	< 0,0001
Cor da Casca Clara	33 (a)	56 (bc)	77 (d)	74 (cd)	42 (ab)	< 0,0001
Cor do Miolo Claro	59 (a)	78 (b)	68 (ab)	72 (ab)	58 (a)	0,003
Cor do Miolo Escuro	7 (a)	9 (a)	15 (ab)	10 (a)	30 (b)	< 0,0001
Bonito	50 (c)	66(bc)	28 (a)	33 (ab)	25 (a)	< 0,0001
Brilhante	6 (a)	10(a)	6 (a)	3 (a)	1 (a)	0,031

Nas linhas, frequências de letras iguais não se diferem estatisticamente pelo teste de Cochran ($p < 0,001$). $n = 110$.

A apresentação visual de um produto marca o primeiro contato com o consumidor. Características importantes como a cor e a aparência são frequentemente observadas e estão associadas a reações pessoais de aceitação, indiferença ou rejeição (TEIXEIRA, 2009).

Os dados mostram que a casca da cor escura obteve uma frequência significativamente maior para o pão controle, refletindo o mesmo resultado obtido na análise instrumental. A maior média do croma para a crosta foi de 34,39 para esse mesmo pão, indicando que esse foi o pão de cor de crosta mais escura. Como já descrito anteriormente, isso pode ser justificado pela possível presença de componentes em quantidade adequada para ocorrência de reações químicas de escurecimento não enzimático em alimentos.

Conforme esperado, o termo aparência ressecado foi consideravelmente mais frequente para o pão controle que se diferenciou estatisticamente dos demais. O menos apontado para esse

termo foi o pão 12,5%. Ficou evidente que adição da farinha de konjac proporcionou uma melhora na aparência dos pães reduzindo as rachaduras da crosta, o aspecto ressecado e a textura quebradiça, características dos pães sem glúten (NGEMAKWE et al., 2014).

Para cor da casca clara, o pão 25% obteve maior frequência, para cor do miolo claro a maior frequência foi encontrada no pão 12,5% e a cor do miolo escuro foi mais observada no pão 50%. Na avaliação instrumental, o pão 50% konjac foi o que mais se diferiu do pão controle obtendo uma das menores médias para cor, indicando perda de pureza da cor do miolo. A amostra considerada como mais bonita e brilhante foi a do pão 12,5%.

A tabela 11 apresenta os resultados das frequências marcadas para os descritivos do atributo aroma.

Tabela 11 — Frequência dos termos para o atributo aroma das formulações de pão controle e com farinha de konjac.

Aroma	Tratamentos					p-valores
	0	12,5%	25%	37,5%	50%	
Aroma de Ovo	7 (a)	6 (a)	14 (a)	11 (a)	13 (a)	0,143
Aroma de Fritura	13 (a)	6 (a)	12 (a)	9 (a)	10 (a)	0,376
Aroma de Peixe	1 (a)	13 (b)	16 (b)	18 (b)	26 (b)	< 0,0001
Aroma de Fermento	30 (a)	28 (a)	33 (a)	29 (a)	34 (a)	0,152
Aroma Agradável	77 (c)	65 (bc)	43 (a)	49 (ab)	35 (a)	< 0,0001

Nas linhas, frequências de letras iguais não se diferem estatisticamente pelo teste de Cochran ($p < 0,001$). $n = 110$.

Para o aroma de peixe, o pão controle obteve a menor pontuação e nos pães konjac à medida em que se acrescentou a farinha, mais os consumidores percebiam esse odor. Pode se verificar isso no pão 50%, o mais pontuado. Na análise sensorial o pão 50% obteve a menor média para aroma. Isso pode ser justificado pelo odor característico da farinha de konjac que lembra odor de peixe (TAKIGAMI, 2009).

Para aroma de ovo, fritura e fermento todas as amostras foram consideradas iguais estatisticamente. Já para aroma agradável, o mais observado para todas as formulações, o pão controle e o com 12,5% konjac, foram estatisticamente iguais e mais bem avaliados.

Na tabela 12 são apresentadas as frequências para os descritivos do atributo sabor, segundo Wang et al. (1999). O sabor é um atributo muito considerado para a boa aceitabilidade do produto que está em avaliação.

Tabela 12 — Frequência dos termos para o atributo sabor das formulações de pão controle e com farinha de konjac.

Sabor	Tratamentos					p-valores
	0	12,5%	25%	37,5%	50%	
Sabor de Frutos do Mar	1 (a)	8 (ab)	14 (b)	17 (b)	21 (b)	< 0,0001
Sabor de Fermento	13(a)	19 (ab)	34 (b)	26 (ab)	27 (ab)	0,003
Desagradável	6 (a)	3 (a)	27 (b)	34 (b)	39 (b)	< 0,0001
Agradável	73 (b)	80 (b)	37 (a)	36 (a)	28 (a)	< 0,0001
Amargo	3 (a)	2 (a)	4 (a)	3 (a)	5 (a)	0,804
Ácido	2 (a)	2 (a)	1 (a)	2 (a)	1 (a)	0,921
Adocicado	36 (c)	23 (bc)	4 (a)	10 (ab)	6 (a)	< 0,0001
Adstringente	1 (a)	1 (a)	7 (a)	9 (a)	4 (a)	0,011
Salgado	34 (b)	18 (a)	19 (ab)	12 (a)	11 (a)	< 0,0001

Nas linhas, frequências de letras iguais não se diferem estatisticamente pelo teste de Cochran ($p < 0,001$). $n = 110$.

Os termos amargo, ácido e adstringente foram os menos frequentes e não apresentaram diferença estatística entre os pães.

Quando analisado o termo sabor de frutos do mar, novamente foi observado o ocorrido no termo aroma de peixe na tabela 11. Quanto mais acrescentou-se farinha de konjac às formulações, mais foi observado esse sabor nas amostras, sendo que para o sabor, o pão com 12,5% foi o único igual ao controle.

Para o descritivo sabor de fermento, o tratamento que obteve maior frequência foi 25% konjac, a menor frequência foi observada no pão controle com diferença estatística entre eles.

O pão com maior pontuação para o termo sabor agradável foi o 12,5% e para sabor desagradável o pão 50%, indicando a possível influência da farinha no sabor dos pães. O resultado dessa frequência está de acordo com o resultado obtido na análise sensorial. No quesito sabor, o pão 12,5% obteve a maior média e o pão 50% a menor média nas avaliações.

O sabor salgado foi decrescendo na percepção dos consumidores à medida em que a farinha de konjac foi acrescida às formulações. Isso é justificado pelo aumento no volume das massas e a proporção de sal tornou-se menor na porção de pão servida. O mesmo resultado foi observado para o termo sabor adocicado. Os pães em que essa percepção ficou menos evidente foram os com 25% e 50% konjac.

Para Teixeira (2009), a textura de um alimento é percebida quando esse alimento sofre uma deformação sendo mordido, prensado ou cortado. Por meio dessa interferência é possível observar sua resistência, coesividade, fibrosidade, granulabilidade, aspereza e sua crocância. Para os pães deste estudo o descritivo mais marcado para textura foi o "macia" para o pão 12,5% como demonstrado na tabela 13.

Tabela 13 — Frequência dos termos para o atributo textura das formulações de pão controle e com farinha de konjac.

Textura	Tratamentos					p-valores
	0	12,5%	25%	37,5%	50%	
Úmida	1 (a)	34 (b)	25 (b)	34 (b)	31 (b)	< 0,0001
Dura	50 (c)	2 (a)	15 (b)	8 (ab)	5 (ab)	< 0,0001
Grudento	1 (a)	6 (a)	26 (b)	28 (b)	49 (c)	< 0,0001
Coeso	5 (a)	15 (a)	7 (a)	8 (a)	5 (a)	0,010
Borrachudo	1 (a)	10 (a)	57 (b)	47 (b)	53 (b)	< 0,0001
Macia	3 (a)	82 (c)	40 (b)	39 (b)	34 (b)	< 0,0001
Compacta	26 (a)	21 (a)	22 (a)	14 (a)	15 (a)	0,155
Amanteigada	26 (b)	25 (b)	6 (a)	16 (ab)	8 (a)	< 0,0001
Granulosa	40 (d)	2 (a)	9 (ab)	15 (bc)	24 (cd)	< 0,0001
Seca	76 (b)	8 (a)	9 (a)	3 (a)	6 (a)	< 0,0001

Nas linhas, frequências de letras iguais não se diferem estatisticamente pelo teste de Cochran Q ($p < 0,001$). $n = 110$.

Quando se observa o termo "úmida", todos os pães konjac obtiveram frequências significativamente superior ao pão controle. Verificando o termo "seca", essa diferença estatística entre o pão controle e os pães konjac se repete, porém, nesse termo, a frequência maior ficou para o pão controle com 76 e menor para o pão 37,5% com apenas três. Esses resultados indicam que a percepção dos consumidores em relação a esses termos é que o pão controle é um pão duro e

seco e os pães konjac possuem textura macia e úmida. Isso se confirma quando se verifica também os termos "dura" e "macia". Para o termo dura, a pontuação do pão controle chega a 50 e do pão 12,5% konjac apenas dois. Para o termo "macia", a pontuação se inverte, o pão controle fica com apenas três e o pão 12,5% alcança a frequência de 82. Pode-se afirmar que os resultados da análise sensorial não foram os mesmos obtidos por meio da análise instrumental. Para a análise instrumental o pão 12,5% foi o pão de maior dureza, porém essa não foi a percepção dos consumidores na análise sensorial.

Quando o termo analisado é o "grudento", o pão 50% obteve a maior frequência se diferindo dos pães controle e 12,5%, sendo o controle, o menos grudento com apenas uma marcação.

Os pães considerados como mais borrachudos foram os acima de 25% konjac e os menos borrachudos, sem se diferirem estatisticamente ficaram o pão controle e o pão 12,5%. No termo "compacta", os pães konjac não se diferiram do pão controle. Esse resultado indica que nesse termo todos os pães são semelhantes. Para o descritivo "amanteigado", os pães controle e 12,5% apresentaram as maiores frequências, porém quando analisado o termo "granuloso", o pão controle obtém elevada frequência em relação ao 12,5%.

No processo de análise estatística do CATA, é gerado um mapa simétrico descritivo, uma figura que esclarece a correlação dos atributos avaliados com a preferência dos avaliadores e é gerado um gráfico que apresenta o impacto dos atributos avaliados (CATA) sobre aceitação sensorial dos consumidores como é mostrado nas figuras 7, 8 e 9.

Foi gerado o mapa simétrico pela análise de correspondência (figura 7). De acordo com o mapa, o pão 12,5% encontra-se no quadrante inferior esquerdo, próximo a características como cor da casca clara, cor do miolo claro, textura macia e úmida, coesa, agradável, brilhante. O pão controle está localizado no quadrante superior direito próximo a características como aparência ressecada, textura seca e granulosa, casca da cor escura, salgado. Os demais pães 25%, 37,5% e 50% encontram-se localizados no quadrante superior esquerdo onde observa-se características como aroma de peixe, aroma de fermento, miolo escuro, borrachudo, sabor de fermento, sabor desagradável. A proximidade desses pães no mapa, demonstra que há similaridades entre eles.

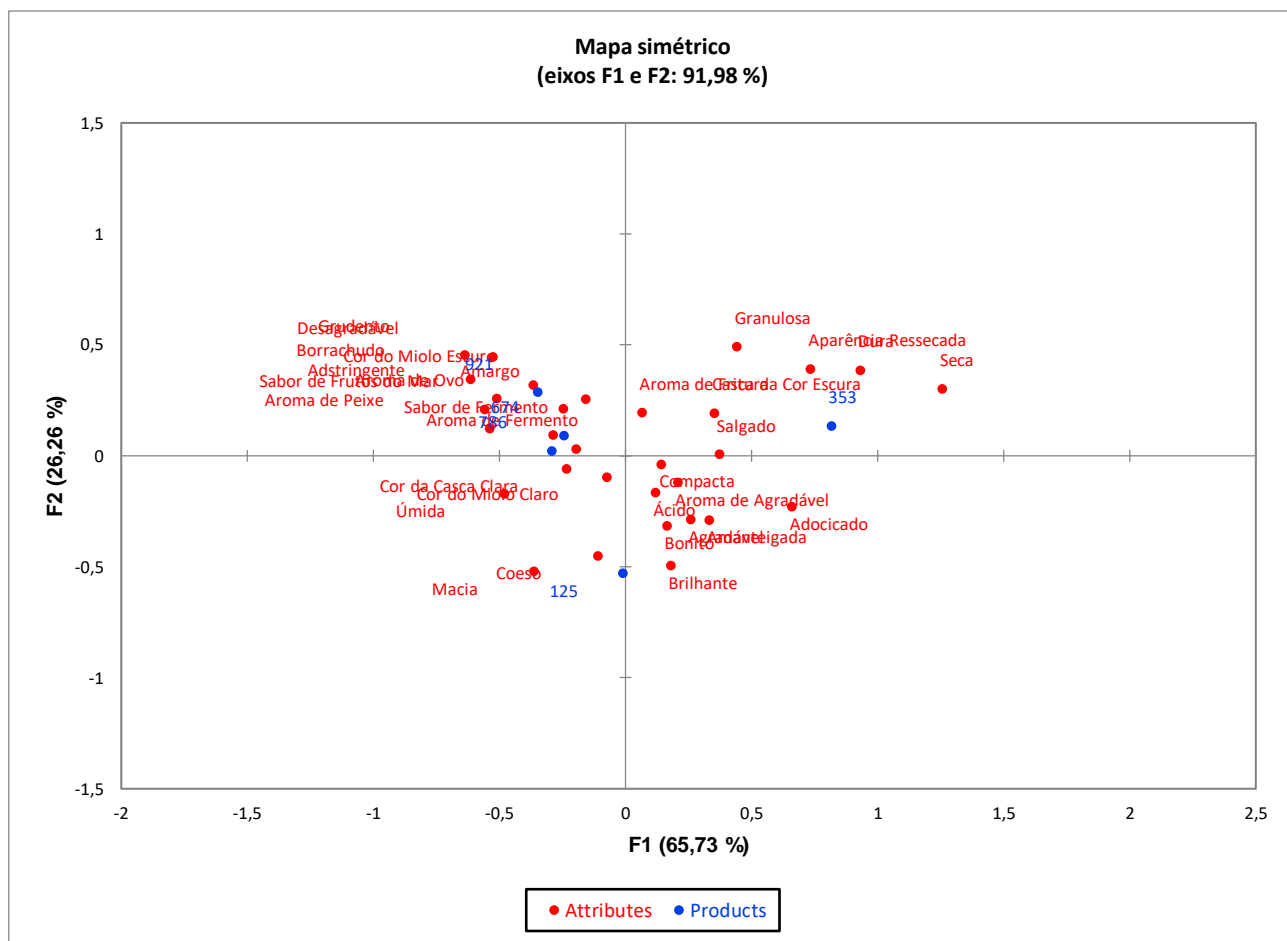


Figura 7 — Mapa descritivo obtido por meio de análise de correspondência dos dados obtidos no teste CATA (n=110).

A figura 8 revela a correlação dos atributos avaliados com a preferência dos avaliadores. Desse modo é possível constatar que a aceitação dos pães está diretamente relacionada a atributos como textura amanteigada, aparência bonita, brilhante, salgado, aroma agradável, adocicado, cor do miolo claro e coeso.

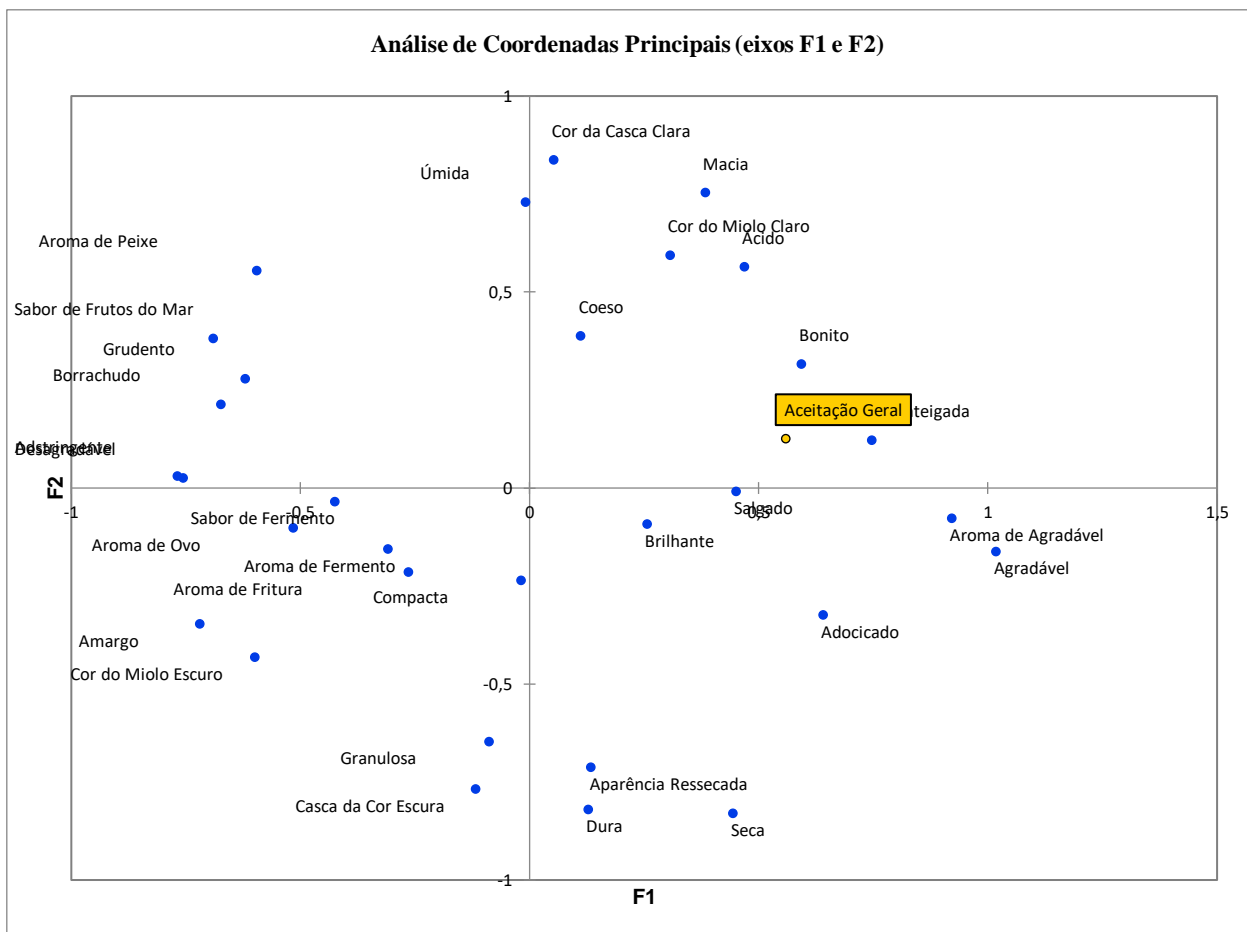


Figura 8 — Análise de coordenadas principais dos dados obtidos nos testes CATA e aceitação (n=110).

O gráfico de impacto médio (figura 9) revela os atributos que impactaram de forma positiva nos resultados, ou seja, os atributos que são desejáveis em pães (em azul). Esse gráfico mostra também os atributos que provocaram a diminuição das médias, ou seja, atributos considerados indesejáveis (em vermelho). Desse modo, é possível constatar que agradável, aroma agradável, bonito, macia, cor do miolo claro são aspectos desejáveis e aparência ressecada, sabor de fermento, aroma de fermento, borrachudo e grudento são aspectos indesejáveis em pães.

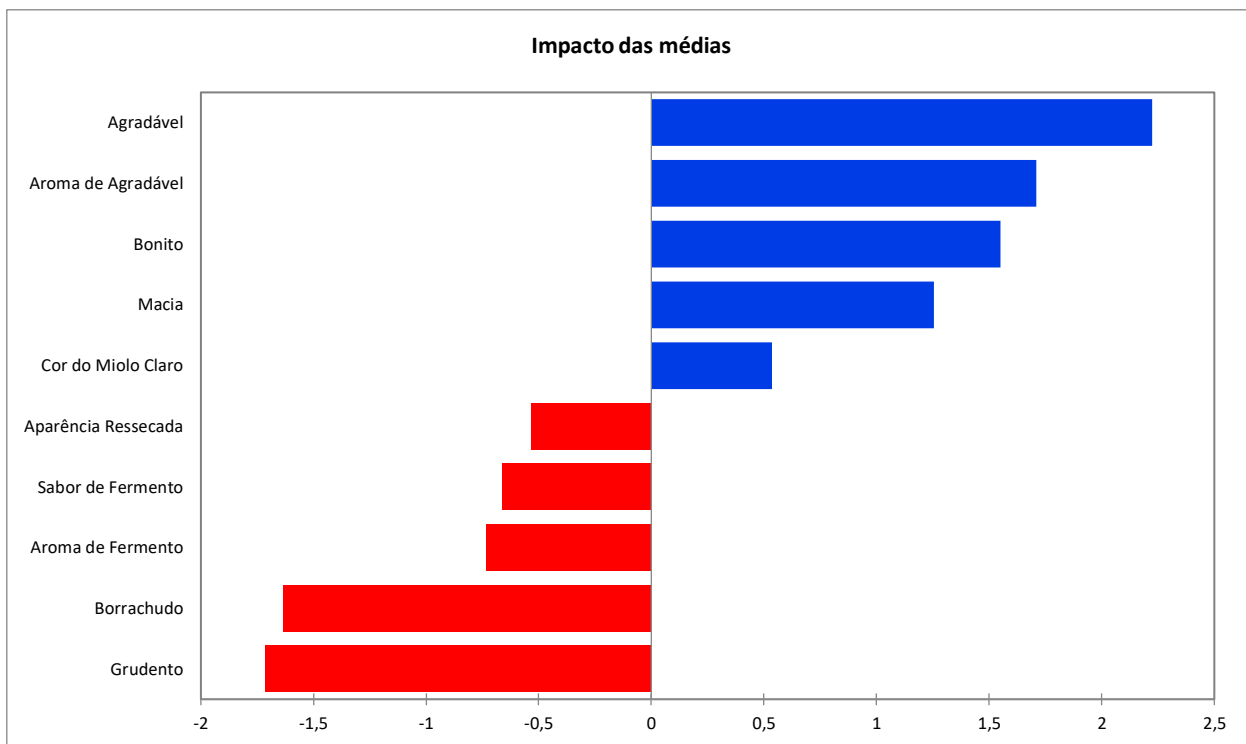


Figura 9 — Impacto dos atributos avaliados (CATA) sobre aceitação sensorial (n=110).

Na análise de composição, o pão padrão foi o que apresentou maior percentual de macro e micronutrientes, porém foi o mais pobre em fibras e amido resistente. Foi também o pão que obteve menor volume específico apresentando um miolo mais compacto. Sua dureza, inviabilizou a análise da sua textura no equipamento, sendo necessário, para essa avaliação, a substituição do controle por um pão comercial. No teste de aceitação esteve entre os pães mais bem avaliados em todos os atributos o que não ocorre com todas as adições da farinha de konjac aos demais pães. Segundo a avaliação do CATA, nos atributos aroma e sabor esse pão obteve maiores frequências para alguns descritivos, porém quando os termos avaliados estiveram relacionados a textura e aparência esse foi o pão que obteve as piores avaliações.

O pão 12,5% obteve o maior valor energético entre os pães konjac e foi classificado como rico em fibras. No teste de aceitação obteve a melhor avaliação para aparência, aroma, aceitação global entre todos os pães. Entre os pães konjac, foi o que obteve melhor avaliação no atributo "sabor". No CATA, foi considerado o pão de miolo mais claro, o mais bonito e brilhante. Seu aroma e sabor foram considerados agradáveis. Para o atributo textura, o pão 12,5% apresentou uma frequência maior para os descritivos úmida, macia e amanteigada, sendo esses, atributos desejáveis para um pão sem glúten.

Para firmeza instrumental e volume específico, as avaliações foram medianas. Na avaliação da cor de crosta instrumental obteve menores médias indicando cor menos intensa o que pôde ser comprovado pelo CATA com elevadas pontuações para cor da casca clara e miolo claro. Para textura e aceitação global as médias refletiram indiferença por parte dos consumidores. No CATA estão entre os pães mais marcados para sabor desagradável.

O pão 37,5% como todos os pães konjac, foi considerado rico em fibras devido ao percentual elevado encontrado em sua composição. Cabe elucidar que para a análise de volume específico o pão 37,5% foi o que obteve maior média, ou seja, foi o pão de maior volume. No teste de textura obteve a menor média de dureza indicando ser este o pão de maior maciez. No teste de aceitação, na avaliação do atributo textura, o pão 37,5% obteve uma das maiores médias, sua média foi menor apenas que a do pão 12,5% konjac. No CATA, também obteve a maior marcação para o atributo textura úmida juntamente com o pão 12,5% konjac, porém, para textura macia, os consumidores não tiveram uma percepção que correspondesse ao resultado obtido na avaliação instrumental.

O pão 50% apresentou o menor valor energético e a menor quantidade de macronutrientes entre todos os pães. Apesar de apresentar o segundo maior volume específico e ser um dos pães de menor dureza instrumental, foi considerado o mais grudento, um dos menos amanteigados e encontra-se entre os mais borrachudos e granulados. A cor da crosta foi a mais influenciada pela farinha proporcionando uma menor intensidade da cor. O pão 50% foi considerado o pão konjac com a crosta e miolo mais escuros. Foi o menos bonito, brilhante e o que recebeu menor frequência para aroma agradável. No teste de aceitação entre toda população estudada, foi o pão que obteve menores médias em aparência, sabor, aroma, textura e aceitação global.

5. CONCLUSÃO

A farinha do *Amorphophallus konjac* interferiu na composição e nas características sensoriais dos pães estudados. Foi observada uma relação positiva entre a farinha de konjac e o conteúdo de fibras, umidade e amido resistente. A farinha estudada também interferiu positivamente no volume específico dos pães. De forma negativa, ela influenciou na cor da crosta deixando os pães com menor saturação de cor, ou seja, mais claros.

Pode-se concluir que a adição de até 12,5% de farinha de konjac, em relação às farinhas da formulação estudada, mostrou-se viável na preparação de pães sem glúten com a formulação utilizada neste estudo. Observou-se que os atributos mais desejáveis nos pães estudados foram aroma, sabor agradável, aparência bonita e miolo claro, os quais foram encontrados no pão com 12,5% konjac. Desta forma, o estudo demonstra que é viável a utilização de farinha de konjac em maiores concentrações não sendo utilizado apenas como aditivo que auxilia na manutenção da estrutura de produtos sem glúten.

É necessário testar diferentes concentrações de farinha de konjac em outras formulações de pão sem glúten com tipos de amidos diferentes para verificar se as mesmas características são mantidas. Além disso, outros produtos podem ser desenvolvidos com farinha de konjac para avaliar sua versatilidade.

O pão 12,5% é um pão rico em fibras de acordo com a legislação brasileira, de baixo valor calórico, apresentou boa aceitação entre os públicos de avaliadores consumidores e não consumidores habituais de pães sem glúten.

Sugere-se que, mais estudos sejam conduzidos com a finalidade de avaliar o índice glicêmico desses pães, determinar o prazo de validade, e averiguar a intenção de compra dos produtos para que possam ir para o mercado consumidor.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AACC International. 2000. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists**, 10th Ed. Methods 76-13 and 76-31. The Association: St. Paul, MN.

AACC Method 32-40.01, AOAC Method 2002.02 and CODEX Method Type

AACC. **American Association of Cereal Chemists**. AACC 74-09.01: Measurement of Bread Firmness by Universal Testing Machine. Minnesota, 1999.

ABIP (Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria). **Indicadores da panificação e confeitaria brasileira em 2019**. Disponível em: <<https://www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2020/02/INDICADORES-DA-PANIFICA%C3%87%C3%83O-E-CONFEITARIA-EM-2019-1.pdf>>. Acesso em: 17 de abril de 2020.

AGUIAR, L. A. (2017). **Efeito de diferentes genótipos de sorgo sobre propriedades tecnológicas, sensoriais e texturométricas de pães de forma isentos de glúten**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. 2017. 159f. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/31061>>. Acesso em 28 de maio de 2020.

AKIN, A.P.; MILLER, R.; TAYLOR, J.; KADRI, K.; EHMKE, L. Sensory profile and quality of chemically leavened gluten-free sorghum bread containing different starches and hydrocolloids. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 99, n. 1, p. 4391-4396, 2019.

ALONSO-SANDE, M. et al. Glucomannan, a promising polysaccharide for biopharmaceutical purposes. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics**, v. 72, n. 2, p. 453-462, 2009.

ALVAREZ-MANCENIDO, F. et al. Konjac glucomannan and konjac glucomannan/xanthan gum mixtures as excipients for controlled drug delivery systems. Diffusion of small drugs. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 349, n. 1-2, p. 11-18, 2008.

ANTON, A. A., ARTFIELD, S. D. Hydrocolloids in gluten-free breads: A review. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 59, p.11 - 23, 2008.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists (2005). **Official methods of analysis of AOAC international** (18th ed.). Arlington: AOAC. 2005

AOAC. (2012). Latimer, G. W. JR. (Ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 19 th ed., Gaithersburg, Maryland: 2012.Chapter 45 Met. 985.29, v.2, p. 100-102. 2012

AOCS (2005). **Approved procedure am 5-04 rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction**. Disponível em: <<http://www.academia.edu/30938058/AOCS>>. Acesso em 07 jan 2019.

AQUINO, V. C. (2012). **Estudo da estrutura de massas de pães elaboradas a partir de diferentes processos fermentativos**. 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Tecnologia Bioquímico-farmacêutica, Universidade de São Paulo. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9133/tde-10092012-142302/publico/Mestrado_Vanessa_Cukier_de_Aquino.pdf. Acesso em 12 de novembro de 2019.

ARAÚJO, W.M.C., BOTELHO, R.B.A., PILLA, N. M., BORGIO, L. A. **Alquimia dos alimentos**. Brasília. Ed. SENAC, 2014.

ARCANJO, F. M. **Desenvolvimento e caracterização de pão sem glúten enriquecido com farinhas das raízes de maca peruana (*lepidium meyenii*), sementes de alpiste (*phalaris canariensis*) e níger (*guizotia abyssinica*)**. Dissertação de mestrado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2182/1/MD_PPGTA_M_Arcanjo%2C%20Flora%20Miranda_2017.pdf>. Acesso em: 20 de maio de 2020.

ARENDRT, E. K., MORRISSEY, A., MOORE, M.M., BELLO, F.D. In__: ARENDRT, E. K., BELLO, F.D. **Gluten-free Cereal Products and Beverages**. Elsevier, 2008. p. 289-311.

ARES, G., ETCHEMENDY, E., ANTUNEZ, L., VIDAL, L., GIMENEZ, A., JAEGER, S.R. Visual attention by consumers to check-all-that-apply questions: Insights to support methodological development. **Food Quality and Preference**, v.32, p. 210-220, 2014.

ARES, G., TÁRREGA, A., IZQUIERDO, L., JAEGER, S. R. Investigation of the number of consumers necessary to obtain stable sample and descriptor configurations from check-all-that-apply (CATA) questions. **Food Quality and Preference**, 31, 135–141, 2014.

BEHERA, S. S., RAY, R. C. Konjac glucomannan, a promising polysaccharide of *Amorphophallus konjac* K. Koch in health care. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 92, p. 942-956, 2016.

BERGAMO, L., MARINHO, V. I. S., FRANÇA, D. V. C., LIMA, A. A. O. Análise sensorial de pão sem glúten e sem caseína elaborado a partir de farinha de arroz e leite de coco. **Revista UNINGÁ**, v.32, p. 183-194, 2017.

BERTI, C., RISO, P., MONTI, L.D., PORRINI, M. In vitro starch digestibility and in vivo glucose response of gluten-free foods and their gluten counterparts. **European Journal Nutrition**, v.43, p.198–204, 2004.

BILGIN, B.; DAGLIOGLU, O.; KONYALI, M. Functionality of bread made with pasteurized whey and/or buttermilk. **Italian Journal of Food Science**, v. 18, p. 277-286, 2006.

BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. 2002. 400 p.

BOYE, J.; ZARE, F.; PLETCH, A. Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. **Food Research International**, v. 43, p. 414 -431, 2010.

BRANDÃO, S. S., LUCENA, H. (2011). **ABIP- Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria. Tecnologia de Panificação e Confeitaria**. Disponível em: https://www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2016/03/Tecnologia_de_Panificacao_e_Confeitaria.pdf, Acesso em: 21 de maio de 2020.

BRASIL, 2005. **Resolução-RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005**. Disponível em:http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html. Acesso em 08 de junho de 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**. Brasília, DF, 2014. 66p.

BRASIL. **Resolução da diretoria colegiada – RDC n. 54, de 12 de novembro de 2012**.

Disponível em:

http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864. Acesso em: 28 de maio 2020.

CABALLERO, P.A.; GÓMEZ, M.; ROSELL, C.M. Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf life by enzymes. **Journal of Food Engineering**, v. 81, p.42-53, 2007.

CANGA, G. A.; MARTÍNEZ, N. F.; SAHAGÚN, A. M.; VIEITEZ, J. J. G.; LIÉBANA, M. J. D.; PARDO, Á. P. C.; ROBLES, L. J. C.; VEGA, M. S. Glucomanano: propiedades y aplicaciones terapéuticas. **Nutricion Hospitalaria**, v. 19, p. 45-50, 2004.

CAPPA, C., LUCISANO, M., MARIOTTI, M. Influence of Psyllium, sugar beet fibre and water on gluten-free dough properties and bread quality. **Carbohydrate Polymers**, v. 98, n. 2, p. 1657-1666, 2013.

CAPRILES, V. D., ARÊAS, J. A. G. Novel Approaches in Gluten-Free Breadmaking: Interface between Food Science, Nutrition, and Health. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, p.871- 890, 2014.

CATANHO, P. T.; MACIEL, M. I. S., Avaliação dos parâmetros físicos e sensoriais de pães de forma, com 30% de produtos sucedâneos. **Higiene Alimentar**, v.19, n. 137, p. 13-20, 2005.

CHEN, H. L.; CHENG, H.C.; LIU, Y. J.; LIU, S. Y.; WU, W. T. Konjac acts as a natural laxative by increasing stool bulk and improving colonic ecology in healthy adults Nutrition. **Applied nutritional investigation**, v. 22, p. 1112–1119, 2006.

CHEN, J.; LI, J.; LI, B. Identification of molecular driving forces involved in the gelation of konjac glucomannan: Effect of degree of deacetylation on hydrophobic association. **Carbohydrate Polymers**, v. 86, n. 2, p. 865-871, 2011.

CHINELLATO, M.M. **Propriedades de mistura de mucilagens obtidas da casca do psyllium**

(Plantago psyllium l) e da semente chia (*Salvia hispanica l*). Dissertação de mestrado (2016). Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/1479/1/000222629.pdf>. Acesso em 04 de julho de 2020.

CHUA, M.; BALDWIN, T. C.; HOCKING, T. J.; CHAN, K. Traditional uses and potential health benefits of *Amorphophallus konjac* K. Koch ex N.E.Br. **Journal of Ethnopharmacology**, v.128, p. 268–278, 2010.

CHUA, M.; CHAN, K.; HOCKING, T., J.; WILLIAMS, P., A., PERRY, C. J.; BALDWIN, T. C. Methodologies for the extraction and analysis of konjac glucomannan from corms of *Amorphophallus konjac* K. Koch. **Carbohydrate Polymers**, v.87, p. 2202–2210, 2012.

COELHO, M. S., MELLADO, M.M.S. Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica* L) em alimentos. **Brazilian journal of food technology**, v. 17, n. 4, p. 259-268 2014.

CORNICELLI, M., SABA, M., MACHELLO, N., SILANO, M., NEUHOLD, S. Nutritional composition of gluten-free food versus regular food sold in the Italian market. **Digestive and Liver Disease**, v. 50, p.1305 - 1308, 2018.

CROSS, C. Gluten-free industry is healthy, but is the food? **CMAJ- Canadian Medical Association**, v. 185, n. 13, p. 1, 2013.

DAVE, V. et al. Liquid crystalline, rheological and thermal properties of konjac glucomannan. **Polymer**, v. 39, n. 5, p. 1139-1148, 1998.

DEMIRKESEN, I.; MERT, B.; SUMNU, G.; SAHIN, S. Rheological properties of gluten- free bread formulations. **Journal of Food Engineering**, v. 96, p. 295–303, 2010.

DEMIRKESEN, I.; SUMNU, G.; SAHIN, S. Quality of Gluten-Free Bread Formulations Baked in Different Ovens. **Food Bioprocess Technology**, v. 6, p.746–753, 2013.

DEORA, N. S.; DESWAL, A.; MISHRA, H. N. Functionality of alternative protein in gluten-free product development. **Food Science & Technology International**, v. 21, n. 1, p.364-379, 2014.

DIEZAK, J.D. A focus on gums. **Food Technology**, v. 45 p. 116-132, 1991.

DJORDJEVIC, M., SORONJA-SIMOVIC, D., NIKOLIC, I., DJORDJEVIC, M., SERES, Z., MILASINOVIC-SEREMESJC, M. Sugar beet and apple fibres coupled with hydroxypropylmethylcellulose as functional ingredients in gluten-free formulations: Rheological, technological and sensory aspects. **Food Chemistry**, v. 295, p. 189–197, 2019.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. 20. ed. Curitiba: Champagnat, 1996. 123 p.

ESTELLER, M. S., AMARAL, R. L., LANNES, S. C. S. Effect of sugar and fat replacers on the texture of bread goods. **Journal of Texture Studies**, v. 222, p. 383-393, 2004.

ESTELLER, M. S.; LIMA, A. C. O.; LANNES, S. C. S. Color measurement in hamburger buns with fat and sugar replacers. **European Food Research and Technology**, v. 39, p. 184-187, 2006.

EVANGELHO, J.A., PINTO, V. Z., ZAVAREZE, R. E., VANIER, L. N., DIAS, A. R. G., BARBOSA, L. M. P. B. Propriedades tecnológicas e nutricionais de pães preparados com diferentes proporções de farinha de arroz e Farinha de arroz extrusada. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 18, n.4, p. 264-282, 2012.

FAN, J. et al. In vitro evaluations of konjac glucomannan and xanthan gum mixture as the sustained release material of matrix tablet. **Carbohydrate Polymers**, v. 73, n. 2, p. 241-247, 2008.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Codex Alimentarium Commission. Codex standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten. **Codex Stan 118 – 1979**. Proposed draft revised standard for gluten-free foods, 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/pt/>>. Acesso em 29 de março de 2019.

FEIZOLLAHI, E., MIRMOGHTADAIE, L., MOHAMMADIFAR, M.A., JAZAERI, S., HADAEGH, H., NAZARI, B. LALEGANI, S. Sensory, digestion, and texture quality of

commercial gluten-free bread: Impact of broken rice flour type. **Journal of Textures Studies**, v. 49, p. 395–403, 2018.

FERNANDES, S.S. **Produção e aplicação de mucilagem de chia (*salvia hispanica l.*) em produtos alimentícios.** Dissertação de mestrado (2016). Disponível em: <https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/bdtd/0000011557.pdf>. Acesso em 04 de julho de 2020.

FIB. Gelificantes mais utilizados na indústria alimentícia. **Aditivos e Ingredientes** 2017. Disponível em: https://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201804/2018040051311001522681096.pdf > Acesso em 25 de março de 2020.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Dossiê Gelificantes. **Food Ingredients** N 27, 2013. Disponível em: https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060687052001467052192.pdf. Acesso em 25 de março de 2020.

FOSTE, M., VERHEYEN, C., JEKLE, M., BECKER, T. Fibres of milling and fruit processing by-products in gluten-free bread making: A review of hydration properties, dough formation and quality-improving strategies. **Journal Food Chemistry**, v. 306, p. 1-38, 2019.

FRANCIS, F.J. The origin of tan-1 a/b. **Journal of Food Science**, v.40, p.412, 1975.

FRANCO, V.A. **Desenvolvimento de pão sem glúten com farinha de arroz e de batata doce.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás, 2015.

FREITAS, P. C. S. **Estudo das propriedades do pão sem glúten: efeito da adição de diferentes farinhas e hidrocoloides.** Dissertação de mestrado, Instituto Politécnico de Viana do Caastelo, 2012. Disponível em: http://repositorio.ipvc.pt/bitstream/20.500.11960/2078/1/Paula_Freitas.pdf. Acesso em: 04 de julho de 2020.

GALERA, J. **Substituição parcial da farinha de trigo por farinha de arroz (*Oryza sativa* L.) na produção de “sonho” – estudo modelo.** Dissertação de mestrado - Universidade de São Paulo, 2006.

GALLAGHER, E.; GORMLEY, T. R.; ARENDT, E. K. Crust and crumb characteristics of gluten-free breads. **Journal of Food Engineering**, v. 56, p.153-161, 2003.

GARDA, M.R., ALVAREZ, M.S., LATTANZIO, M.B., FERRARO C., COLOMBO, M.E. Rol de los hidrocoloides de semillas de chía y lino em la optimización de panificados libres de gluten. **Diaeta**, v. 30, n. 240, p. 31-38, 2012.

GENEVRO, G. M. **Desenvolvimento de materiais microestruturados a partir de biopolímeros para obtenção de curativos de alto desempenho.** 2017. 110 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas, SP. 2017.

GIANNOU, V., TZIA, C. Frozen dough bread: quality and textural behavior during prolonged storageprediction of final product characteristics. **Journal Food Engineering**, v. 79, n. 3, p. 929-934, 2007.

GILLE, S., CHENG, K., SKINNER, M. E., LIEPMAN, A. H., WILKERSON, C. G., PAULY, M. Deep sequencing of voodoo lily (*Amorphophallus konjac*): an approach to identify relevant genes involved in the synthesis of the hemicellulose glucomannan. **Planta**, v. 234, n. 3, p. 515-526, 2011.

GOESAERT, H.; BRIJS, K.; VERAVERBEKE, W. S.; COURTIN, C. M.; GEBREUS, K.; DELCOUR, J.A. Wheat flour constituents: how they impact bred quality, and how to impact impact their functionality. **Trends in Food Science and Technology**, v.16, p.12-30, 2005.

GOESAERT, H.; SLADE, L.; LEVINE, H.; DELCOUR, J. A. Amylases and bread firming – an integrated view. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 345-352, 2009.

GOMEZ, B.; MÍGUEZ, B.; YÁNEZ, R.; ALONSO, J.L. Manufacture and Properties of Glucomannans and Glucomanno oligosaccharides Derived from Konjac and Other Sources. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, p. 2019–2031, 2019.

GRAGNANI, M. A. L. **Produção e avaliação de pão de forma com triticale e enzima transglutaminase microbiana**. 180 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

GUNNESS, P.; GIDLEY, M. J. Mechanisms underlying the cholesterol-lowering properties of soluble dietary fibre polysaccharides. **Food & Function**, v. 2, p.149-155, 2010.

GUSMÃO, T.A.S. **Desenvolvimento de pão de forma sem glúten com farinha de arroz vermelho, enzima transglutaminase microbiana e prebiótico: avaliação tecnológica, sensorial e armazenabilidade**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande, 2017. 284p.

HAGER, A. S., ARENDT, E. K. Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat. **Food Hydrocolloids**, v. 32, p. 195-203, 2013.

HATTA, E.; MATSUMOTO, K.; HONDA, Y. Bacillolysine, papain, and subtilisin improve the quality of gluten-free rice bread. **Journal of Cereal Science**, v. 61, p. 41-47, 2015.

HERCULANO, L. F. L., SILVA, M.F.R., PONTES, E.R., OLIVEIRA, M.N., PONTES, D.F. Influência dos hidrocolóides de chia e linhaça na textura de pães tipo forma. **Encontros Universitários da UFC**, v.3, p. 2346, 2018.

HORSTMANN, S. W., BELZ, M.C.E., HEITMANN, M., ZANNINI, E., ARENDT, E.K. Fundamental Study on the Impact of Gluten-Free Starches on the Quality of Gluten-Free Model Breads. **Foods**, v. 5, n. 2, p. 1-12, 2016.

HORSTMANN, W., FOSCHIA, M., ARENDT, E. K. Correlation analysis of protein quality characteristics with gluten-free bread properties. **Food & Function**, v. 8, n. 7, p. 2465-2474, 2017.

HOSSEINI, S.M., SOLTANIZADEH, N., MIRMOGHATAEE, P., BANAVAND, P., MIRMOGHATAIE, L., SHOJAEE-ALIABADI. S. Gluten-free products in celiac disease:

Nutritional and technological challenges and solutions. **Journal of Research in Medical Sciences**, 2018.

HOUBEN, A., HOCHSTTER, A., BECKER, T. Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview. **European Food Research Technology**, v. 235, p. 195–208, 2012.

HUERTA, K.M. **Utilização de farinha de chia (*Salvia Hispânica L.*) na elaboração de pão sem Glúten sem adição de goma e gordura**. Dissertação de mestrado (2015), Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5778/HUERTA%2c%20KATIRA%20DA%20MOTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 04 de julho de 2020.

IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009**. Despesas, rendimentos e condições de vida. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011.

IBM Corp. Released 2015. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico químicos para análise de alimentos** (2008). Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoobromatologia/files/2013/07/NormasADOLFOLUTZ.pdf> Acesso em: 07 de janeiro de 2019.

IZIDORO, D. R., SCHEER, A. P., NEGRE, M. F. O., HAMINIUK, C. W. I., SIERAKOWSKI, M-R. Physical-chemical, colorimetric and sensorial characteristics of the emulsion formulation stabilized with green (unripe) banana pulp. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 67, n.3, 167-176, 2008.

JACOMINO, A. P., MENDONÇA, K., KLUGE, R. A. Armazenamento refrigerado de limões “Siciliano” tratados com etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 45–48, 2003.

JAMIESON, J.A., WEIR, M., GOUGEON, L. Canadian packaged gluten-free foods are less nutritious than their regular gluten-containing counterparts. **PeerJ**, v. 6, n. 23, p. 1-12, 2018.

JI, L.; XUE, Y.; LI, D. F. Z.; XUE, C. Morphology and gelation properties of Konjac Glucomannan: Effect of Microwave Processing. **International Journal of Food Properties**, v. 20, p. 3023–3032, 2016.

KAWAMURA-KONISHI, Y.; SHODA, K.; KOGA, H., HONDA, Y. Improvement in gluten-free rice bread quality by protease treatment. **Journal of Cereal Science**, v. 58, p. 45–50, 2013.

KEITHLEY, J.; SWANSON, B. Glucomannan and obesity: a critical review. **Alternative therapies**, v. 11, p. 30-34, 2005.

KOK, M., S.; ABDELHAMEED, A.S.; ANG, S.; MORRIS, G.A.; HARDING, S.E. A novel global hydrodynamic analysis of the molecular flexibility of the dietary fibre polysaccharide konjac glucomannan. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p. 1910-1917, 2009.

KORUS, J., WITCZAK, T., ZIOBRO, R., JUSZCZAK, L., Linhaça (*Linum usitatissimum* L.) mucilagem como um novo agente formador de estrutura em pão sem glúten. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, p. 1-29, 2015.

LAI, H. M., LIN, T.C. Bakery products. In___: HUI, Y. H. **Handbook of Food Science, Technology and Engineering**. Boca Raton: FL, Taylor & Francis, 2005, v. 4, cap. 148, p. 1- 52.

LARRETXI, I., CHURRUCA, I., NAVARRO, V., MIRANDA, J., LASA, A., BUSTAMANTE, M.A. SIMON, E. Impact of analytically measured fiber and resistant starch from gluten free products on celiac peoples diet. **Journal Pre-proof** ,v. 70, p. 1-22, 2019.

LERMA, J. C., ESCOBAR, P. C., BARONA, S. M., FERRER, V. F., DONAT, E., KONINCKX, C. R. Differences in the macronutrient and dietary fibre profile of gluten-free products as compared to their gluten-containing counterparts. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 73, n. 6, p. 930-936, 2019.

LI, B.; XIA, J.; WANG, Y.; XIE, B. J. Grain-size effect on the structure and antiobesity activity of konjac flour. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 7404–7407, 2005.

LITTLE, A. A research note off on a tangent. **Journal of Food Science**, v.40, n.2, p.410-411, 1975.

LIU, P.Y., ZHANG, S.L., ZHU, G.H., CHEN, Y., OUYANG, H.X. & HAN, M. Professional standard for the classification, requirements and test methods of konjac flour, Technical Report NY/T 494. Chinese Ministry of Agriculture, Sichuan, 167 p, 2002.

LIU, X., MU, T., SUN, H., ZHANG, M., CHEN, J., FAUCONNIER, M.L. Effect of ingredients on the quality of gluten-free steamed bread based on potato flour. **Journal of Food Science and Technology**, v.56, p. 2863–2873, 2019.

MACEDO, J. A.; SATO, H. H. Propriedades e aplicações da transglutaminase microbiana em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v.16, p. 413-419, 2005.

MAIA-LANDIN, A. M.; RAMÍREZ, J. M.; LANCHO, C.; POBLADOR, M.S.; LANCHO, J.L. Long-term effects of Garcinia cambogia/ Glucomannan on weight loss in people with obesity, PLIN4, FTO and Trp64Arg polymorphisms. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 18, p.1-9, 2018.

MANCEBO, C. M.; SAN, M. M. A.; MARTINEZ, M. M.; GOMEZ, M. Optimisation of rheological properties of gluten-free doughs with HPMC, psyllium and different levels of water. **Journal of Cereal Science**, v.61, p. 8-15, 2015.

MANOUKIAN, E. B. **Mathematical nonparametric statistics**. New York, NY: Gordon & Breach, 1986.

MASKAN, M. Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying. **Journal of Food Engineering**, v. 48, n. 2, p. 169-175, 2001.

MCLELLAN, M.R.; LIND, L.R.; KIME, R.W. Hue angle determinations and statistical analysis for multi-quadrant Hunter L, a, b data. **Journal of Food Quality**, v. 18, n. 3, p. 235-240, 1995.

MELO, A. R. (2015). **Utilização de farinha de quinoa no desenvolvimento de pães sem glúten**. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/127826>, Acesso em: 20 de maio de 2020.

MESSA, S.; NABESHIMA, E.H.; MONTENEGRO, F.M.; CRUZ, C.L.C.V. **Estudo da obtenção de pães de forma sem glúten à base de derivados de mandioca**. In____: 11°

Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica , Campinas, 2017. Disponível em: <http://www.ciic.net.br/resumo2017/ITAL/RE17243.pdf> , Acesso em 21 de maio de 2019.

MEYNER, M., CASTURA, J. C., CARR, B. T. Existing and new approaches for the analysis of CATA data. **Food Quality and Preference**, v.30, n. 2, p. 309–319, 2013.

MIÑARRO, B.; ALBANELL, E.; AGUILAR, N.; GUAMIS, B.; CAPELLAS, M. Effect of legume flours on baking characteristics of gluten-free bread. **Journal of Cereal Science**, v. 56, n. 2, p. 476–481, 2012.

MOORE, M. M.; SCHOBERT, T. J.; DOCKERY, P.; ARENDT, E. K. Textural comparison of gluten-free and wheat-based doughs, batters and breads. **Cereal Chemistry**, v. 81, p. 567-575, 2004.

MOORE, M.M.; HEINBOCKEL, M.; DOCKERY, P.; ULMER, H.M.; ARENDT, E.K. Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase. **Cereal Chemistry**, v. 83, p. 28-36, 2006.

MORAES, C., BORGES, N., MAFRA D. Resistant starch for modulation of gut microbiota: Promising adjuvant therapy for chronic kidney disease patients? **European Journal of Nutrition**, v. 55, p. 1813-1821, 2016.

MOSKOWITZ, H.R. **Product testing and sensory evaluation of foods: marketing and R & D approaches**. Westport, Food & Nutrition Press, 1993.

NAKAMURA, R.; TESHIMA, Y.; MIURA, M.; KONISHI, F. Effect of Adding Glucomannan on the Rheological Properties, Sensory Characteristics and Staling of Gluten-free Rice Bread. **Journal of the Japanese Society of Home Economics**, v. 67, p. 141-150, 2016.

NASCIMENTO, A. B., FIATES, G. R. M., ANJOS, A., TEIXEIRA, E. Availability, cost and nutritional composition of gluten-free products. **British Food Journal**, v. 116, p. 1842–1852, 2013.

NASCIMENTO, D. L. B.; MACIEL, M., I., S.; ANDRADE, R., M., P. **Avaliações físico-químicas e sensoriais de produtos de panificação com farinha de feijão caupi torrado.** In: ____ XIII jornada de ensino, pesquisa e extensão –JEPEX – UFRPE, 2013.

NGEMAKWE, P.H.; ROES-HILL, M.L.; JIDEANI, V.A. Advances in gluten-free bread technology. **Food Science and Technology International**, v. 21, n.4, p. 256–276, 2014.

NICOLAE, A.; RADU, G.L.; BELC, N. Effect of sodium carboxymethylcellulose on gluten-free dough rheology. **Journal Food Engineering**, v. 168, p. 16–19, 2016.

NISSEN, L.; BORDONI, A.; GIANOTTI, A.; Shift of Volatile Organic Compounds (VOCs) in Gluten-Free Hemp-Enriched Sourdough Bread: A Metabolomic Approach. **Nutrients**, v. 12, p. 1-19, 2020.

NOBRE, M. F. N. **Produção de pão a partir de farinhas estremes de aveia.** Dissertação (Mestrado em engenharia Alimentar) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2013.

OLIVEIRA, F.C., COIMBRA, J.S.R., EDUARDO BASÍLIO DE OLIVEIRA, E. B., ZUNIGA, A.D.G., ROJAS, E.E.G. Food Protein-Polysaccharide Conjugates obtained via the Maillard Reaction: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, n. 7, p. 1108-25, 2015.

PALABIYIK, I.; YILDIZ, O.; TOKER, O. S.; CAVUS, M.; CEYLAN, M. M.; YURT, B. Investigating the addition of enzymes in gluten-free flours-The effect on pasting and textural properties. **Lebensmittel- Wissenschaft + Technologie**, v. 69, p. 633-641, 2016.

PARRY, J. M. In____: IMESON, A. **Food stabilisers, thickeners and Gelling Agents.** New Delhi: Blackwell, 2010. p. 216-234.

PELEGRINI, N., AGOSTONI, C. Nutritional aspects of gluten-free products. **Journal of the Science of Food Agriculture**, v. 95, p. 2380–2385, 2015.

PSZCZOLA, D. E. The rise of gluten-free. **Food Technology**, v. 66, p. 55-66, 2012.

QUEIROZ, M. B.; NABESHIMA, E. H. **Naturalidade e Autenticidade**. In____: Brasil Bakery & Confectionery Trends 2020. cap. 8, p. 158-195, 2014.

RAHAIE, S. et al. Recent developments on new formulations based on nutrient-dense ingredients for the production of healthy-functional bread: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, p. 2896-2906, 2012.

RENZETTI, S.; ARENDT, E.K. Effect of protease treatment on the baking quality of brown rice bread: from textural and rheological properties to biochemistry and microstructure. **Journal of Cereal Science**, v. 50, p. 22-28, 2009.

RENZETTI, S.; DAL BELLO, F.; ARENDT, E. K. Impact of transglutaminase on the microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads made from different gluten-free flours. **Journal of Cereal Science**, v. 48, n. 1, p. 33-45, 2008.

RENZETTI, S.; ROSELL, C.M., Role of enzymes in improving the functionality of proteins in non-wheat dough systems. **Journal of Cereal Science**, v. 67, p. 35-45, 2015.

RIBEIRO, P., MORAIS, T. B., COLUGNATI, F. A. B., SIGULEM, D. M. Tabelas e composição química de alimentos: análise comparativa com resultados laboratoriais. **Revista Saúde Pública**, v. 37, n. 2, p. 216-225, 2003.

RIEMSDIJK, L. E., GOOT, A. J., HAMER, R. J. & BOOM, R. M. Preparation of gluten-free bread using a meso-structured whey protein particle system. **Journal of Cereal Science**, v. 53, p. 355-361, 2011.

RIOS, M. B., IRIONDO-DEHOND, A., IRIONDO-DEHOND, M., HERRERA, T., VELASCO, D., GOMEZ-ALONSO, S., CALLEJO, M. J. & CASTILLO, M., D. Effect of coffee cascara dietary fiber on the physicochemical, nutritional and sensory properties of a gluten-free bread formulation. **Molecules**, v. 25, n. 1358, p. 1-16, 2020.

ROMAN, L., BELORIO, M. & GOMEZ, M. Gluten-Free Breads: The Gap Between Research and Commercial Reality. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 18, p. 690–702, 2019.

SABANIS, D., LEBESI, C., TZIA, C. Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread, **Food Science and Technology**, v. 42, p. 1380–1389, 2009.

SANDRI, L. T. B.; SANTOS, F. G.; FRATELLI, C.; CAPRILES, V. D. Development of gluten-free bread formulations containing whole chia flour with acceptable sensory properties. **Food Science & Nutrition**, v. 05, p. 1021-1028, 2017.

SAUERESSIG, A. L. C., KAMINSKI, T. A., ESCOBAR, T. D. Inclusion of dietary fiber in gluten-free breads. **Brasilian Journal Food Technology**, v. 19, n. e2014045, p. 1-8, 2016.

SAWAYA, A.L., FILGUEIRAS, A. "Abra a Felicidade"? Implicações para o vício alimentar. **Estudos Avançados**, v. 27, n. 78, p. 51-70, 2013.

SCHEWER, P. M.; HELLMANN, R. M. (2014) **Equipamentos e utensílios para panificação e confeitaria**. Disponível em: <<https://www.ifsc.edu.br/documents/30701/523474/panificacao.pdf/3cecfb0b-9d70-be73-e4a8-c402890255e8>>. Acesso em 10 de maio de 2019.

SHAH, B. R.; LI, B.; WANG, L.; LIU, S.; LI, Y.; WEI, X.; WEIPING, J.; ZHENSHUN, L. Health benefits of konjac glucomannan with special focus on diabetes. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, v. 5, n. 1, p. 179–187, 2015.

SHIBAO, J., BASTOS, D.H.M. Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde. **Revista de Nutrição**, v. 24, n. 6, p. 895-904, 2011.

SMERDEL, B.; NOVOTNI, D.; CUKELJ, N.; BENKOVIC, M.; CURIC, D. Improvement of gluten-free bread quality using transglutaminase, various extruded flours and protein isolates. **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 51, p. 242–253, 2012.

STATISTA. **Global gluten-free food market value from 2019 to 2025 (in billion U.S. dollars)**. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/248467/global-gluten-free-food-market-size/>>. Acesso em 15 de março de 2020.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. 3 ed. Boston: Elsevier Academic Press, 1993, 377p.

TAKIGAMI, S. **Konjac Mannan**. In____: PHILLIPS, G. O., WILLIAMS P. A. Handbook of Hydrocolloids. 2nd edition, Japan: **Woodhead Publishing Series in Food Science**, 2009, Cap. 32, p. 889-901.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 366, p. 1-14, 2009.

TRUMBO, P., SCHLICKER, S., YATES, A.A., POOS, M. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. **Journal American Dietetic Association**, v. 102, n. 11, p. 1621-1630, 2002.

TURKUT, G. M., CAKMAK, H., KUMCUOGLU, S., TAVMAN, S. Effect of quinoa flour on gluten-free bread batter rheology and bread quality. **Journal of Cereal Science**, v. 69, p. 174–181, 2016.

USDA - United States Department of Agriculture. Amorphophallus konjac (Araceae). Disponível em: <https://phytochem.nal.usda.gov/phytochem/plants/show/120?qlookup=&offset=100&max=20&et> = Acesso em: 23 de março de 2018.

UTPOTT, M. **Utilização da mucilagem da chia (*Salvia hispânica L.*) na substituição da gordura e/ou gema de ovo em maionese**. 2012. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/72798>. Acesso em: 04 de julho de 2020.

VALLONS, K.; RYAN, L.; KOEHLER, P.; ARENDT E. High pressure–treated sorghum flour as a functional ingredient in the production of sorghum bread. **European Food Research Technology**, v. 231, p. 711-771, 2010.

VAN OORT, M. **Enzymes in food technology – introduction**. In____: WHITEHURST, R.H.; VAN OORT, M. Enzymes in Food Technology. 2nd edition, Singapore: Wiley-Blackwell, 2010, Cap. 1, p. 1 – 17.

VIVAS, B. M., **Development of gluten-free bread formulations.** (Tese Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona, 2013.

WANG, K.; LU, F.; LI, Z.; ZHAD, L., HAN, C. Recent developments in gluten-free bread baking approaches: a review. **Food Science Technology**, v.37, p.1-9, 2017.

WANG, S. H.; CABRAL, L. C.; ARAUJO, F. B.; MAIA, L. H. Características sensoriais de leites de soja reconstituídos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 467-472, 1999.

WEBER, F. H., QUEIROZ, P. F.C., CHANG, Y. K. Caracterização Físico-química, Reológica, Morfológica e Térmica dos Amidos de Milho Normal, Ceroso e com Alto Teor de Amilose. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 748-753, 2009.

WHITEHURST, R. J.; VAN OORT, M. **Enzymes in Food Technology.** 2. ed. Wiley- Blackwell, 2009. 384p.

WU, J.; LIU, X.; DIAO, Y.; DING, Z.; HU, Z. Authentication and characterization of a candidate antagonistic bacterium against soft rot of *Amorphophallus konjac*. **Crop Protection**, v.3, p.83-87, 2012.

XIAO, M.; DAI, S.; WANG, L.; NI, X.; YAN, W.; FANG, Y.; CORKE, H.; JIANG, F. Carboxymethyl modification of konjac glucomannan affects water binding properties. **Carbohydrate Polymers**, v. 130, p. 1–8, 2015.

YANG, D.; YUAN, Y.; WANG, L.; WANG, X.; MU, R.; PANG, J.; ZHENG, Y. A Review on Konjac Glucomannan Gels: Microstructure and Application. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 18, p. 22-50, 2017.

ZANDONADI, R. P.; BOTELHO, R. B. A.; ARAÚJO, W. M. C. Psyllium as a Substitute for Gluten in Bread. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 109, p. 1781–1784, 2009.

ZANDONADI, R., P. *Psyllium* como substituto de glúten. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, 2006. Disponível em:<<https://repositorio.unb.br/handle/10482/19297?mode=full>>. Acesso em: 03 de julho de 2020.

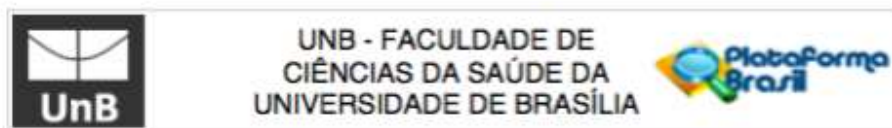
ZARAGOZA, E.F; NAVARRETE, M.J.R.; ZAPATA E. S.; ÁLVAREZ, J.A.P. Resistant starch as functional ingredient: A review. **Food Research International**, v. 43, p. 931-42, 2010.

ZELADA, C.R.E., CADAVEZ, V., TEIXEIRA, J.A., BARRON, U. G. Optimization of Quality Properties of Gluten-Free Bread by a Mixture Design of Xanthan, Guar, and Hydroxypropyl Methyl Cellulose Gums. **Foods**, 8(1),1-23, 2019.

ZHONG, L.; ERXI, L.; CHAOZHU, Y.; SURONG, J.; YING, D.; ZHONGLI, H. High embryogenic ability and regeneration from floral axis of *Amorphophallus konjac* (Araceae). **Open Life Science**, v. 12, p. 34–41, 2017.

7. ANEXO

8.1 PARECER COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



Continuação do Parecer: 3.192.109

Outros	Encaminhamento.doc	25/06/2018 15:13:35	FERNANDA LAIGNIER GONCALVES	Aceito
Outros	TESTEDEACEITABILIDADE.doc	25/06/2018 15:10:07	FERNANDA LAIGNIER GONCALVES	Aceito
Outros	FICHATECNICADEPREPARACAO.doc	25/06/2018 15:09:20	FERNANDA LAIGNIER GONCALVES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	25/06/2018 15:03:35	FERNANDA LAIGNIER GONCALVES	Aceito
Outros	ENCAMINHAMENTO.pdf	28/05/2018 19:49:34	FERNANDA LAIGNIER GONCALVES	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMO.pdf	28/05/2018 19:48:11	FERNANDA LAIGNIER GONCALVES	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	09/05/2018 10:57:36	FERNANDA LAIGNIER GONCALVES	Aceito
Outros	LATTESFERNANDA.pdf	09/05/2018 10:50:57	FERNANDA LAIGNIER GONCALVES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BRASÍLIA, 12 de Março de 2019

Assinado por:
Marie Togashi
(Coordenador(a))

8. APÊNDICES

A- Laudos emitidos pelo fabricante das farinhas de konjac utilizadas na preparação de pães sem glúten desse estudo.




CERTIFICADO DE ANÁLISE

Ítem:	Glutomatina Pó 70%	Data de Análise:	15-08-2018
Lote Interno:	18F13-8022-034221	Lote Fabricante:	MW01180308-0008
Data de Fabricação:	05-03-2018	Data de Validade:	24-03-2021
Origem:	China	Procedência:	Hong Kong
Condições de Armazenamento:	Temperatura Ambiente	Ordem de Frecionamento:	034221

DCI:		DCI:	
CAS:	87220-17-0	Peso Molecular:	
Formula Molecular:			
Observações:	Parte Utilizada:	Nome Científico:	Konjac

Testes	Especificações	Resultados	Unidade	Referências
Densidade	Pó quase branco a branco leitoso	Conforme		Fabricante
Odor	Konjac	Conforme		Fabricante
Granulometria	Malha 40	Conforme		Fabricante
Granulometria	Malha 120	Conforme		Fabricante
Umidade	≤ 12	8,7	%	Fabricante
pH	5,5 - 7,0	5,3		Fabricante
cinzas	≤ 5	4,0	%	Fabricante
Chumbo	≤ 5,0	0,3	mg/kg	Fabricante
Ársenic	≤ 5	0,0	mg/kg	Fabricante
Dióxido de Enxofre	≤ 2	1,70	µg/g	Fabricante
Viscosidade	≥ 10000	10000	mPa.s	Fabricante
Glutomatina	≤ 70	70,8	%	Fabricante
Testes Microbiológicos				
Contagem Total de Bactérias	≤ 1000	Conforme	UFC/g	Fabricante
Fungos e Leveduras	≤ 100	Conforme	UFC/g	Fabricante
Escherichia coli & Salmonella	Sómente negativos	Conforme		Fabricante

Reservados todos os direitos reservados ao Laboratório de Controle de Qualidade (LQ) (LQ) FARMACÉUTICOS FARMACÉUTICOS LISA, S. de Angola. Todos os resultados contêm controle de qualidade de laboratório.

Conclusão:

Aprovado	(X)
Reprovado	()




CERTIFICADO DE ANÁLISE

Ítem:	Glutomatina Pó 70%	Data de Análise:	15-08-2018
Lote Interno:	18F13-8022-034221	Lote Fabricante:	MW01180308-0008
Data de Fabricação:	05-03-2018	Data de Validade:	24-03-2021
Origem:	China	Procedência:	Hong Kong
Condições de Armazenamento:	Temperatura Ambiente	Ordem de Frecionamento:	034221

DCI:		DCI:	
CAS:	87220-17-0	Peso Molecular:	
Formula Molecular:			
Observações:	Parte Utilizada:	Nome Científico:	Konjac



Farmacêutico Responsável
Marta Paula de Sousa
CNPJ nº 07.111.284
Nº de Inscrição Estadual



Farmacêutico Responsável
Marta Paula de Sousa
CNPJ nº 07.111.284
Nº de Inscrição Estadual

Fim do Documento



CERTIFICADO DE ANÁLISE

Insumo:	Glucmannan Po 70%	Data de Análise:	15-06-2018
Lote Interno:	18F13-B022-034226	Lote Fabricante:	MW20180305-3500
Data de Fabricação:	05-03-2018	Data de Validade:	04-03-2021
Origem:	China	Procedência:	Hong Kong
Condições de Armazenamento:	Temperatura Ambiente	Ordem de Fracionamento:	034226

DCB:	-	DCI:	-
CAS:	37220-17-0	Peso Molecular:	-
Fórmula Molecular:	-		
Observações:	Parte Utilizada:	Bloco raiz:	Nome Científico: Konjac

Testes	Especificações	Resultados	Unidade	Referências
Descrição	Pó quase amarelo a branco leitoso	Conforme		Fabricante
Odor	Konjac	Conforme		Fabricante
Granulometria	Malha 40	Conforme		Fabricante
Granulometria	Malha 120	Conforme		Fabricante
Umidade	≤ 12	9,7	%	Fabricante
pH	5,0 - 7,0	6,5		Fabricante
Cinzas	≤ 5	4,0	%	Fabricante
Chumbo	≤ 0,8	0,5	mg/kg	Fabricante
Ársênio	≤ 3	2,0	mg/kg	Fabricante
Dióxido de Enxofre	≤ 2	1,72	g/kg	Fabricante
Viscosidade	> 12000	13000	mPa.s	Fabricante
Glucmannan	≥ 70	71,6	%	Fabricante
Testes Microbiológicos				
Contagem Total de Bactérias	< 1000	Conforme	UFC/g	Fabricante
Fungos e Leveduras	< 100	Conforme	UFC/g	Fabricante
Escherichia coli & Salmonella	Gênero feminino	Conforme		Fabricante

*Resultados obtidos em análises realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade SM EMPREENDIMENTOS FARMACÉUTICOS LTDA. E os demais foram transcritos conforme certificado de análise do fabricante.

Conclusão:

Aprovado (X)
Reprovado ()



CERTIFICADO DE ANÁLISE

Insumo:	Glucmannan Po 70%	Data de Análise:	15-06-2018
Lote Interno:	18F13-B022-034226	Lote Fabricante:	MW20180305-3500
Data de Fabricação:	05-03-2018	Data de Validade:	04-03-2021
Origem:	China	Procedência:	Hong Kong
Condições de Armazenamento:	Temperatura Ambiente	Ordem de Fracionamento:	034226

DCB:	-	DCI:	-
CAS:	37220-17-0	Peso Molecular:	-
Fórmula Molecular:	-		
Observações:	Parte Utilizada:	Bloco raiz:	Nome Científico: Konjac

Farmacêutico Responsável
Julio Paulo Santos Mendes
CPF-GO: Nº 7.355
Regon Services Brasil

Julio Paulo Santos Mendes
Farmacêutico Responsável
Luiza C. de O. Costa
CPF-SP: Nº 74.121
Via Farma
SAC: (11) 4785-5643



CERTIFICADO DE ANÁLISE

Insumo:	Glucomanan Po 70%	Data de Análise:	03-02-2018
Lote Interno:	18A23-B021-026487	Lote Fabricante:	MW20171011-1750
Data de Fabricação:	11-10-2017	Data de Validade:	10-10-2020
Origem:	China	Procedência:	Hong Kong
Condições de Armazenamento:	Temperatura Ambiente	Ordem de Fracionamento:	026487

DCB:	-	DCI:	-
CAS:	37220-17-0	Peso Molecular:	-
Fórmula Molecular:	-		

Testes	Especificações	Resultados	Unidade	Referências
Descrição	Pó quase amarelo a branco leitoso	Conforme		Fabricante
Odor	Konjac	Conforme		Fabricante
Granulometria	Malha 40	Conforme		Fabricante
Granulometria	Malha 120	Conforme		Fabricante
Umidade	≤ 12	9,8	%	Fabricante
pH	5,0 - 7,0	5,5		Fabricante
Cinzas	≤ 5	4,0	%	Fabricante
Chumbo	≤ 0,8	0,5	mg/kg	Fabricante
Arsênio	≤ 3	2,0	mg/kg	Fabricante
Dióxido de Enxofre	≤ 2	1,72	g/kg	Fabricante
Viscosidade	> 12000	13500	mPa.s	Fabricante
Glucomanan	≥ 70	71,8	%	Fabricante
Testes Microbiológicos				
Contagem Total de Bactérias	< 1000	Conforme	UFC/g	Fabricante
Fungos e Leveduras	< 100	Conforme	UFC/g	Fabricante
Escherichia coli & Salmonella	Gênero feminino	Conforme		Fabricante

* Resultados obtidos em análises realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade SM EMPREENDIMENTOS FARMACÊUTICOS LTDA. E os demais foram transcritos conforme certificado de análise do fabricante.

Conclusão:

Aprovado (X)
 Reprovado ()


B- Fichas técnicas

Ficha técnica do pão sem glúten 0% konjac:

Ingredientes	Peso Bruto(g)	Peso Líquido(g)	Fc	Per Capita(g)	Custo Total (R\$)	Modo de preparo
Farinha de Konjac	0	0	1,00	0	0	<p>Regenerar o fermento biológico seco por 10 minutos de pré-fermentação na temperatura de 37 °C a 43 °C em água e açúcar. Em um recipiente a parte, misturar a fécula de batata, a farinha de arroz, o sal, e o açúcar. Adicionar a água morna junto com o óleo e posteriormente o ovo. Por último adicionar o fermento levedado e sovar bem. Quando a mistura ficar homogênea deixar descansar por 50 minutos, logo após, realizar a segunda sova, modelar, colocar em forma previamente untada com óleo e levar para assar em forno pré-aquecido a 180 °C. Deixar esfriar, retirar da assadeira e servir.</p> <p>* Depois de preparados os pães foram congelados para serem assados no momento das análises.</p>
Fécula de Batata	90	90	1,00	6,43	1,79	
Farinha de Arroz	200	200	1,00	14,29	1,53	
Açúcar cristal	25	25	1,00	1,79	0,05	
Sal	8,0	8,0	1,00	0,57	0,01	
Água	0	0	1,00	0	0	
Óleo	48	48	1,00	3,43	0,34	
Ovo	95,6	86	1,11	6,14	0,86	
Fermento Biológico Fresco	4,35	4,35	1,00	0,31	0,05	
Açúcar cristal	9,0	9,0	1,00	0,64	0,02	
Água morna	100	100	1,00	7,14	0	
Total	570,35 g				4,65	
<p>Valor energético total (VET): 1.645 kcal Valor energético por porção: 117 kcal</p>						
<p>Fator de Cocção: 0,83 Rendimento: 473g (14 pães) Porção: 1 pão com aproximadamente 33 g</p>						



Ficha técnica do pão sem glúten 12,5% konjac:

Ingredientes	Peso Bruto(g)	Peso Líquido(g)	Fc	Per Capita(g)	Custo Total (R\$)	Modo de preparo
Farinha de Konjac	41,42	41,42	1,00	1,88	6,95	<p>Regenerar o fermento biológico seco por 10 minutos de pré-fermentação na temperatura de 37 °C a 43 °C em água e açúcar. Em um recipiente a parte, misturar a farinha de konjac, fécula de batata, a farinha de arroz, o sal, e o açúcar. Adicionar a água morna junto com o óleo e posteriormente o ovo. Por último adicionar o fermento levedado e sovar bem. Quando a mistura ficar homogênea deixar descansar por 50 minutos, logo após, realizar a segunda sova, modelar, colocar em forma previamente untada com óleo e levar para assar em forno pré aquecido a 180 °C. Deixar esfriar, retirar da assadeira e servir.</p> <p>* Depois de preparados os pães foram congelados para serem assados no momento das análises.</p>
Fécula de Batata	90	90	1,00	4,09	1,79	
Farinha de Arroz	200	200	1,00	9,09	1,53	
Açúcar cristal	25	25	1,00	1,13	0,05	
Sal	8,0	8,0	1,00	0,36	0,01	
Água	280	280	1,00	12,7	0	
Óleo	48	48	1,00	2,18	0,34	
Ovo	95,6	86	1,11	3,91	0,86	
Fermento Biológico Fresco	4,97	4,97	1,00	0,23	0,06	
Açúcar cristal	9,0	9,0	1,00	0,41	0,02	
Água morna	100	100	1,00	4,55	0	
Total	892,39g				11,61	
<p>Valor energético total (VET): 1.726 kcal Valor energético por porção: 78 kcal</p>						
<p>Fator de Cocção: 0,80 Rendimento: 714g (22 pães) Porção: 1 pão com aproximadamente 32 g</p>						

Ficha técnica do pão sem glúten 25% konjac:

Ingredientes	Peso Bruto(g)	Peso Líquido(g)	Fc	Per Capita(g)	Custo Total (R\$)	Modo de preparo
Farinha de Konjac	96,66	96,66	1,00	3,22	16,22	<p>Regenerar o fermento biológico seco por 10 minutos de pré-fermentação na temperatura de 37 °C a 43 °C em água e açúcar. Em um recipiente a parte, misturar a farinha de konjac, fécula de batata, a farinha de arroz, o sal, e o açúcar. Adicionar a água morna junto com o óleo e posteriormente o ovo. Por último adicionar o fermento levedado e sovar bem. Quando a mistura ficar homogênea deixar descansar por 50 minutos, logo após, realizar a segunda sova, modelar, colocar em forma previamente untada com óleo e levar para assar em forno pré aquecido a 180 °C. Deixar esfriar, retirar da assadeira e servir.</p> <p>* Depois de preparados os pães foram congelados para serem assados no momento das análises.</p>
Fécula de Batata	90	90	1,00	3,00	1,79	
Farinha de Arroz	200	200	1,00	6,66	1,53	
Açúcar cristal	25	25	1,00	0,83	0,05	
Sal	8,0	8,0	1,00	0,27	0,01	
Água	560	560	1,00	18,66	0	
Óleo	48	48	1,00	1,6	0,34	
Ovo	95,6	86	1,11	2,86	0,86	
Fermento Biológico Fresco	5,79	5,79	1,00	0,19	0,07	
Açúcar cristal	9,0	9,0	1,00	0,30	0,02	
Água morna	100	100	1,00	3,33	0	
Total	1.228,45				20,89	
<p>Valor energético total (VET): 1.680 kcal Valor energético por porção: 56 kcal</p>						<p>Fator de Cocção: 0,723 Rendimento: 888g (30 pães) Porção: 1 pão com aproximadamente 30g</p>



Ficha técnica do pão sem glúten 37,5% konjac:

Ingredientes	Peso Bruto(g)	Peso Líquido(g)	Fc	Per Capita(g)	Custo Total (R\$)	Modo de preparo
Farinha de Konjac	174	174	1,00	4,63	29,20	<p>Regenerar o fermento biológico seco por 10 minutos de pré-fermentação na temperatura de 37 °C a 43 °C em água e açúcar. Em um recipiente a parte, misturar a farinha de konjac, fécula de batata, a farinha de arroz, o sal, e o açúcar. Adicionar a água morna junto com o óleo e posteriormente o ovo. Por último adicionar o fermento levedado e sovar bem. Quando a mistura ficar homogênea deixar descansar por 50 minutos, logo após, realizar a segunda sova, modelar, colocar em forma previamente untada com óleo e levar para assar em forno pré aquecido a 180 °C. Deixar esfriar, retirar da assadeira e servir.</p> <p>* Depois de preparados os pães foram congelados para serem assados no momento das análises.</p>
Fécula de Batata	90	90	1,00	2,39	1,79	
Farinha de Arroz	200	200	1,00	5,32	1,53	
Açúcar cristal	25	25	1,00	0,66	0,05	
Sal	8,0	8,0	1,00	0,21	0,01	
Água	760	760	1,00	20,21	0	
Óleo	48	48	1,00	1,27	0,34	
Ovo	95,6	86	1,11	2,54	0,86	
Fermento Biológico Fresco	6,96	6,96	1,00	0,18	0,08	
Açúcar cristal	9,0	9,0	1,00	0,24	0,02	
Água morna	100	100	1,00	2,66	0	
Total	1.506,96				33,88	
Valor energético total (VET): 1.807 kcal Valor energético por porção: 49 kcal						<p>Fator de Cocção: 0,675 Rendimento: 1.017g (37pães) Porção: 1 pão com aproximadamente 27 g</p>

Ficha técnica do pão sem glúten 50% konjac:

Ingredientes	Peso Bruto(g)	Peso Líquido(g)	Fc	Per Capita(g)	Custo Total (R\$)	Modo de preparo
Farinha de Konjac	290	290	1,00	5,97	48,66	<p>Regenerar o fermento biológico seco por 10 minutos de pré-fermentação na temperatura de 37 °C a 43 °C em água e açúcar. Em um recipiente a parte, misturar a farinha de konjac, fécula de batata, a farinha de arroz, o sal, e o açúcar. Adicionar a água morna junto com o óleo e posteriormente o ovo. Por último adicionar o fermento levedado e sovar bem. Quando a mistura ficar homogênea deixar descansar por 50 minutos, logo após, realizar a segunda sova, modelar, colocar em forma previamente untada com óleo e levar para assar em forno pré aquecido a 180 °C. Deixar esfriar, retirar da assadeira e servir.</p> <p>* Depois de preparados os pães foram congelados para serem assados no momento das análises.</p>
Fécula de Batata	90	90	1,00	1,85	1,79	
Farinha de Arroz	200	200	1,00	4,12	1,53	
Açúcar cristal	25	25	1,00	0,51	0,05	
Sal	8,0	8,0	1,00	0,16	0,01	
Água	1.080	1.080	1,00	22,22	0	
Óleo	48	48	1,00	0,99	0,34	
Ovo	95,6	86	1,11	1,77	0,86	
Fermento Biológico Fresco	8,7	8,7	1,00	0,18	0,09	
Açúcar cristal	9,0	9,0	1,00	0,19	0,02	
Água morna	100	100	1,00	2,06	0	
Total	1.944,7				53,35	
<p>Valor energético total (VET): 1.598 kcal Valor energético por porção: 33 kcal</p>						<p>Fator de Cocção: 0,675 Rendimento: 1.312g (48,6 pães) Porção: 1 pão com aproximadamente 27 g</p>



D- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO HUMANA

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Convidamos o(a) Senhor(a) a participar voluntariamente do projeto de pesquisa **Desenvolvimento de diferentes formulações de pães sem glúten elaborados com farinha do *Amorphophallus Konjac***, sob a responsabilidade dos pesquisadores Fernanda Laignier Gonçalves e Rita de Cássia Coelho de Almeida Akutsu. Este é um projeto de mestrado em Nutrição Humana que é oferecido pela Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.

O objetivo desta pesquisa é observar a aplicação tecnológica da farinha do tubérculo *Amorphophallus Konjac*, popularmente conhecido como Konjac na produção de pães sem glúten. Acreditamos que este estudo seja importante para aprimorar os conhecimentos e melhorar a qualidade dos pães elaborados para o público portador de Doença Celíaca.

O(a) senhor(a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a).

Sua participação consistirá em degustar as amostras dos pães utilizados neste estudo e responder ao formulário de Teste de Aceitabilidade onde serão avaliados a cor, o sabor e a textura dos pães. Toda sua participação não ultrapassará o tempo de 30 minutos pois estima-se que para cada etapa não seja necessário mais que 5 minutos. Este teste será realizado nas dependências da própria Universidade em data previamente definida e toda sua participação se dará em uma única visita.

Como risco, elegemos a possibilidade de desconforto pela espera para realização das avaliações dos pães e o preenchimento dos formulários dos testes de aceitabilidade e do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Há também o risco de contaminação dos pães por resquícios de farinhas que contenham glúten em sua composição por meio de utensílios e equipamentos utilizados na manipulação dos pães sem glúten. Para assegurar o consumo de um produto seguro, não serão utilizados utensílios, nem equipamentos onde foram manipulados produtos utilizando farinhas com glúten. Se o Sr(a) aceitar participar, estará contribuindo para o desenvolvimento de pesquisa para a formulação produtos de panificação sem glúten de maior qualidade.

O(a) Senhor(a) pode se recusar a responder (ou participar de qualquer procedimento) qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o(a) senhor(a). Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Todas as despesas que o(a) senhor(a) tiver relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa ou exames para realização da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, o(a) senhor(a) deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Rubrica do pesquisador responsável

Rubrica do participante da pesquisa

Se o(a) Senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Fernanda Laignier Gonçalves, na Universidade de Brasília no telefone (61) 99635-9284 ou (61) 3963-1270, disponível inclusive para ligação a cobrar. Ou entre em contato pelo e-mail felaignier@hotmail.com.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail cepfs@unb.br ou cepfsunb@gmail.com, horário de atendimento de 10:00hs às 12:00hs e de 13:30hs às 15:30hs, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

Caso concorde em participar, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o(a) Senhor(a).

Nome e assinatura do Participante de Pesquisa

Nome e assinatura do Pesquisador Responsável

Brasília, ____ de _____ de _____.

D- Ficha de recrutamento

FICHA DE RECRUTAMENTO

IMPORTANTE: AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE QUESTIONÁRIO SÃO CONFIDENCIAIS.

Ser um provador não exigirá de você nenhuma habilidade excepcional, não tomará muito do seu tempo e não envolverá nenhuma tarefa difícil. Este questionário consiste em uma avaliação básica de suas aptidões sensoriais e de suas condições médicas/de saúde, para a realização do teste sensorial. Se você deseja participar, por favor, preencha este formulário assinando-o no final. Caso você atenda aos requisitos mínimos necessários, você será convidado a participar do teste sensorial.

Dados pessoais:

Nome: _____

Celular: _____

Ocupação: _____

Idade: _____ Sexo: _____

Estado civil: _____ Número de Filhos: _____

Condições médicas:

Você apresenta:

- () Intolerância à lactose
- () Intolerância ao glúten
- () Alergia ao trigo
- () Doença Celíaca
- () Diabetes
- () Colesterol alto
- () Hipertensão
- () Rinite alérgica crônica
- () Desordens do sistema nervoso central
- () Deficiências visuais severas
- () Nenhuma

Outros/comentários: _____

Você fuma?

- () Sim. Quantos cigarros você fuma por dia? _____ () Não

Você toma medicamento(s) que afeta(m) algum(ns) de seus sentidos?

Sim. Qual: _____ Não

Por favor, indique se algum dos alimentos abaixo te causa desconforto ou alergia:

Batata

Ovos

Outros: _____

Você está fazendo alguma dieta especial?

Sem glúten Nenhuma

Baixo teor de calorias Outra: _____

Você gosta de pães sem glúten?

Sim Mais ou menos Não

Com que frequência você consome algum tipo de pão sem glúten?

1 ou mais vezes por semana

1 ou mais vezes por mês

1 ou mais vezes a cada 3 meses

1 ou mais vezes a cada 6 meses

Raramente

Exceto o pão, com que frequência você consome algum outro tipo de produto de panificação sem glúten?

1 ou mais vezes por semana

1 ou mais vezes por mês

1 ou mais vezes a cada 3 meses

1 ou mais vezes a cada 6 meses

Raramente

Nos últimos 3 meses, quantas vezes você consumiu algum tipo de produto sem glúten?

Nenhuma vez 2 vezes

1 vez 3 ou mais vezes

Assinatura: _____

Data: ___/___/___

E- Banner de divulgação do teste de sensorial e CATA

Venham colaborar com nosso teste sensorial de pão sem glúten!

Data: 03/12/19

Horário: 8h às 12h

Laboratório de Técnica e Dietética - FS

Pesquisadora Responsável: Fernanda Laignier

email: felaignier@hotmail.com



F- Ficha de levantamento de atributos.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

LEVANTAMENTO DE TERMOS DESCRITIVOS

Método de Discussão Entrecruzada ou Rede

Por favor, prove as amostras de bolo e indique similaridades e diferenças entre as amostras quanto à aparência global, aroma, cor, sabor e textura.

Amostra: _____

	Similaridades	Diferenças
Aparência Global		
Aroma		
Cor		
Sabor		
Textura		

Escolha os atributos importantes de cada uma das categorias e crie definições para eles:

Aparência Global
Aroma
Cor
Sabor
Textura

G- Ficha de análise sensorial

Nome: _____

Data: _____

Por favor, prove a amostra à sua frente e a avalie utilizando as notas (1 a 9) para descrever o quanto você gostou ou desgostou do pão. Beba água após a degustação. Quando terminar, chame o pesquisador.

Código da amostra:**NOTAS:**

- (9) Gostei extremamente
- (8) Gostei moderadamente
- (7) Gostei regularmente
- (6) Gostei ligeiramente
- (5) Não gostei, nem desgostei
- (4) Desgostei ligeiramente
- (3) Desgostei regularmente
- (2) Desgostei moderadamente
- (1) Desgostei extremamente

Atributo	NOTA
Aparência	
Sabor	
Aroma	
Textura	
Aceitação global	

Comentários: _____

Agora, marque nas caixas abaixo os termos que você julgar aplicáveis a amostra analisada:**Aparência**

- | | | |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Cor da casca escura | <input type="checkbox"/> Cor da casca clara | <input type="checkbox"/> Cor do miolo claro |
| <input type="checkbox"/> Aparência Ressecada | <input type="checkbox"/> Cor do miolo escuro | <input type="checkbox"/> Brilhante |
| | | <input type="checkbox"/> Bonito |

Aroma

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Aroma de fermento | <input type="checkbox"/> Aroma de Ovo |
| <input type="checkbox"/> Aroma de Fritura | <input type="checkbox"/> Aroma Agradável |
| | <input type="checkbox"/> Aroma de peixe |

Sabor

- | | | |
|---|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Sabor de frutos do mar | <input type="checkbox"/> Sabor de Fermento | <input type="checkbox"/> Adocicado |
| <input type="checkbox"/> Ácido | <input type="checkbox"/> Amargo | <input type="checkbox"/> Adstringente |
| <input type="checkbox"/> Salgado | <input type="checkbox"/> Agradável | <input type="checkbox"/> Desagradável |

Textura

- | | | |
|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Granulosa | <input type="checkbox"/> Seca | <input type="checkbox"/> Amanteigada |
| <input type="checkbox"/> Compacta | <input type="checkbox"/> Úmida | <input type="checkbox"/> Macia |
| <input type="checkbox"/> Dura | <input type="checkbox"/> Coeso | <input type="checkbox"/> Borrachuda |
| <input type="checkbox"/> Grudento | | |

H- Delineamento experimental

Ordem de apresentação das amostras aos avaliadores:

	R1	R2	R3	R4	R5
P1	125	786	921	353	674
P2	786	674	353	921	125
P3	353	786	125	674	921
P4	786	921	674	125	353
P5	353	674	125	786	921
P6	786	674	921	353	125
P7	125	674	786	921	353
P8	674	125	353	786	921
P9	786	674	353	921	125
P10	921	786	674	125	353
P11	674	786	353	921	125
P12	353	674	786	125	921
P13	674	921	786	125	353
P14	353	786	125	921	674
P15	353	674	921	125	786
P16	921	786	353	125	674
P17	786	125	674	353	921
P18	353	786	674	125	921
P19	674	921	353	786	125
P20	353	921	125	786	674
P21	125	786	921	674	353
P22	674	921	786	353	125
P23	921	125	674	353	786
P24	125	921	786	353	674
P25	786	353	125	674	921
P26	353	674	786	921	125
P27	921	674	353	125	786
P28	125	786	353	674	921
P29	786	674	125	353	921
P30	125	353	921	786	674
P31	921	125	786	674	353
P32	353	921	125	786	674
P33	921	353	674	786	125
P34	353	786	125	921	674
P35	674	921	786	353	125
P36	921	786	353	125	674
P37	353	125	674	921	786
P38	125	353	786	674	921
P39	125	353	921	674	786
P40	674	921	786	125	353
P41	353	786	921	674	125
P42	353	786	674	921	125
P43	125	921	353	786	674
P44	921	674	125	786	353
P45	353	921	786	125	674

P46	674	921	125	786	353
P47	786	674	125	353	921
P48	125	353	921	786	674
P49	125	921	353	674	786
P50	921	786	125	674	353
P51	786	125	353	921	674
P52	786	125	921	353	674
P53	674	353	786	125	921
P54	786	353	674	125	921
P55	674	125	353	921	786
P56	353	921	125	786	674
P57	786	353	674	921	125
P58	125	786	921	353	674
P59	674	786	125	921	353
P60	353	786	921	125	674
P61	921	786	125	353	674
P62	921	125	786	674	353
P63	786	921	125	674	353
P64	674	125	786	921	353
P65	786	674	353	125	921
P66	353	921	125	674	786
P67	674	786	921	125	353
P68	674	786	921	353	125
P69	786	921	353	125	674
P70	125	353	921	786	674
P71	353	125	786	674	921
P72	125	786	921	674	353
P73	353	921	786	125	674
P74	674	353	921	786	125
P75	674	921	125	353	786
P76	353	674	786	125	921
P77	786	125	353	921	674
P78	674	921	786	353	125
P79	125	921	674	353	786
P80	921	786	353	125	674
P81	125	674	921	353	786
P82	921	674	125	786	353
P83	125	921	674	786	353
P84	125	921	786	353	674
P85	921	674	786	353	125
P86	125	921	786	353	674
P87	353	921	674	125	786
P88	125	921	353	674	786
P89	125	786	674	921	353
P90	353	921	786	674	125
P91	786	125	674	921	353
P92	921	674	786	353	125
P93	921	674	353	786	125
P94	353	674	125	786	921

P95	353	125	921	786	674
P96	921	125	786	674	353
P97	674	125	353	786	921
P98	921	786	674	353	125
P99	125	921	674	786	353
P100	353	125	674	921	786
P101	353	921	786	674	125
P102	786	353	674	125	921
P103	674	125	353	921	353
P104	353	125	674	786	921
P105	786	921	353	125	674
P106	674	786	921	353	125
P107	921	125	674	786	353
P108	125	353	786	674	921
P109	353	786	674	921	125
P110	786	125	921	353	674

P = Proveedor; R = rank (orden)^[1]

- 1) Pão 0% konjac: 353
- 2) Pão 12,5% konjac: 125
- 3) Pão 25% konjac: 674
- 4) Pão 37,5% konjac: 786
- 5) Pão 50% konjac: 92

I- Quadro de atributos avaliados no CATA - check-all-that-apply

Atributos avaliados no CATA

Aparência	Aroma	Sabor	Textura
1. Cor da casca escura	1. Aroma de fermento	1. Sabor de frutos do mar	1. Sabor de frutos do mar
2. Aparência ressecada	2. Aroma de fritura	2. Salgado	2. Salgado
3. Cor da casca clara	3. Aroma de ovo	3. Sabor de fermento	3. Sabor de fermento
4. Cor do miolo escuro	4. Aroma agradável	4. Agradável	4. Agradável
5. Cor do miolo claro	5. Aroma de peixe	5. Adocicado	5. Adocicado
6. Brilhante		6. Adstringente	6. Adstringente
7. Bonito		7. Desagradável	7. Desagradável
		8. Amargo	8. Amargo
		9. Ácido	9. Ácido

J -Imagem das massas e pães konjac:

Massas, pães crus e pães após o cozimento. Na sequência: Pães 0%, 12,5%, 25%, 37,5% e 50%.



K- Imagem dos pães assados inteiros e abertos:

