

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

SUELEN SCHUBERT

**UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE GRÃO DE BICO (*Cicer arietinum*) PARA A
FORMULAÇÃO DE PÃO SEM GLÚTEN**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA
2017

SUELEN SCHUBERT

**UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE GRÃO DE BICO (*Cicer arietinum*) PARA A
FORMULAÇÃO DE PÃO SEM GLÚTEN**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de curso II, do do Curso superior Engenharia de Alimentos do Departamento Acadêmico de Alimentos- DAALM da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Medianeira como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Nádia Cristiane Steinmacher

Coorientador: Prof^a. Dr^a. Glaucia Cristina Moreira

MEDIANEIRA
2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Medianeira
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos

Suelen Schubert

**UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE GRÃO DE BICO (*Cicer arietinum*) PARA A
FORMULAÇÃO DE PÃO SEM GLÚTEN**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito parcial para obtenção de grau de Engenheiro de Alimentos, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Medianeira.

Orientador Prof^a. Dr^a Nádia Cristiane Steinmacher

Co-orientador Prof^a. Dr^a. Glaucia Cristina Moreira

Prof^a. Dr^a. Denise Pastore de Lima
Banca

Prof^a. MSc. Júlia Cristiê Kessler
Banca

Aluno Suelen Schubert

“O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

Medianeira, 24 de novembro de 2017.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha mãe, Roseli Stenzel Schubert, ao meu pai, Valmor Raul Schubert, e ao meu irmão, Diego Schubert, que sempre me deram amor, apoio em todos os momentos, sempre sendo um porto seguro para todos os meus medos e dificuldades, nunca me deixando desistir.

Aos meus amigos e colegas que estiveram ao meu lado durante esses anos, em dias e noites de estudos regados a café, ou em momentos de descontração. Especialmente a Bianca e Tatiane que estiveram comigo desde o primeiro período até hoje, se tornaram irmãs.

Ao Cristiano, amigo e companheiro que nunca me deixou abater nos momentos difíceis, me dando amor e sendo compreensivo em todos os momentos que me fiz ausente.

A minha orientadora Nádia Cristine Steinmacher, pela orientação e dedicação durante este trabalho. Também a todo o corpo docente da Universidade Tecnológica do Paraná, pelos ensinamentos.

Também agradeço aos professores da banca pela atenção, críticas e sugestões.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

RESUMO

SCHUBERT, Suelen. **Utilização de farinha de grão de bico para a formulação de pão sem glúten**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

O grão de bico possui baixo teor de calorias, apresenta carboidratos e proteínas de boa qualidade. Seu consumo no Brasil ainda é reduzido se comparado a outras leguminosas. Pessoas com intolerância ao glúten necessitam de uma dieta restrita de fontes de glúten, o que ocasiona carência de nutrientes, podendo levar a desnutrição. Tendo em vista estas considerações, este trabalho teve como objetivo desenvolver uma farinha de grão de bico, e empregar esta em um pão sem glúten. Elaborou-se um planejamento experimental para avaliar a influência da adição de farinha de grão de bico e da goma xantana, desta forma foram realizadas análises de composição proximal (umidade, proteína, cinzas, lipídios e carboidratos) e instrumental (cor e atividade de água) na farinha, e análise de textura, cor e volume específico nas 8 formulações de pães desenvolvidas. Os resultados foram avaliados com o auxílio do *software* Statistica 7.0. A composição proximal da farinha em base seca foi de 24,48 de proteína, 2,75g de cinzas, 6,92 g de lipídios, 65,83 g de carboidratos. Nas análises tecnológicas pode ser observado que a adição de farinha de grão de bico escureceu as massas, pois quanto maior a concentração de farinha adicionada, menor a luminosidade tanto o miolo quanto a casca, também que quanto maior a adição de goma xantana, menor foi o volume específico dos pães. Ainda verificou-se que quanto maior a adição desta farinha e de goma xantana maior a força necessária para ocasionar deformação ou rompimento da amostra. Com base nos resultados conclui-se que com o aumento da concentração de farinha de grão de bico ocorreu o aumento da firmeza/dureza dos pães, e que a adição de goma xantana não foi significativa para o volume específico na faixa estudada.

Palavras-chave: Panificação. Alimentos. Celíacos. Livre de Glúten. Leguminosas.

ABSTRACT

SCHUBERT, Suelen. **Use of chickpea flour for the formulation of gluten-free bread.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

The chickpea has low calorie content, good carbohydrates and proteins. Its consumption in Brazil is still reduced compared to other legumes. People with gluten intolerance need a restricted diet of gluten sources, which causes a lack of nutrients, which can lead to malnutrition. Considering these considerations, this work aimed to develop a chickpea flour, and to employ this in a gluten-free bread. An experimental design was carried out to evaluate the influence of the addition of chickpea flour and xanthan gum. In this way, analyzes of proximal composition (moisture, protein, ashes, lipids and carbohydrates) and instrumental (color and water activity) in the flour, and analysis of texture, color and specific volume in the 8 formulations of breads developed. The results were evaluated with the help of Statistica 7.0 software. The proximate composition of the flour on dry basis was 22.1 of protein, 2.49 g of ashes, 6.25 g of lipids, 59.43 g of carbohydrates. In the technological analysis it can be observed that the addition of nozzle flour darkened the masses, because the higher the concentration of flour added, the lower the brilliance of both the crumb and the bark, also that the larger the addition of xanthan gum, the lower the specific volume of the loaves. It has also been found that the greater the addition of this flour and xanthan gum the greater the force required to cause deformation or rupture of the sample. Based on the results, it was concluded that with the increase in the concentration of chickpea flour, the increase of firmness / hardness of the loaves occurred, and that the addition of xanthan gum was not significant for the specific volume in the studied range.

.

Keywords: Baking. Foods. Celiacs. Gluten free. Legumes.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Matriz do planejamento fatorial completo (PFC 2 ²).....	28
Tabela 2- Quantidades dos ingredientes utilizados na formulação padrão de pão sem glúten em gramas.....	29
Tabela 3- Resultados para a composição centesimal da farinha de grão de bico.....	36
Tabela 4- Parâmetros instrumentais de cor da farinha (L*, a* e b*).....	37
Tabela 5- Valores Volume específico.....	38
Tabela 6- Efeito das variáveis estudadas no (PFC 2 ²)sobre a resposta de volume.....	39
Tabela 7- Parâmetros instrumentais de cor do miolo (L*, a* e b*) das 7 formulações do planejamento experimental.....	42
Tabela 8 – Efeito das variáveis Farinha de Grão de Bico e Goma Xantana nos parâmetros de cor do miolo.....	42
Tabela 9- Parâmetros instrumentais de cor da casca (L*, a* e b*) das 7 formulações do planejamento experimental.....	43
Tabela 10 – Efeito das variáveis Farinha de Grão de Bico e Goma Xantana nos parâmetros de cor da casca.....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Planta Grão De Bico.....	19
Figura 2- Espécie <i>Kabuli</i> e <i>Desi</i> de Grão de Bico.....	20
Figura 3 - Estrutura básica da goma xantana.....	23
Figura 4- Grão de bico hidratado e sem casca e grão moído (farinha).....	27
Figura 5- Fluxograma do processamento dos pães.....	30
Figura 6 - Espaço de cor CIE L*a*b*.....	31
Figura 7 - Painel que demonstra a tonalidade de cada formulação.....	40
Figura 8 - Representação gráfica dos parâmetros a* e b* que foram significativas nas formulações.....	44
Figura 9 - Representação gráfica da firmeza dos pães das formulações.....	45
Figura10- Representação gráfica da elasticidade dos pães das formulações.....	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	JUSTIFICATIVA.....	17
3	OBJETIVO.....	18
3.1	OBJETIVO GERAL.....	18
3.2	OBJETIVO ESPECIFICO.....	18
4	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	19
4.1	GRÃO DE BICO (<i>Cicer aretinum</i>)	19
4.1.1	Cultivo.....	19
4.1.2	Importância Nutricional.....	21
4.2	PANIFICAÇÃO.....	21
4.3	GOMA XANTANA.....	23
4.4	GLÚTEN.....	24
4.5	DOENÇA CELIACA	25
5	MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
5.1	MATERIAIS	26
5.2	MÉTODOS.....	26
5.2.1	Desenvolvimento da farinha.....	26
5.2.1.1	Desenvolvimento do pão sem glúten.....	27
5.2.1.2	Obtenção do pão.....	29
5.2.3	Análises físico-químicas e instrumentais da matéria prima (farinha de grão de bico).....	31
5.2.4	Análises no pão sem glúten com adição de farinha de grão de bico.....	33
5.2.5	Análise dos resultados.....	34
6	RESULTADOS.....	36
6.1	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FARINHA.....	36
6.2	ANÁLISES TECNOLÓGICAS DOS PÃES PELO PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL.....	38
6.2.1	Volume específico dos pães.....	38
6.2.2	Cor.....	40
6.2.3	Textura.....	44
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
7.1	CONCLUSÃO.....	47

7.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	48
	REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

As leguminosas são fonte importante de proteínas e carboidratos sendo utilizadas em várias partes do mundo na alimentação, por possuírem um papel importante como fonte barata e acessível de proteínas (KAUR e SINGH, 2007). O grão de bico (*Cicer arietinum L.*) encontra-se entre as cinco leguminosas mais importantes mundialmente, cultivada em mais de 40 países. No Brasil, o grão de bico é cultivado principalmente na região Sul do país por se adaptar melhor a regiões frias, entretanto a produção brasileira ainda é pequena e insuficiente para atender o consumo interno, havendo a necessidade de importação (BRAGA e VIEIRA, 1998).

O grão de bico é fonte de proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas e fibras. Diferencia-se das outras leguminosas por sua digestibilidade, baixo teor de substâncias antinutricionais, além de apresentar boa disponibilidade de ferro (CANNIATTI, 2004).

No Brasil o consumo de grão de bico é muito pequeno se comparado com outras leguminosas. A semente possui grande potencial nutricional a ser explorado e também potencial tecnológico no desenvolvimento de novos produtos, e novos processos que possam se adequar a realidade dos hábitos e necessidade do consumo dos brasileiros (FERREIRA, BRAZACA e ARTHUR, 2006).

A doença celíaca é uma intolerância à ingestão de glúten, contido em cereais como cevada, centeio, trigo e malte, em indivíduos geneticamente predispostos, caracterizada por um processo inflamatório que envolve a mucosa do intestino delgado, levando a atrofia das vilosidades intestinais, má absorção e uma variedade de manifestações clínicas (SILVA e FURLANETO, 2010).

O pão é um dos alimentos mais consumidos no mundo sendo também um produto altamente procurado por pessoas intolerantes ao glúten. Nos últimos anos tem-se aumentado o interesse por produtos de panificação isentos de glúten. Desta forma pesquisas e testes para a fabricação de massas adicionadas de outros de cereais (farinhas de arroz, milho, batata, mandioca e soja), envolvendo a incorporação de hidrocolóides a fim de reproduzir as propriedades viscoelásticas do glúten, tem aumentado gradativamente (ACELBRA, 2015).

A goma xantana é de origem microbiana, produzida por *Xanthomonas campestris*, por meio de fermentação aeróbia. É um polímero constituído por três açúcares (OLIVEIRA,2017). Em produtos de panificação, auxilia na retenção de gás e no aumento do volume específico. Também pode diminuir a taxa de desidratação, e reter umidade, proporcionando aumento da vida de prateleira e melhoria nas características sensoriais dos produtos (TUBARI, et.al, 2008; MUNHOZ, 2003).

Desta forma, a farinha de grão de bico pode ser utilizada para o desenvolvimento de produtos de panificação livres de glúten, melhorando o valor nutricional e as características tecnológicas destes produtos, sendo uma opção de alimento para pessoas portadoras de doença celíaca.

2. JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento deste trabalho visa consolidar atividades de pesquisas para treinamento e capacitação à pesquisa. Contribuir no desenvolvimento de tecnologias/processos para obtenção de novos ingredientes alimentares e transferir estas tecnologias para viabilizar o seu uso e comercialização, a partir da agregação de valor às matérias primas, beneficiando o setor e o consumidor.

Com desenvolvimento tecnológico a indústria de alimentos estimula inovações em toda a cadeia agroalimentar, desde a matéria prima, fornecedores, embalagem, distribuição, intermediando mudanças no setor como um todo. O desenvolvimento tecnológico busca não apenas identificar as mudanças nos perfis de consumo e a elas se adaptarem, mas propor melhoria contínua nos produtos alimentícios disponíveis no mercado, visualizando a qualidade de vida e a saúde dos consumidores.

Em vista da deficiência geral de alimentos no mundo, é importante pesquisar procedimentos que possam melhorar o valor nutricional e tecnológico de suprimentos alimentares disponíveis para portadores de doenças celíacas.

3. OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho teve por objetivo principal desenvolver pão sem glúten a partir de farinha de grão de bico.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Promover a secagem do grão de bico;
- b) Desenvolver da farinha;
- c) Caracterizar, através de análises físico-químicas e reológicas a farinha de grão de bico;
- d) Desenvolver o processo de panificação sem glúten aplicando este produto;
- e) Caracterizar o pão isento de glúten.

4.REVISÃO BIBLIOGRAFICA

4.1GRÃO DE BICO (*Cicer arietinum*)

O *Cicer arietinum* é uma planta herbácea, com altura de 20 a 50 cm, que se desenvolve flores brancas que geram uma bainha, onde se encontram os grãos. sendo que cada bainha possui 2 ou 3 grãos, arredondados e com uma espécie de espora de cor castanho claro (AGROPECUÁRIA GARBANZO, 2016).



Figura 1- Planta Grão de Bico

Fonte: <https://hortasbio.abae.pt/index.php?p=horta&id=178&y=2013>

4.1.1 Cultivo

O grão de bico foi uma das primeiras leguminosas cultivadas, existe a possibilidade de esta ter sido originária na região em que hoje se localiza a Turquia (VAN DERMAESEN, 1987).

São dois os principais grupos de cultivares. A espécie *Kabuli* possui sementes grandes, cor creme cultivado em regiões temperadas, e a espécie *Desi* que

apresenta sementes pequenas, escuras e de forma irregular que são cultivadas em regiões semi-áridas (LIU e OLESON, 2008).



Figura 2- Espécie *Kabuli* e *Desi* de Grão de Bico

Fonte: http://www.makehummusnotwar.com/history_5.html

Dados mostram que são semeados 9,6 milhões de hectares de grão de bico, tendo uma produção de cerca de 5,6 milhões de toneladas (FAO, 1982).

São 32 os países produtores de grão de bico mundialmente, mas apenas 18 cultivam mais de 20000 ha. A Índia é o país que se destaca no cultivo na Ásia, contribuindo com 72,7% da produção mundial. Na América o país que se destaca é o México, e na Europa o maior produtor é a Espanha. O baixo rendimento obtido nas regiões produtoras é devido à tecnologia inadequada utilizada no cultivo, e o baixo rendimento é o principal fator para o pequeno volume da produção mundial (MANARA; RIBEIRO, 1992).

Mesmo não sendo comum o consumo nacional, o Brasil precisa importar as sementes do Chile e da Argentina. Segundo relatório da Secretaria de Comercio Exterior/Departamento de Operações de Comercio Exterior (SECEX/DECEX) no ano de 2013 o Brasil importou 7.571 toneladas de grão de bico.

A região Sul é a principal região do país que cultiva a planta, por se adaptar melhor a regiões frias (BRAGA e VIEIRA, 1998).

4.1.2 Importância nutricional

O grão de bico se difere de outras leguminosas pelo baixo teor de substâncias antinutricionais, digestibilidade e melhor disponibilidade de ferro (CANNIATTI; SILVA 2004). Segundo Avancini et al. (1992), o grão-de-bico tem grande potencial nutricional a ser explorado, a fim de diminuir a deficiência mineral e proteica da população, pois esta leguminosa possui quantidades expressivas de minerais P, Mg, Fe, Co, Mn.

O grão de bico possui baixo teor de calorias, apresenta carboidratos e proteínas. O carboidrato principal é o amido, que possui lenta digestão, provocando baixo índice glicêmico na nutrição humana. Entre os aminoácidos presentes, destaca-se o triptofano, precursor da serotonina responsável pela ativação dos centros cerebrais que dão a sensação de bem-estar, satisfação e confiança. Também é fonte de aminoácidos essenciais como a metionina e cisteína. Contém fibras, controlando o colesterol, gorduras, açúcares e estimulando o bom funcionamento do intestino. Desta forma, as sementes de grão de bico podem ser fonte de uma dieta saudável, desempenhando um papel importante como ingrediente funcional (LIU, 2008; LIMA, 2009; SCHNEIDER, 1982; SHIRANI; GANESSHARANEE, 2008).

No Brasil o consumo de grão de bico é muito pequeno se comparado com outras leguminosas. A semente possui grande potencial nutricional a ser explorado e também potencial tecnológico no desenvolvimento de novos produtos, e novos processos que possam se adequar a realidade dos hábitos e necessidade do consumo dos brasileiros (FERREIRA, BRAZACA e ARTHUR, 2006).

4.2 PANIFICAÇÃO

O pão é um dos alimentos mais antigos conhecidos no mundo, sua provável origem é no Oriente Médio. Referências culturais atribuem significados ao pão, sua presença simboliza abundância e fartura, sua ausência miséria (MATOS, 2010).

O pão é um alimento mundialmente consumido, fonte de energia e alta capacidade nutricional. É considerado popular, pois pode ser consumido em forma de lanches ou junto a refeições, e está presente em mercados e padarias de todo o país com ampla variedade de preço e sabores (LIMA, 2007).

Pão é definido como “Produto obtido pela cocção, em condições tecnologicamente adequadas, de uma massa fermentada ou não, preparada com farinha de trigo e ou outras farinhas que contenham naturalmente proteínas formadoras de glúten ou adicionadas das mesmas e água, podendo conter outros ingredientes” (BRASIL, 2000).

Os ingredientes utilizados para a fabricação de pães são diversificados e de funções distintas durante o processo de formação da massa. Os constituintes, bem como as quantidades, variam com o tipo de pão e também com a finalidade que estão sendo produzidos. Os ingredientes essenciais para a fabricação de pão são: farinha, água, sal e fermento e os não essenciais são o açúcar, gordura, ovos, vinagre e outros (WALLY, 2007).

A água é importante para a formação da massa, ela hidrata a farinha e une as proteínas, fornecendo as condições para o desenvolvimento da atividade enzimática resultando na fermentação do pão. Durante o cozimento do pão ocorre a gelatinização do amido (ESTELLER, 2004).

O sal é responsável por exercer as funções de sabor, influenciando nas características sensoriais do produto final, e controlando a fermentação (STEFANELLO, 2014).

O fermento é empregado para dar sabor e aumentar o volume e a porosidade de produtos forneados (BRASIL, 2015). É constituído por culturas puras de leveduras *Saccharomyces cereviseae*, sua principal função é fazer a conversão de açúcar em gás carbônico. Também atua nas propriedades da massa, deixando-a mais porosa e elástica (BRANDÃO; LIRA, 2011).

O açúcar tem como função conferir sabor e dar coloração à casca, ajuda também na textura, e atua impedindo a saída de umidade da massa (ESTELLER, 2004).

Os triglicerídeos, ou seja, gordura (podendo ser banha, manteiga, óleo, azeite) proporciona sensação de maciez e umidade à massa, também contribui para o sabor, cor e textura (PEREIRA et al., 2004).

O ovo apresenta poder emulsificante, esta propriedade facilita a formação de rede glutinosa na massa, melhorando a permeabilidade e favorecendo o crescimento do produto (CALVEL, 1987).

A utilização de vinagre é recomendada para correção de pH da massa, para um ponto ótimo de atuação das leveduras (APLEVICZ, 2014).

A farinha de trigo é obtida pelo processo de moagem do trigo. É um componente essencial para conferir estrutura à massa para a obtenção do pão, pois ela possui proteínas, gliadina e glutenina que possuem características únicas para formar o glúten. A substituição parcial ou total de farinha de trigo na formulação de pães, por farinhas sem glúten, tem sido um desafio pois é necessário a utilização de um novo produto que atribua características semelhantes ao glúten para os produtos (BRANDÃO; LIRA, 2011).

4.3 GOMA XANTANA

A goma xantana é de origem microbiana, produzida por *Xanthomonas campestris*, por meio de fermentação aeróbia. É um polímero constituído por três açúcares (OLIVEIRA,2017). A figura 3 mostra a estrutura básica da goma xantana.

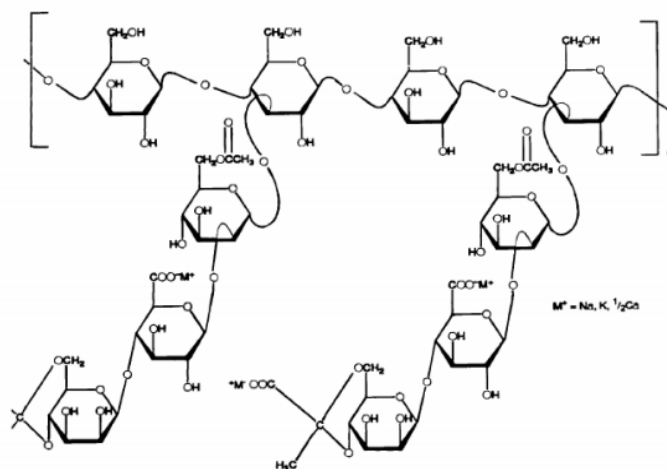


Figura 3 - Estrutura básica da goma xantana.
Fonte: Faria (2005).

A goma xantana é muito utilizada como espessante/estabilizante em bebidas e alimentos. Estabilizantes atuam nos alimentos promovendo uma interação homogênea dos ingredientes, evitando que eles se separem em diferentes fases (VALSECHI, 2001). Possui várias propriedades em solução como agente dispersante, estabilizante de emulsões e suspensões, estabilizadora de temperatura do meio, espessante em solução aquosa, aumento da viscosidade na presença de sais, estável em altas temperaturas e ampla faixa de pH, o que amplia a utilização na produção de alimentos (BRANDÃO; ESPERIDIÃO; DRUZIAN, 2010).

Utilizada em grande escala na indústria de alimentos, por sua capacidade de manter alta faixa de temperatura, pH, características sensoriais como brilho e textura durante a estocagem dos produtos. A goma xantana é aplicada na indústria alimentícia em molhos para salada, geleias, enlatados, confeito, sopas (ADITIVOS E INGREDIENTES 2011; OLIVEIRA, 2007).

Em produtos de panificação, auxilia na retenção de gás e no aumento do volume específico. Também podem diminuir a taxa de desidratação, e reter umidade, proporcionando aumento na vida de prateleira e melhoria nas características sensoriais (TUBARI; SUMNU; SAHIN, 2008; MUNHOZ, 2003).

No Brasil, o uso dessa goma é permitido desde 1965, pelo Decreto Lei nº 55.871 de 26 de março de 1965, da Legislação Brasileira de Alimentos. Em 1969, a xantana recebeu permissão de uso em alimentos pelo “Food and Drug Administration” – FDA (PRADELLA, 2006).

4.4 GLÚTEN

O glúten é o componente proteico das espécies de trigo, aveia, cevada e centeio, responsável pela estrutura do alimento (ARAÚJO et al., 2010).

As prolaminas e as glutelinas são os dois grupos de proteínas individuais que dão origem ao glúten. As prolaminas tóxicas para o portador da doença celíaca são as gliadinas do trigo, as aveninas da aveia, as hordeínas da cevada e as secalinas do centeio (ABREU et al., 2006).

Das proteínas do trigo, 80% é composto de gliadina e glutenina, (FARO, 2008). As gliadinas contendo proteínas monoméricas e as gluteninas contendo proteínas agregadas (SAPONE et al., 2012).

As proteínas agregadas são formadas a partir do momento em que se adiciona água a farinha, onde as proteínas gliadina e glutenina se aglomeram e formam a massa. Quando a massa é sovada, o glúten vai conferindo elasticidade, aditividade e plasticidade, fazendo com que a massa tenha maciez, textura adequada, também permitindo o crescimento do pão (FALLIS, 2013).

A substituição glúten da farinha por outro ingrediente para a fabricação de produtos de panificação sem glúten é desafiador, pois ele forma a rede proteica, que retém o gás carbônico. Durante o processo de fermentação dando estrutura visco elástico a massa (ARAÚJO et al., 2010).

4.5 DOENÇA CELÍACA

A doença celíaca é uma doença autoimune desencadeada pela ingestão de cereais que contêm glúten, por indivíduos geneticamente predispostos. Trata-se de uma intolerância permanente ao glúten que leva à atrofia na mucosa do intestino delgado, e má absorção de alimentos. O celíaco produz anticorpos contra o glúten, que agem no intestino delgado, atrofiando-o (SDEPANIAN; MORAIS; FAGUNDES, 1999).

A doença celíaca não afeta apenas o sistema gastrointestinal, existe, outros sinais e sintomas que devem ser considerados como diarreia crônica, anemia, cansaço, mal estar, neuropatia, entre outros (FARO, 2008).

Como medida preventiva, a Lei nº10.674, de 16 de maio de 2003, obriga as indústrias de produtos alimentícios informarem em seu rotulo a presença ou não de glúten, com as inscrições "contém Glúten" ou "não contém Glúten", conforme o caso, nítidos e de fácil leitura (BRASIL, 2003).

O tratamento da doença celíaca é basicamente dietético, excluindo o glúten da dieta. Na remoção destes alimentos, o portador da doença celíaca deve optar por alimentos como frutas, hortaliças, farelo de milho e arroz, quinoa, sorgo, castanhas e farinha de leguminosas (FARO, 2008).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 MATERIAIS

O grão de bico para o desenvolvimento da farinha, bem como os outros ingredientes utilizados para a elaboração do pão, como farinha de arroz, fécula de batata, polvilho doce, azeite, fermento, goma xantana, foram adquiridos no comércio local da cidade de Medianeira-PR.

O desenvolvimento da farinha e elaboração dos pães foram realizadas no laboratório de Panificação. As análises físico-químicas foram feitas no laboratório de alimentos, ambos da UTFPR, Câmpus Medianeira, a qual oferece a estrutura necessária para o desenvolvimento da pesquisa.

5.2 MÉTODOS

5.2.1 Desenvolvimento da farinha

5.2.1.1 Elaboração da farinha de grão de bico

Para a elaboração da farinha o grão de bico, o grão foi deixado em imersão de água durante 12 horas, sua casca foi retirada então os grãos ainda inteiros, foram levados para forno preaquecido a 180 °C durante 40 minutos para retirada da umidade. A moagem dos grãos foi feita em moinho de facas (Solab SL31), obtendo-se uma farinha, a qual foi acondicionada em embalagens plásticas e armazenada sob refrigeração até o momento de sua utilização.



Figura 4: Grão de bico hidratado e sem casca e grão moído (farinha).
Fonte: autoria própria (2017).

5.2.2 Elaboração dos pães

5.2.2.1 Desenvolvimento do pão sem glúten

Para o desenvolvimento das formulações do pão sem glúten foi elaborado uma amostra padrão. A partir desta amostra foi realizada substituições por meio de Matriz do planejamento fatorial completo (PFC 2²).

Tabela 1: Matriz do planejamento fatorial completo (PFC 2²).

FORMULAÇÕES (F)	Concentração de Farinha de Grão de Bico (%)	Concentração de Goma Xantana (%)
1	-1 (10)	-1 (0,5)
2	+1 (20)	-1 (0,5)
3	-1 (10)	+1 (1,5)
4	+1 (20)	+1 (1,5)
5	0 (15)	0 (1,0)
6	0 (15)	0 (1,0)
7	0 (15)	0 (1,0)
8	-	-

F1: 10% de farinha de grão de bico e 0,5% de goma xantana; F2: 20% de farinha de grão de bico e 0,5 % de goma xantana; F3: 10% de farinha de grão de bico e 1,5 % de goma xantana; F4: 20% de farinha de grão de bico e 1,5 % de goma xantana; F5: 15% de farinha de grão de bico e 1,0 % de goma xantana; F6: 15% de farinha de grão de bico e 1,0% de goma xantana; F7: 15% de farinha de grão de bico e 1,0 % de goma xantana; F8: Padrão (sem adição de farinha de grão de bico e goma xantana).

Fonte: autoria propria (2017).

A Tabela 2 apresenta as formulações que foram desenvolvidas e analisadas. As quantidades de farinha mista, açúcar, ovo, azeite de oliva, água e fermento biológico, foram padronizadas para as formulações. As quantidades de farinha de grão de bico e goma xantana foram variadas nas formulações.

Tabela 2: Quantidades dos ingredientes utilizados na formulação padrão de pão sem glúten em gramas.

Ingredientes	Formulações							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Farinha mista	130,5	116,0	130,5	116,0	120,25	120,25	125,25	145,0
Farinha de	14,5	29,0	14,5	29,0	21,75	21,75	21,75	-
Grão de bico								
Sal	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Açúcar	15	15	15	15	15	15	15	15
Vinagre	4	4	4	4	4	4	4	4
Ovo	50	50	50	50	50	50	50	50
Azeite de	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5
Oliva								
Água	50	50	50	50	50	50	50	50
Fermento	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Biológico								
Seco								
Goma	0,725	0,725	2,175	2,175	1,45	1,45	1,45	-
Xantana								

Fonte: autoria propria (2017).

5.2.2.2 Obtenção do pão

Foram produzidos 8 pães, conforme a formulação da tabela 02. Os ingredientes secos foram misturados inicialmente, posteriormente os líquidos e então o fermento e a goma xantana. Após o término da mistura, a massa foi acondicionada em forma previamente untada de 80 mm de comprimento e 40 mm de largura. A massa foi deixada fermentar durante 30 minutos. A massa foi levada ao forno preaquecido e assada durante 20 minutos a temperatura de 180 °C. Após assados, os pães foram desenformados e deixados esfriar durante uma hora para então ser iniciadas as análises físico-químicas e instrumentais. O fluxograma do processamento dos pães é apresentado na Figura 5.

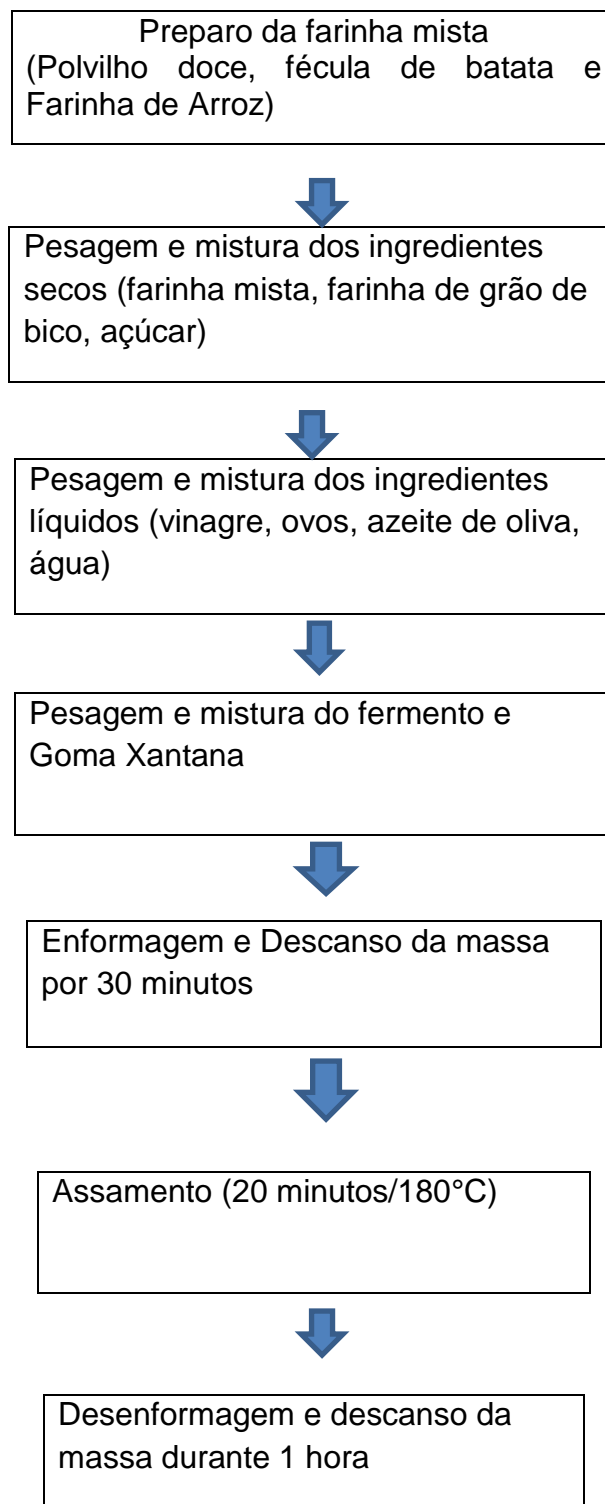


Figura 5- Fluxograma do processamento dos pães.
Fonte: autoria própria (2017).

5.2.3 Análises físico-químicas e instrumentais da matéria prima (farinha de grão de bico)

Cor: Realizado com o colorímetro Minolta (Chromameter CR-300, sistema L^* , a^* , b^* Color Space, por refletância). Os parâmetros de cor avaliados foram luminosidade (L^* , 100 para branco e 0 para preto); e coordenadas de cromaticidade do sistema CIE/LAB (a^* , (60-) para verde e (60+) para vermelho; b^* , (60-) para azul e (60+) para amarelo; com iluminante D65 e 45° de ângulo).

A Figura 6 representa os espaços de cor para cada sistema.

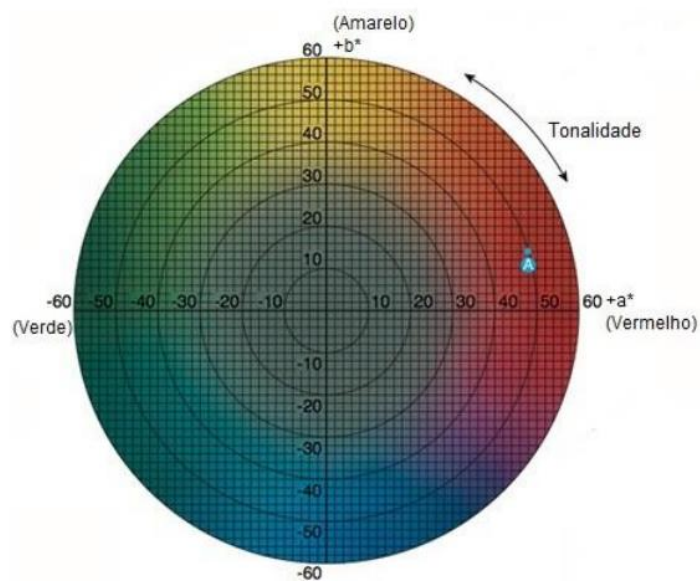


Figura 6 – Espaço de cor CIE Lab
Fonte: Konica Minolta (2015).

Proteína Para determinação de proteínas foi utilizado o método de Kjeldahl clássico conforme descrito pelo Instituto Adolf Lutz (2008). Para o cálculo do teor de proteína, presente nos pães utilizou-se a Equação 1 e Equação 2:

$$\% \text{ nitrogênio total} = \frac{v.n.f.0,014}{P} \cdot 100 \quad (\text{Equação 1})$$

$$\% \text{ proteínas} = \% \text{ nitrogênio total} \cdot F \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

V é a diferença entre o volume de ácido sulfúrico 0,05 M e o volume de hidróxido de sódio 0,1 M gastos na titulação;

P é a massa da amostra, em g;

f é o fator de conversão (5,75).

Lipídios Para a análise de lipídios foi utilizado o método de extração direta em Soxhlet, conforme descrito pelo Instituto Adolf Lutz (2008). Para determinação do teor de lipídios foi utilizada a Equação 3:

$$\% \text{ Lipídios} = \frac{100.P1}{P2} \quad (\text{Equação 3})$$

Sendo,

$P1$ é a massa de lipídios extraídos, em g;

$P2$ é a massa da amostra, em g.

Cinzas Determinou-se o teor de cinzas por meio do método de resíduos por incineração (018/IV), descrito pelo Instituto Adolf Lutz (2008). O produto foi aquecido a temperaturas entre 550°C e 570°C em forno mufla. Para calcular o teor de cinzas foi utilizada a Equação 4:

$$\% \text{ Cinzas} = \frac{100.N}{P} \quad (\text{Equação 4})$$

Sendo:

N a massa de cinzas, em g;

P a massa da amostra, em g.

Umidade: Determinada pelo método gravimétrico de perda de massa por dessecação em estufa a 105 °C, através da metodologia descrita pela AOAC (2005).

Para calcular o teor de umidade foi utilizada a Equação 5

$$\% \textit{umidade} = \frac{100.N}{P} \quad (\text{Equação 5})$$

Sendo:

N a perda de massa, em g;

P a massa da amostra, em g.

Carboidratos: Calculados por diferença de acordo com a Resolução RDC n° 360, de 23 de Dezembro de 2003, conforme a Equação 6 (BRASIL, 2003).

$$\% \textit{Carboidratos} = [100 - (\% \textit{umidade} + \% \textit{cinzas} + \% \textit{proteína bruta} + \% \textit{lipídios totais})]. \quad (\text{Equação 6})$$

Atividade de água: Realizada em equipamento modelo AquaLab 4TE, marca Decagon Devices à temperatura de 25 °C.

Todas as análises foram realizadas em triplicata.

5.2.4 Análises no pão sem glúten com adição de farinha de grão de bico

Textura: A textura dos pães foi avaliada de acordo com o método da AACC 74-09 (AACC, 1995), com o uso de um texturômetro TA-XT2i (*Stable Micro System*, Inglaterra). Após 1 hora de resfriamento os pães foram fatiados (25 mm de espessura). As fatias externas de ambas as laterais foram descartadas. As amostras foram comprimidas por duas vezes até 55% da altura com um *probe* cilíndrico de 35 mm de diâmetro. Para cada formulação, três repetições foram realizadas. Foi avaliado a dureza/firmeza e a elasticidade dos pães.

Cor: A avaliação da cor foi realizada com o auxílio de colorímetro Minolta (Chromameter CR-300, sistema L*, a*, b* Color Space, por refletância). Os parâmetros de cor considerados foram luminosidade (L*, 100 para branco e 0 para preto); e coordenadas de cromaticidade do sistema CIE/LAB (a*, (-) para verde e (+) para vermelho; b*, (-) para azul e (+) para amarelo; com iluminante D65 e 45° de ângulo).

Volume específico: Após os pães serem assados, foram resfriados durante 1 hora em temperatura ambiente, o volume foi determinado pela técnica de deslocamento de sementes. O volume específico foi calculado pela razão entre o volume e seu peso (mL/g).

Todas as análises foram realizadas em triplicata

5.2.5 Análise dos resultados

Para todos os experimentos, os resultados obtidos representaram médias de triplicatas, as quais foram analisadas quanto à variância (ANOVA). Diferenças significativas entre as médias dos tratamentos foram determinadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) utilizando o programa Statistica 7.0 (Statsoft, USA).

6.RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FARINHA DE GRÃO DE BICO

A composição centesimal da farinha de grão de bico, obtida pelos métodos citados no item 5.2.4 esta disposta na Tabela 03.

Tabela 3: Resultados para a composição centesimal da farinha de grão de bico

Propriedades	Farinha de Grão de Bico (g/100g)
Umidade	9,73±0,05
Proteína	24,48±0,08
Cinzas	2,75±0,10
Lipídeos	6,92±0,10
Carboidratos	56,12±0,73

Valores expressos em médias seguidas de desvio padrões.

Resultados expressos em base seca.

Fonte: autoria propria (2017)

O teor de umidade da amostra encontrou-se dentro do limite exigido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (1978), a qual permite o máximo de 15% de umidade para farinhas, limite necessário para o armazenamento e conservação adequada da mesma.

Segundo o estudo de Polesi (2012) que estudou as propriedades físico-químicas e sensoriais de massas, a análise centesimal da farinha de grão de bico, foi relativamente próxima em todas as características (Umidade 7,8g; proteína 21,46g; cinzas 2,74g; lipídeos 4,75g).

Valim e Batistuti (2000) ao quantificar a farinha de grão de bico, obtiveram valores de proteína, umidade, lipídios, cinzas e carboidratos de 14,10g, 16,30g, 8,60g, 2,79g e 58,21g respectivamente, sendo uma farinha com umidade mais elevada, resultando em valores mais baixos que os encontrados neste estudo.

Os carboidratos são a principal fonte de energia do corpo humano, ele também deve ser consumido para o bom funcionamento do sistema nervoso. No estudo de Andreazza et al., (2015), a farinha de feijão branco cru apresentou 43g de carboidratos, valor significativamente mais baixo que a farinha de grão de bico.

A quantidade de carboidratos encontrados por Ferreira, Brazaca e Arthur (2006), em grão de bico cru e cozido foi de 45,37g e 38,86g respectivamente. Pode ser notado que estes resultados estavam abaixo do encontrado na farinha de grão de bico.

A atividade de água é considerada uma propriedade fundamental no controle de qualidade de alimentos, pois esta expressa o teor de água livre presente no alimento (ALZAMORA, 1984). A maioria dos microrganismos cresce em meio com atividade de água no intervalo de 0,900 à 0,99.

O valor médio encontrado foi menor que 0,60, ou seja, dentro dos padrões para farinha. A média foi de $0,45 \pm 0,90$, devido a esta baixa atividade de água, a mesma não apresenta condições ideais para o crescimento microbiano, tornando-se um produto microbiologicamente estável.

Tabela 4: Parâmetros instrumentais de cor da farinha (L*, a* e b*).

Parâmetros	Farinha de grão de bico
L*	70,58±3,99
a*	3,12±0,37
b*	32,52±1,43

Valores expressos em médias seguidas de erros-padrões.

Fonte: autoria propria (2017)

A cor da farinha poderá influenciar diretamente na cor final dos pães. Na Tabela 04 são apresentados os valores médios encontrados nas análises de cor da farinha de grão de bico. O parâmetro L* representa luminosidade que ficou próximo da cor branca, os padrões a* e b* apresentam valores positivos, valores na faixa vermelho e amarelo respectivamente.

6.2 ANÁLISES INSTRUMENTAIS DOS PÃES DA FARINHA DE GRÃO DE BICO

6.2.1 Volume específico dos pães

O volume específico é uma medida importante para verificar a capacidade da farinha de reter gás no interior da massa e desta forma proporcionar o crescimento dos pães.

Pães sem glúten apresentam maior dificuldade no desenvolvimento da massa, pois não formam a rede de glúten que garante o aprisionamento do gás formado pela fermentação, quando existe a adição de farinhas ricas em fibras, podem apresentar volumes ainda mais reduzidos em consequência ao aumento da resistência da massa (MOREIRA, 2007).

A tabela 05 apresenta os valores de volume específico, de acordo com a formulação da farinha de grão de bico.

Tabela 5: Valores Volume específico.

Formulação	Volume Específico (mL.g ⁻¹)
1	1,53±1,50 ^e
2	1,55±1,20 ^{cde}
3	1,53±1,06 ^e
4	1,54±1,92 ^{de}
5	1,65±1,46 ^b
6	1,63±1,12 ^{bcd}
7	1,62±0,51 ^{bc}
8 (Padrão)	2,03±1,68 ^a

Valores expressos em médias seguidas de erros-padrões.
 Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si (P≤0,05)
 Fonte: autoria própria (2017)

Tabela 6: Efeito das variáveis farinha de grão de bico e goma xantana no (PFC 2²) sobre a resposta de volume específico de pães.

Variáveis	Efeito	Erro padrão	T(3)	p-valor
Media	1,57	0,02	64,76	0,0000
Farinha de grão de bico	0,01	0,06	0,18	0,8675
Goma Xantana	-0,001	0,06	-0,02	0,9809
Farinha de grão de bico X goma xantana	-0,005	0,06	-0,07	0,9429

Fonte: autoria propria (2017)

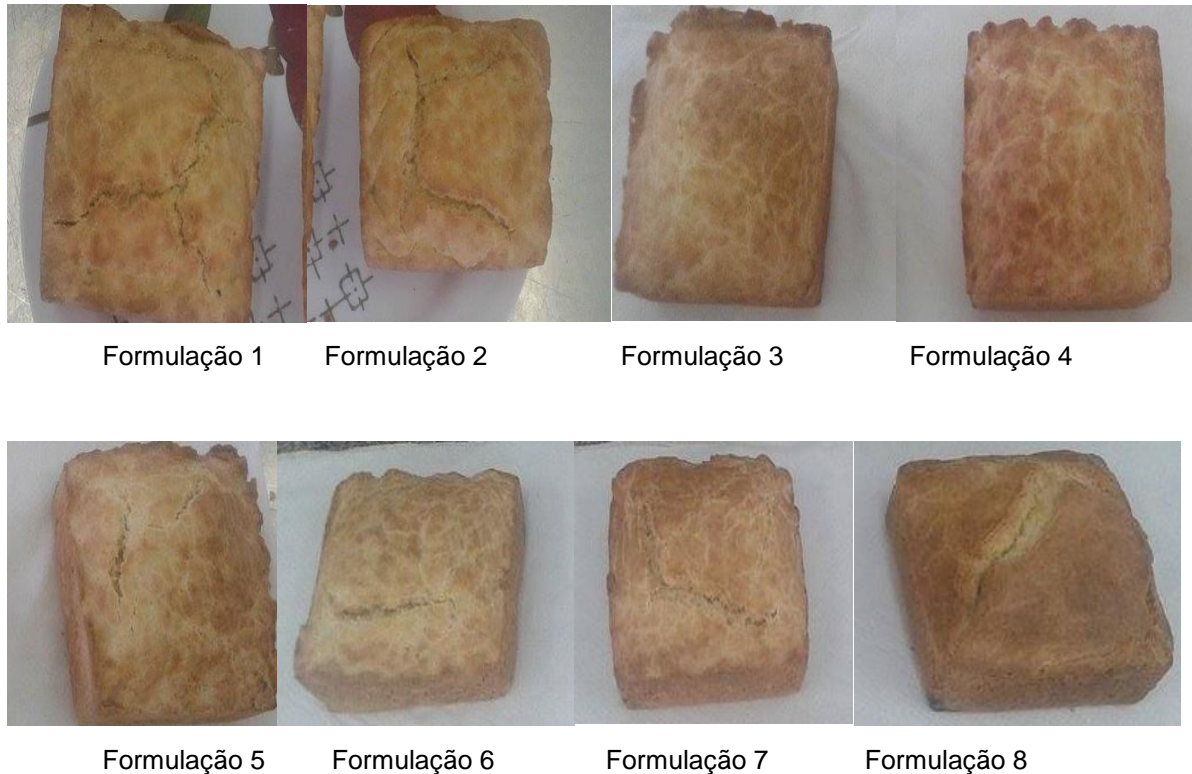
Segundo Bushuk (1985), o volume do pão na maioria das vezes é diretamente proporcional ao conteúdo de proteína. De forma objetiva, o volume específico, expressa a qualidade da farinha avaliada quanto as características de panificação.

Observa-se que na Tabela 06, que a adição de farinha de grão de bico apresentou efeito não significativo ao nível de 5% de significância. A goma xantana apresentou efeito negativo e não significativo na faixa estudada, quando comparada a padrão sem adição de goma xantana ($2,03 \pm 0,01 \text{ mL/g}$), o volume foi maior. Quando observadas as médias do volume das formulações (Tabela 05), nota-se que ocorre a redução do volume dos pães quando aumentamos a concentração de goma. Esta redução de volume específico causada pela goma xantana pode ser atribuída pelo fato da capacidade de tornar a massa resistente, causando uma lenta e limitada expansão das células de gás durante a fermentação. (MOREIRA, 2007).

Mesmo sabendo que pães isentos de glúten apresentam baixa capacidade de expansão, pode ser observado que a formulação padrão, apresentou valores superiores aos com adição de goma xantana.

Crize et al. (2016) avaliaram a adição de goma xantana e hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) em pão sem glúten, relataram que o pão com maior volume específico foi o pão que continha 2% de HPMC e ausência de xantana e que conforme a adição de goma xantana se elevava, maior a redução no volume específico dos pães.

6.2.2 Cor dos pães



**Figura 7 - Painel que demonstra a tonalidade de cada formulação.
Fonte: autoria própria (2017).**

Um dos atributos mais importantes e que mais influenciam na hora da decisão da compra é a cor dos alimentos. A cor também representa indicador de pigmentos durante o escurecimento não enzimático e o processo de caramelização (IBANOGLU, 2002).

O parâmetro a^* apresenta a faixa de cor do verde (-) ao vermelho (+), que apresenta valores negativos na análise do miolo, ou seja tendem a cor verde, já a cor da casca apresenta valores positivos, ou seja, tendem a cor vermelha. Já o parâmetro b^* apresenta a faixa de cor amarela (+) e azul (-), tanto a casca como o miolo resultaram em valores positivos, ou seja, tendem para a cor amarela (Tabela 7,9).

Para o parâmetro luminosidade L^* , valores próximos a 100 tendem a cor branca, valores que se aproximam de 0, tendem a cor preta. Para a cor do miolo, observou-se uma diminuição da luminosidade, conforme aumenta a concentração de

farinha de grão de bico utilizada na formulação, com valores de 59,00 e 60,60 para as formulações 2 e 4, que tem porcentagem de 20% de farinha de grão de bico. Já as formulações 1 e 3, que possuem 10% de farinha de grão de bico apresentam mais luminosidade, as formulações 5, 6 e 7 mostraram valores intermediários já que a concentração de farinha adicionada foi 15%.

Copini et al., (2016) encontraram valores semelhantes, onde os pães com aumento da concentração de farinha do mesocarpo do babaçu tiveram sua luminosidade diminuída. Nota-se que Francisco et al., (2015) com o estudo sobre pães elaborados com farelo de arroz desengordurado, (10%:L= 52,21±1,92 e 20%: L= 46,03±1,90) também obtiveram resultados iguais aos deste trabalho, pães que com o aumento da concentração da farinha aumentou o escurecimento dos pães.

Os valores de L* da casca foram menores que os do miolo, ou seja quanto mais próximo de zero, mais tende ao preto. Isso se explica pela caramelização de açúcares e reação de Maillard na casca, a presença de açúcares, ovos e calor acelera estas reações. No interior do pão não ocorrem estas reações, pois a temperatura interna não atinge temperatura maior que a de evaporação da água, favorecendo coloração mais clara (STEFFOLANI et al., 2014; GIESE, 2000).

As Tabelas 7 e 9 apresentam a avaliação dos efeitos dos parâmetros de cor para o miolo e para a casca. A casca apresentou diferença significativo para o parâmetro b*, que foi influenciado pela goma xantana, e no miolo o parâmetro a* foi influenciado pela farinha, apresentando p-valor<0,05. Ou seja, quanto maior a concentração de goma xantana, independentemente da quantidade de farinha, menor será o valor do parâmetro b* da casca. Quanto maior a concentração de farinha, independentemente da quantidade de goma xantana, menor o valor do parâmetro a* do miolo. Isso pode ser observado na Figura 8.

Em relação ao controle é possível observar que a concentração de farinha de grão de bico influencia na cor, variando com a concentração utilizada.

Tabela 7: Parâmetros instrumentais de cor do miolo (L*, a* e b*) das 7 formulações do planejamento experimental.

Propriedades	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
L	64,05±2,14 ^{ab}	59,00±2,11 ^b	64,49±1,06 ^a	60,60±2,92 ^{ab}	63,47±1,46 ^a	63,05±1,12 ^a	63,70±0,51 ^a
a*	-4,73±0,25 ^c	-3,32±0,14 ^a	-4,51±0,52 ^{bc}	-3,61±0,45 ^{ab}	-4,54±0,36 ^{bc}	-4,17±0,32 ^{abc}	-4,26±0,40 ^{abc}
b*	22,41±0,62 ^a	21,62±1,23 ^a	22,66±0,99 ^a	21,76±0,63 ^a	23,05±0,77 ^a	23,78±0,72 ^a	23,51±0,48 ^a

Valores expressos em médias seguidas de erros-padrões.
 Letras iguais na mesma linha não diferem entre si (P≤0,05).
 Fonte: autoria propria (2017).

Tabela 8 – Efeito das variáveis *Farinha de Grão de Bico* e *Goma Xantana* nos parâmetros de cor do miolo.

Fatores	L*				a*				b*			
	Efeito	Erro	t(3)	p-valor	Efeito	Erro	t(3)	p-valor	Efeito	Erro	t(3)	p-valor
Média	62,62	0,89	69,70	0,0000	-4,16	0,09	-41,80	0,0000	22,63	0,42	53,85	0,0000
Farinha de grão de bico	-2,96	2,37	-1,24	0,3005	1,15	0,26	-4,37	0,0220	-0,68	1,11	-0,61	0,5840
Goma Xantana	2,52	2,37	1,060	0,3668	-0,03	0,26	-0,12	0,9073	0,35	1,11	0,32	0,7694

Fonte: autoria propria (2017).

Tabela 9: Parâmetros instrumentais de cor da casca (L*, a* e b*) das 7 formulações do planejamento experimental.

Propriedades	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
L	44,44±3,07 ^a	43,33±3,01 ^{ab}	43,41±4,00 ^{abc}	41,85±3,32 ^c	45,97±1,98 ^{bc}	42,93±3,92 ^c	43,33±1,04 ^c
a*	3,55±1,11 ^b	5,78±0,55 ^{ab}	7,63±1,04 ^a	8,00±0,63 ^a	7,33±1,68 ^a	7,72±0,25 ^a	7,96±1,08 ^a
b*	24,00±1,59 ^a	23,66±1,10 ^a	20,12±1,55 ^b	19,23±1,54 ^b	21,31±0,37 ^{ab}	19,88±2,09 ^b	19,87±0,32 ^b

Valores expressos em médias seguidas de erros-padrões.
 Letras iguais na mesma linha não diferem entre si (P≤0,05).
 Fonte: autoria propria (2017)

Tabela 10 – Efeito das variáveis *Farinha de Grão de Bico* e *Goma Xantana* nos parâmetros de cor da casca.

Fatores	L*				a*				b*			
	Efeito	Erro	t(3)	p-valor	Efeito	Erro	t(3)	p-valor	Efeito	Erro	t(3)	p-valor
Média	47,12	1,60	29,34	0,0000	6,94	0,50	13,88	0,0000	21,18	0,49	42,47	0,0000
Farinha de grão de bico	-3,63	4,24	-0,85	0,4550	1,29	1,32	0,98	0,3990	-0,46	1,31	-0,35	0,7470
Goma xantana	-8,96	4,24	-2,10	0,1255	3,15	1,32	2,38	0,9075	-4,30	1,31	-3,25	0,0472

Fonte: autoria propria (2017)

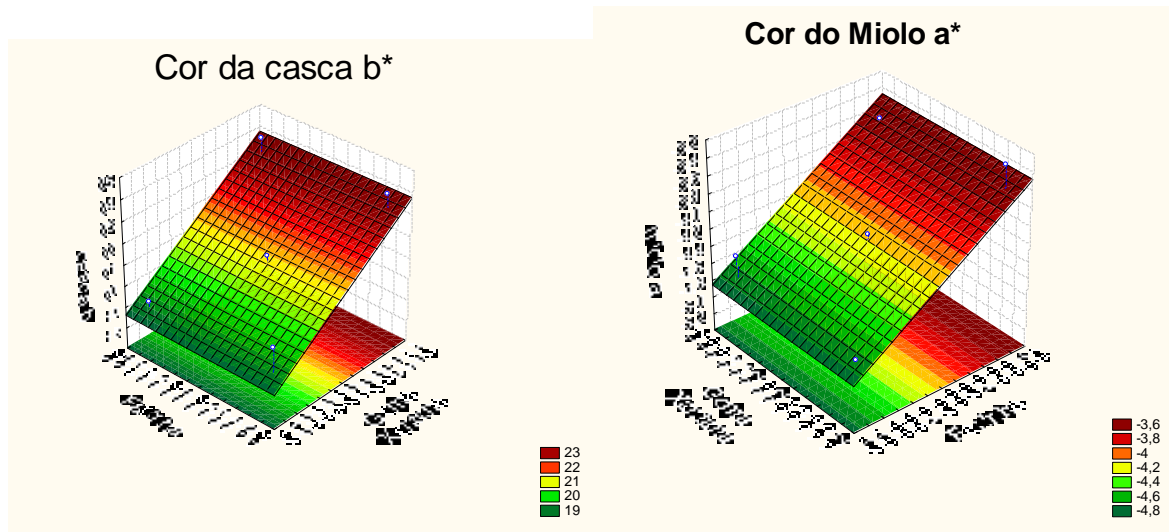


Figura 8 - Representação gráfica dos parâmetros a^* e b^* que foram significativas nas formulações (a*) casca; (b*) miolo.

Fonte: autoria propria (2017).

6.2.3 Textura

A textura dos alimentos pode ser definida como características físicas que provem da estrutura do alimento. Esses parâmetros de textura podem ser avaliados pelas análises de textura que podem ser instrumentais ou sensoriais. A textura apresenta um importante indicador de qualidade e frescor, sendo uma característica importante para a aceitabilidade do produto (BRADY, MAYER, 1985).

A dureza ou firmeza dos pães está relacionada com a força necessária para ocasionar deformação ou rompimento da amostra, que pode ser relacionada com a mastigação humana, ou seja, o consumidor deseja adquirir um produto que seja macio e flexível.

Através dos resultados obtidos nas formulações de estudo, pode-se observar que tanto a adição de goma xantana quanto a adição de farinha de grão de bico foi significativa ($p < 0,05$) na dureza/firmeza do pão.

A Figura 9 trás a representação gráfica para a firmeza/dureza das formulações dos pães. Podemos observar a partir deste que a área em verde representa os pães com menores valores de firmeza, ou seja, pães menos duros. A parte em vermelho os pães mais firmes e duros, que possuem maior concentração

de farinha de grão de bico e também maior concentração de goma xantana. A parte do gráfico em amarelo representa uma firmeza mediana.

Já a Figura 10 mostra a elasticidade, que foi significativa apenas para a quantidade de farinha adicionada ($p < 0,05$) não sendo significativa para a goma xantana, ou seja quanto menor a quantidade de farinha, mais elástica será a massa, representado graficamente pela cor vermelha.

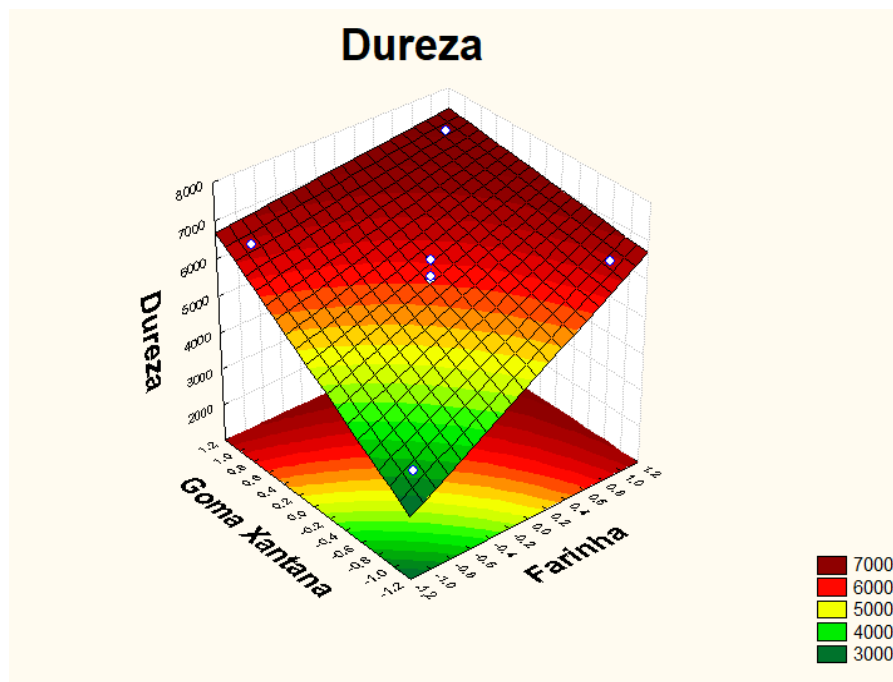


Figura 9 - Representação gráfica da dureza dos pães das formulações.
Fonte: autoria própria (2017).

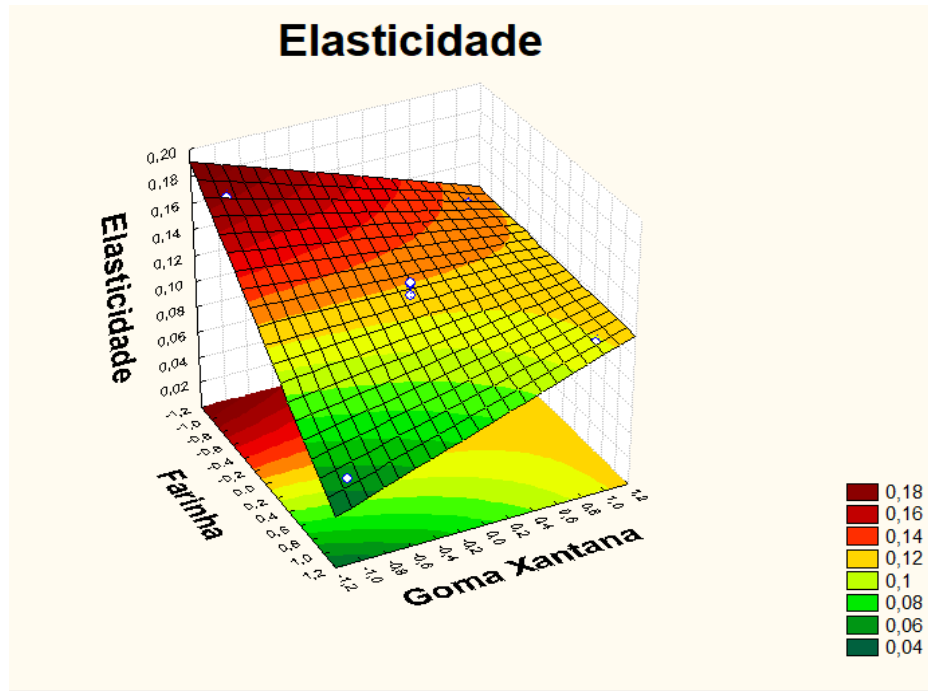


Figura 10 - Representação gráfica da elasticidade dos pães das formulações.
Fonte: autoria própria (2017).

A mudança da textura depende da umidade da massa, qualidade da farinha, presença de glúten ou não, utilização de melhoradores (ESTELLER e LANNES 2005).

Estudos feitos por Huerta (2015) e também por Borges et al, (2011) mostraram resultados semelhantes ao utilizar farinha de chia para desenvolvimento de pão sem glúten, onde a firmeza dos pães aumentou conforme o aumento do percentual de farinha de chia. O aumento destes parâmetros pode estar associado com a redução do volume específico dos pães e a diminuição da água livre, que ocasiona a perda da maciez (ANTUNES et al., 2003; KOWASLKI et al., 2002; BORGES et al., 2011).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 CONCLUSÃO

A partir da realização deste trabalho pode se observar que é possível o desenvolvimento de pães a partir da farinha de grão de bico. Com base nos resultados obtidos, foi possível elaborar pães com diferentes concentrações de farinha de grão de bico com adição de goma xantana.

Os pães com farinha de grão de bico apresentaram-se mais escuros quando comparados ao padrão. A adição de farinha de grão de bico ocasionou diminuição do L^* , maiores valores de a^* e menores valores de b^* indicando um escurecimento do produto, tanto no miolo quanto na casca. Os parâmetros de textura foram influenciados pela adição de farinha de grão de bico e de goma xantana na formulação. Tanto a dureza quanto a elasticidade, foram maiores com a adição de farinha de grão de bico, e a dureza foi influenciada também pela adição de goma xantana, quanto maior a concentração mais duro se tornou o pão. O volume específico apresentou efeito negativo e não significativo, quando comparado ao padrão sem a adição de goma xantana.

Desta forma, as duas melhores formulações foram a 1 e 3, que tiveram menor adição de farinha de grão de bico e goma xantana.

Como pão é um produto altamente popular, de fácil disponibilidade e aquisição, a adição de farinha de grão de bico na sua formulação é uma forma de acrescentar o grão de bico e suas características nutricionais na alimentação, tornando-se uma opção a mais para o público que apresenta a doença celíaca ou que também para os que buscam uma alimentação com restrição de glúten.

7.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Tendo como resultado que a adição de goma xantana não foi significativa, sugere-se um futuro estudo onde seja adicionado um novo agente que melhore as características tecnológicas do pão sem glúten.

Outra sugestão é realizar análise sensorial bem como as análises físico-químicas dos pães para determinar a composição centesimal destes.

REFERÊNCIAS

ABREU, R. W., BARBOSA, S. F. C., TORRE, J. C. de M. Della, LICHTIG, J., ZENEBON, O.. Detecção de glúten em alimentos por meio de ELISA Detection of gluten in foods by means of ELISA. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, 65(3), 176–180, 2006.

ANDREAZZA,G.L. , ANZOLIN, C. , BEBBER,V.W. , MARQUES, F.A. , SOUZA, S.O., BARROS, M. , MELO,S.S. Effects of phaseolamine, white bean raw and baked flours on the nutritional status and biochemical profile of healthy young rats. **Nutrire**. Aug;40(2):137-144, 2015.

ANTUNES, A.E.C., MOTTA,E.M.P., ANTUNES,A.J.. Perfil de textura e capacidade de retenção de água de géis ácidos de concentrado proteico de soro de leite. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas. 23:183-189, 2003.

APLEVICZ, K. S. Fermentação natural em pães: ciência ou modismo. Doutora em Ciência dos Alimentos e professora no Instituto Federal de Santa Catarina (Área de alimentos). **Aditivos e Ingredientes**. 2014. Disponível em <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/646.pdf > Acesso em: 01 de setembro de 2017.

ALZAMORA, S. M. Preconservacion de frutas por métodos combinados. In: **Congreso mundial de tecnologia de alimentos**, 1984, Buenos Aires. Anais. Buenos Aires, 1984.

ARAÚJO, H. M. C., ARAÚJO, W. M. C., BOTELHO, R. B. A., ZANDONADI, R. P. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 467-474, 2010.

AVANCINI, S.R., SALES, A.M., AGUIRRE, J.M., MANTOVANI, D.M.B. Composição química e valor nutricional de cultivares de grão-de-bico produzidos no Estado de São Paulo. **Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 145-53, jul./dez. 1992.

BORGES,J.T.S., PIROZI,M.R., PAULA,C.D., RAMOS,D.L., CHAVES,J.B.P. Caracterização físico-química e sensorial de pão de sal enriquecido com farinha integral de linhaça. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.29,n.1,p.83-96,jan-jun.2011.

BRADY, P.L.; MAYER, S.M. Correlation of sensory and instrumental measures of bread texture. **Cereal Chemistry**, v.62, p.70-2, 1985.

BRAGA, N. R., VIEIRA, C. Efeito da inoculação com *Bradyrhizobium* sp, Nitrogênio e micronutrientes no rendimento do grão de bico. **Bragantia**, Campinas. v.57, n.2, p.1-5, 1998.

BRANDÃO, S. S.; LIRA, H. de. L. Tecnologia de Panificação e Confeitaria. RecifePE: EDUFRPE, 148 p. 2011.

BRANDÃO, L. V.; ESPERIDIÃO, M. C. A.; DRUZIAN, J. I. Utilização do soro de mandioca como substrato fermentativo para a biosíntese de goma xantana: viscosidade aparente e produção. **Polímeros São Carlos**, v. 20, p. 175-180, 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. Resolução-RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a Rotulagem Nutricional de Alimentos, Embalados, tornando obrigatória a Rotulagem Nutricional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 26 dez. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 90, de 18 de outubro de 2000. **Regulamento Técnico Para Fixação de Identidade e Qualidade de Pão**.

BRASIL. Resolução - RDC nº 90, de 17 de outubro de 2000. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78_pao.htm>. Acesso em 20 de outubro de 2017.

BUSHUK, W. Flour proteins: structure and functionality in dough and bread. **Cereal Foods World**, Saint Paul, v.30, n.7, p.447-451, 1985.

CALVEL, R. O pão francês e os produtos correlatos. Tecnologia e práticas da panificação. Fortaleza: J. Macêdo S.A, 287, 1987.

CANNIATTI, S.G., SILVA, F.C. Enhancers and inhibitors of iron availability in legumes. **Plant Food for Human Nutrition**, v. 58, p. 1-8, 2004.

COPINI, P., CAMILI, E. A., HERNANDES, T. Caracterização física e química de pão de forma com farinha de mesocarpo do babaçu, 55(65), 2016.

ESTELLER, M. S.; LANNES, S. C. S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 802-806, 2005.

ESTELLER, M. S. Fabricação de pães com reduzido teor calórico e modificações reológicas ocorridas durante o armazenamento. Dissertação (Programa de Pós Graduação em tecnologia Bioquímica Farmacêutica. Área de Tecnologia de Alimentos)-Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

FAO (Food and Agriculture Organization) - Enriquecimento de los alimentos. Desnutrición protéico calórica. Comité Mixto FAO/OMS de Expertos em Nutrición, Organización Mundial de La Salud, Serie de Informes Técnicos, Organización Mundial de La Salud, Ginebra, 1982.

FALLIS, A. Cookie isento de glúten obtido com biomassa e farinha de banana (Musa paradisíaca) VERDE. **Journal of Chemical Information and Modeling**, 53(9), 1689–1699, 2013.

FARO, H. C. DOENÇA CELÍACA: revisão bibliográfica MONOGRAFIA. Brasília – DF 2008.

FERREIRA, A. C. P, BRAZACA, S. G. C., ARTHUR, V. Alterações químicas e nutricionais do grão-de-bico (cicer arietinum L.) cru irradiado e submetido à cocção. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 26(1): 80-88, jan.-mar. 2006.

FRANCISCO, A. M., ROGER, P. A. Z., MARQUES, V., SCHUMANN, C. Características tecnológicas de pães elaborados com farelo de arroz desengordurado Technological characteristics of bread prepared with defatted rice bran, 128–136, 2015.

GIESE, J. Color measurement in foods as a quality parameter. *Food Technology*, Chicago, v. 54, n. 2, p. 62-63, 2000.

HUERTA, K.M. Utilização de farinha de chia na elaboração de pão sem Glúten sem adição de goma e gordura. Programa de pós-graduação em ciência e tecnologia dos alimentos. Santa Maria, RS, 2015.

IBANOGLU, E. Kinetic study in colour changes in wheat germ due to heat. Journal of Food Engineering, v. 51 p. 209- 213, 2002.

KONICA MINOLTA. Entendendo o Espaço de Cor L*a*b*. Disponível em:<<http://sensing.konicaminolta.com.br/2013/11/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/>>. Acessado em: 20 de outubro 2017.

KOWALSKI, M.B., CARR, L.G., TADINI, C.C. Parâmetros físicos de textura em pão francês produzido na cidade de São Paulo. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Anais XVIII SBCTA. Porto Alegre. 20:31-36, 2002.

LIMA, J. F. O. Revista vida e saúde: Sabor do oriente. Editora dos adventistas do sétimo dia. p.44. São Paulo, agosto, 2009.

LIMA, C. C. Aplicação das Farinhas de Linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e Maracujá (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*) no Processamento de Pães com Propriedades Funcionais. 2007. 157 f. (Dissertação) Mestrado em tecnologia em alimentos. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

LIU, M., OLESON, F. Agriculture e Agri-Food Canada. Dry peas: Situation and outlook. Bi-weekly Bulletin, 21(2), 2008. Disponível em: <<http://publications.gc.ca/collections/Collection/A27-18-14-3E.pdf>>. Acessado em setembro de 2017.

MANARA, W., RIBEIRO, N. D. Grão-De-Bico. Ciência Rural, 1992. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/S0103-84781992000300019>>. Acessado em novembro de 2017.

MATOS, M. I. S. As Relações Portugal-Brasil No Século XX: Pelo pão e pela liberdade. Imigrantes, padeiros e experiências políticas em São Paulo (1870-1945). Porto: Fronteira do Caos e CEPES, 2010.

MOREIRA, M. R. Elaboração de pré-mistura para pão sem glúten para celíacos. 2007. 102 f. Dissertação (mestrado em Ciencia e Tecnologia dos Alimentos)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

PEREIRA, J., CIACCO, C. F., VILELA, E. R., PEREIRA, R. G. F. A. Função dos ingredientes na consistência da massa e nas características do pão de queijo. Ciên.Tecnologia Alimentos. v.24, n.4, p. 494-500, 2004.

Polesi, L. F. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DE MASSAS ALIMENTÍCIAS ELABORADAS COM FARINHAS DE LEGUMINOSAS TRATADAS HIDROTERMICAMENTE *, 101–110, 2012.

PRADELLA, J.G.C. Biopolímeros e Intermediários Químicos. Relatório técnico n. 84396-205. Centro de Tecnologia de Processos e Produtos. Laboratório de Biotecnologia Industrial – LBI/CTPP. São Paulo. 2006.

VAN DERMAESEN, L.J.G. Origin, history and taxonomy of chickpea In: SAXENA, M.C., SINGH, K.B. The chickpea. Oxon: CAB International U.K., cap. 2, p. 11-34, 1987.

SAPONE, A., BAI, J. C., CIACCI, C., DOLINSEK, J., GREEN, P. H. R., KAUKINEN, K., SCHUMANN, M. Espectro das desordens relacionadas ao glúten : um consenso sobre nova nomenclatura e classificação, 2012.

SCHNEIDER, E. A cura e a saúde pelos alimentos. Casa publicadora brasileira. Tatuí, São Paulo, p. 142. 1982.

SDEPANIAN, V. L., MORAIS, M. B., FAGUNDES, U. Doença celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. vol.36, n.4, pp.244-257. ISSN 0004-2803, 1999.

SHIRANI, G., GANESHARANEE, R. Extruded products with Fenugreek (Trigonellafoenum-graecium) chickpea and rice: Physical properties, sensory acceptability and glycaemic index. New Zealand, 2008.

STEFANELLO, R. F. Produção, liofilização e aplicação de fermento natural em pão tipo sourdough. 2014. 160 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências rurais,

Universidade Federal de Santa Maria, 2014. Disponível em: http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=6115. Acesso em 18 de outubro de 2017.

STEFFOLANI, E., HERA, E., PÉREZ, G.; GÓMEZ, M. Effect of chia (*Salvia Hispanica L*) addition on the quality of gluten-free bread. *Journal of Food Quality*, 37, 2014.

TUBARI,R., SUMNU,G., SAHIN, S. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with diferente gums and na emulsifier blend. *Food Hydrocolloids*, v. 22p. 305-312, 2008.

VALIM,M.F.C.F.A., BATISTUTI, J.P. Efeito da extrusão termoplástica no teor de lisina disponível da farinha desengordurada de grão-de-bico. *ALAN* v.50 n.3 Caracas set. 2000.

VALSECHI, O. A. Aditivos. Texto transcrito de material didático fornecido pela sociedade brasileira de ciencia e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciencias Agrárias. Araras, São Paulo, 2001. Disponível em: <http://www.cca.ufscar.br/~vico/Aditivos.pdf>. Acesso em: 14 setembro 2017

WALLY, A. P. do S. Propriedades físico-químicas e nutricionais de farinhas mistas de trigo, arroz e soja para elaboração de pães. 2007. 90 f. Dissertação (Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.