

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**DESENVOLVIMENTO DE PÃO VEGANO SEM GLÚTEN UTILIZANDO
FARINHA DE LINHAÇA E FIBRA PSYLLIUM**

ESTHER NOGUEIRA BERNARDES

PORTO ALEGRE, 2019

**DESENVOLVIMENTO DE PÃO VEGANO SEM GLÚTEN UTILIZANDO
FARINHA DE LINHAÇA E FIBRA PSYLLIUM**

Trabalho de conclusão de curso de Graduação
apresentado ao Instituto de Ciência e Tecnologia
de Alimentos da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia de
Alimentos.

Orientador: Profa. Dra. Roberta Cruz Silveira
Thys

Coorientador: Profa. Dra. Simone Hickmann
Flores

PORTO ALEGRE, 2019

Trabalho de Conclusão de Curso

**DESENVOLVIMENTO DE PÃO VEGANO SEM GLÚTEN UTILIZANDO
FARINHA DE LINHAÇA E FIBRA PSYLLIUM**

Esther Nogueira Bernardes

Aprovada em: 19 / 12 / 2019

Conceito Final: A

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a. Dr^a Roberta Cruz Silveira Thys

ICTA/ UFRGS

Orientadora

Prof.^a. Dr^a Simone Hickmann Flores

ICTA/ UFRGS

Coorientadora

Prof.^a. Dr^a Florencia Cladera Olivera

ICTA/ UFRGS

Raquel Pischke Garske

Engenheira de Alimentos (UFRGS)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Marcos e Inês, por todo apoio, suporte, carinho e dedicação nos momentos da minha vida. Vocês são exemplos de luta e conquista. Sem vocês eu não teria chegado até aqui e não teria o privilégio de estar me formando. Aos meus irmãos, Gabriel e Sarah, que mesmo ocupados com seus trabalhos e estudos conseguiam um tempo para me ajudar quando mais precisava. Obrigada por sempre estarem ao meu lado e me aguentarem nos dias difíceis, amo todos vocês.

Agradeço ao meu namorado Henrique que esteve sempre ao meu lado desde a escolha do curso até os dias mais complicados de final de semestre. Obrigada por todo carinho, apoio, cuidado que você teve comigo, e por tentar sempre me manter calma e feliz nos dias mais difíceis. Ter você ao meu lado foi fundamental durante toda essa minha trajetória. Eu amo você.

Às minhas amigas Carol e Luana, pela amizade, companheirismo, ajuda, ensinamentos e por dividirem comigo as angústias e alegrias da engenharia. Ter vocês duas comigo durante o curso foi muito importante para mim. Espero que, apesar da distância, continuemos com a nossa amizade.

Aos meus amigos do colégio e do cursinho que sempre escutavam meus desabafos e reclamações e me animavam para continuar seguindo em frente em busca do meu sonho.

Às minhas professoras orientadoras, Roberta Thys e Simone H. Flores, a ajuda, orientação e os ensinamentos de vocês foram essenciais na elaboração deste trabalho. Admiro muito as pessoas e profissionais que vocês são.

Ao Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos e a UFRGS por me proporcionar um ensino de qualidade através de profissionais dedicados e por disponibilizar recursos e espaço para a realização deste trabalho.

RESUMO

A substituição do glúten na panificação geralmente gera pães com baixa qualidade sensorial e nutricional. Encontrar um substituto que consiga mimetizar as características estruturais do glúten e melhorar a característica nutricional do pão é de grande interesse. Retirar o ovo da formulação para tornar vegano o pão sem glúten é outro desafio, visto que este auxilia no sabor, cor, estrutura da massa, incorporação de ar e providencia líquido, gordura e proteína a formulação. Tendo em vista estas dificuldades, o presente estudo tem como objetivo avaliar a inclusão da farinha de linhaça como substituto de glúten e da fibra psyllium como melhorador de características nutricionais e tecnológicas de um pão vegano sem glúten através de análises de volume, cor, textura, estrutura interna do miolo, sensorial e tabela nutricional. A utilização da farinha de linhaça e da fibra psyllium trouxeram resultados satisfatórios. Em relação as características nutricionais, os pães produzidos neste trabalho podem ser classificados como fonte de proteína e os pães com 1,5% e 2,0% de psyllium como alto conteúdo de fibra. Além disso, os pães apresentaram baixa porcentagem de poros menores que 5 milímetros e ao adicionar 2,0% de fibra houve um aumento do volume específico do pão. O pão com 1,5% de psyllium obteve uma diminuição da firmeza do pão, bem como da mastigabilidade, quando comparado com o pão sem adição de fibra, e ambos pães apresentaram índice de aceitação maiores que 70% na análise sensorial feita por provadores não treinados.

Palavras-chave: fonte de proteína, fonte de fibra, panificação, plant based.

ABSTRACT

Gluten substitution in baking usually generates breads with low sensory and nutritional quality. A major industry's interest is to find a substitute that can mimic the structural characteristics of gluten and improve the nutritional characteristics of bread. Removing eggs from the formulation to turn the gluten free bread vegan is another challenge as it aids in taste, color, dough structure, air incorporation and provides liquid, fat and protein to the formulation. Given these difficulties, the present study aims to evaluate the inclusion of flaxseed as a gluten substitute and psyllium fiber as an enhancer of the nutritional and technological characteristics of a vegan gluten-free bread through volume, color, texture, internal crumb structure, sensory and nutritional table. The use of flaxseed flour and psyllium fiber brought satisfactory results. Regarding nutritional characteristics, all breads can be classified as protein source and breads with 1.5% and 2.0% psyllium as high fiber content. In addition, the breads presented a low percentage of pores smaller than 5 millimeters and adding 2.0% of fiber increased bread specific volume. The addition of 1,5% psyllium reduced bread firmness as well as chewiness when compared to non-fiber bread, and both breads had an acceptance rate greater than 70% in the sensory analysis performed by untrained tasters.

Keywords: protein source, fiber source, baking, plant based.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma do processamento de pães veganos sem glúten.....	44
Figura 2 – Fotos das fatias de cada pão.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formulações das amostras controle e dos pães veganos sem glúten com diferentes concentrações de fibra Psyllium.....	42
Tabela 2 – Composição centesimal dos pães controle e com adição de fibra psyllium...48	
Tabela 3 – Volume específico, cor e perda de peso dos pães controle e com adição de fibra psyllium.....	49
Tabela 4 – Resultados da análise de textura dos pães controle e com fibra psyllium e farinha de linhaça durante 7 dias de armazenamento.....	52
Tabela 5 – Resultados da análise da estrutura interna dos pães controle e com adição de fibra psyllium.....	54
Tabela 6 – Resultados da análise sensorial dos pães controle e com adição da fibra psyllium.....	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Índice de aceitação de cada atributo para os pães.....	57
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo geral	14
2.2. Objetivos específicos	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. Tendências do mercado da alimentação	15
3.1.1. Produtos veganos ou <i>Plant based foods</i> (PBF)	15
3.1.2. Produtos sem glúten	17
3.1.2.1. Glúten	17
3.1.2.2. Doenças relacionadas ao consumo de glúten	18
3.2. Mercado de produtos veganos e sem glúten	21
3.3. Dificuldades na panificação vegana sem glúten	23
3.3.1. Substituição do glúten	23
3.3.2. Substitutos do ovo	23
3.4. Características nutricionais dos produtos veganos sem glúten	24
3.4.1. Índice glicêmico	24
3.4.2. Teor proteico	25
3.4.3. Teor de fibras	26
3.5. Ingredientes da panificação vegana sem glúten	27
3.5.1. Farinhas sem glúten	27
3.5.2. Farinhas fontes de proteína	28
3.5.3. Hidrocoloides e gomas	30
3.5.4. Emulsificantes	32
3.6. Fibras	34
3.7. Benefícios da utilização de Linhaça e Psyllium	36
4. ARTIGO	37
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXO I	81

1. INTRODUÇÃO

Os estilos de vida das pessoas têm impactado de forma positiva no setor de alimentos e gerado muitas e diferentes possibilidades de investimento. Dentre as tendências para o mercado de alimentação no Brasil até o ano de 2020, o Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) (2010), através da publicação intitulada “*Brasil Food Trends 2020*”, destacou a sustentabilidade e ética e a saudabilidade. Neste contexto, produtos com menor “pegada de carbono” (*carbon footprint*), de baixo impacto ambiental, com inclusão de ingredientes funcionais e veganos, são cada vez mais observados nas prateleiras de lojas e supermercados como resposta a estas demandas.

O veganismo é uma filosofia e um estilo de vida onde o indivíduo adepto busca excluir as formas de exploração e crueldade com animais, sendo na fabricação de alimentos, teste de medicamentos, vestuário ou locais que utilizam animais como entretenimento. Estima-se que este mercado cresça em média 40% sendo que no Brasil, segundo o IBOPE, o número de pessoas que se declararam veganos em 2018 chegou a 14%, enquanto em 2011 eram de apenas 9% (IBOPE, 2018). Para acompanhar este crescimento, muitas empresas já estão se adaptando a esta filosofia para não perder antigos clientes e, também, conquistar novos, como é o caso de marcas conhecidas como Burger King, KFC e Ben & Jerry’s. (BEN & JERRY’S (2018); THE GUARDIAN (2019))

Paralelamente ao mercado vegano, tem se observado um aumento progressivo do mercado de produtos sem glúten que, segundo a ABIP (Associação Brasileira da Indústria da Panificação), é gerado por uma maior conscientização das pessoas a respeito de alergias e intolerâncias relacionadas ao glúten (ABIP, 2019). No entanto, segundo Xhakollari et al.(2019), deve-se à percepção dos consumidores de que produtos livres de

glúten são uma opção alimentar mais saudável.

O glúten é formado a partir da ação mecânica sobre uma mistura de farinha de trigo, cevada ou centeio e água. Quando nas proporções certas, forma-se uma rede viscoelástica essencial para a elaboração de inúmeros produtos de panificação (FENNEMA, 2010). Sendo crucial na qualidade de pães, sua substituição é um grande desafio para a indústria de alimentos.

Atualmente já é possível encontrar muitos produtos de panificação sem glúten, entretanto ainda com características nutricionais e tecnológicas insatisfatórias em relação à saúde do consumidor e à qualidade do produto, respectivamente.

A inclusão de ingredientes proteicos em pães sem glúten satisfaz tanto a questão da carência nutricional, pelo aumento de proteínas em um produto rico em carboidratos, quanto à questão tecnológica, pela ação das proteínas em similar a função da rede de glúten, que é capaz de aprisionar os gases provenientes da fermentação e, assim, gerar o crescimento do pão. Alguns exemplos destes ingredientes são, ovo, proteína do soro do leite, leite, proteína de soja ou farinhas de grãos como chia, quinoa, grão de bico e linhaça. Amidos, hidrocoloides, gomas e emulsificantes também são utilizados para melhorar a estrutura da massa e assim contribuir com o volume do pão (GOMEZ et al. (2007), PREICHARDT et al. (2009), GULARTE et al. (2012), MINARRO et al. (2012), SANZ-PENELLA et al (2013), STEFFOLANI et al. (2014), ELGETI et al. (2014), KORUS et al. (2015), MACHADO (2016)).

Na panificação vegana sem glúten, os desafios são ainda maiores, pois além da falta do glúten, encontrar um substituto para o ovo é outra dificuldade. Alguns estudos destacaram o uso da farinha de linhaça com o intuito de substituir o ovo em formulações alimentícias como em produtos de panificação e sorvetes (NIKILA, 1965). A linhaça, na presença de água é capaz de formar uma emulsão com alta capacidade de retenção de

água além de ser um fator para controle e diminuição do índice glicêmico, devido ao seu teor de amido resistente (FAN ZHU (2019) e SOLTANIAN (2019)).

Ainda sob o ponto de vista nutricional, os pães veganos sem glúten geralmente são pobres em fibras, componentes essenciais para a regulação do funcionamento do intestino e uma vida mais saudável (BERNAUD et al, 2013; GAVANSKI et al, 2015). Sob o ponto de vista tecnológico, as fibras são ótimas substitutas de glúten na panificação, visto serem capazes de reduzir a retrogradação do amido, melhorar a textura, aumentar a absorção de água e reduzir a quantidade de gordura (DOSSIÊ: FIBRAS ALIMENTARES, 2008). Particularmente, a fibra psyllium, além de ser uma excelente fonte de fibra solúvel natural, possui alta capacidade de retenção de água, sendo capaz de aumentar em até 20 vezes o seu tamanho quando em contato com líquidos. Além disso, a fibra psyllium possui efeito de redução do colesterol e capacidade de aumentar a sensibilidade à insulina (YU, PERRET, PARKER, & ALLEN, 2003) e pode melhorar algumas propriedades da massa ou do pão como: maquinabilidade (CAPPA et al., 2013), estabilidade à mistura (MARIOTTI et al., 2009), volume e aparência (FRATELLI et al., 2018).

Diversos estudos relacionam os benefícios da linhaça ou da fibra psyllium como agentes melhoradores em pães sem glúten (MARIOTTI (2009), CAPPA (2013), KORUS et al. (2015), FRATELLI et al. (2018) e ZANDONADI et al. (2019)) e os relaciona com a redução do índice glicêmico (FAN ZHU (2019), SOLTANIAN (2019), YU, PERRET, PARKER, & ALLEN (2003)). Porém, são escassos os estudos que utilizam estes dois ingredientes conjuntamente em formulações de pão.

Sendo assim, a busca por testar novas alternativas para substituição do glúten e de ingredientes de origem animal em produtos de panificação é um grande desafio para a indústria.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a inclusão da farinha de linhaça, como substituto de ovo, e da fibra psyllium, como melhorador de características nutricionais e tecnológicas, em um pão vegano sem glúten.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar testes preliminares com intuito de determinar as concentrações de adição de fibra psyllium e farinha de linhaça em uma formulação de pão vegano sem glúten.
- Avaliar os produtos elaborados através de análises da tabela nutricional, cor, volume, estrutura do miolo e textura, por um período de 7 dias.
- Avaliar a aceitação dos produtos através de análise sensorial.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Tendências do mercado da alimentação

Segundo o Euromonitor, organização responsável pela pesquisa estratégica de mercado do mundo, uma das principais tendências do setor alimentício nos próximos anos são os alimentos ligados a um estilo de vida mais ético, como o *Plant based foods* ou os produtos veganos. O Brasil Food Trends 2020, uma pesquisa elaborada pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) em 2010, também expôs como tendência a sustentabilidade e ética, o que vem sendo observado nas prateleiras dos supermercados na forma de produtos com menor “pegada” de carbono (*carbon footprint*), baixo impacto ambiental e preocupados com bem-estar dos animais.

Além destes, os alimentos sem glúten também são uma tendência no mercado de alimentação, devido à crescente conscientização sobre alergias e intolerâncias (ABIP, 2019). Encontrar alimentos para substituir produtos que levam trigo ainda é um desafio para os celíacos. Apesar do aumento no número de pesquisas e produtos sem glúten, ainda é um mercado ocioso e que apresenta alta demanda (SEBRAE, 2019). Divulgando o glúten com um vilão no ganho de peso, a mídia também tem um papel importante no aumento da demanda de produtos sem glúten. Em seu estudo avaliando os efeitos da ingestão de trigo, Brouns e colaboradores (2013) comprovaram que a ingestão de trigo integral, nas quantidades recomendadas resultou em menor acúmulo de gordura visceral, provando que o glúten não é responsável pelo aumento de peso dos indivíduos que o consome, como diz a mídia.

3.1.1. Produtos veganos ou *Plant based foods* (PBF)

Plant based foods (PBF) é um padrão alimentar voltado para as plantas, não incluindo apenas frutas, legumes e vegetais, mas também nozes, sementes, óleos, grãos

integrais e leguminosas. Uma dieta PBF ou voltada para plantas não significa vegetarianismo ou veganismo, mas sim uma escolha pessoal pelo consumo de mais alimentos de fontes vegetais (HARVARD HEALTH BLOG, 2018). PBF são componentes tradicionais das dietas das regiões asiática e do mediterrâneo, associadas aos baixos índices de doenças cardiovasculares e, conseqüentemente, mortalidade por este tipo de doença nessas localidades (FRANK, 2003).

Segundo a The Vegan Society (1988), veganismo é uma filosofia e um estilo de vida que buscam excluir, na medida do possível e praticável, todas as formas de exploração e crueldade com animais, como: alimentos, vestuário, materiais derivados de animais, produtos testados em animais e lugares que utilizam animais como forma de entretenimento. O veganismo no mundo está cada dia mais relevante e cada vez mais pessoas estão aderindo a essa causa. De acordo com um artigo publicado na Food Revolution (2018), no ano de 2017 houve um aumento de 600% no número de veganos nos Estados Unidos, já no Reino Unido, aconteceu um salto de 1% da população em 2016 para 8% em 2019. No Brasil, conforme dados de pesquisa realizados pelo IBOPE (Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística), o número de pessoas que se declaravam veganos em 2018 chegou a 14%, enquanto em 2011 eram de apenas 9%.

O mercado, percebe essa crescente mudança no perfil dos consumidores e busca se adaptar para atingir mais as necessidades do seu público. Marcas antes reconhecidas apenas por seus produtos de origem animal, estão criando produtos veganos para conquistar novos clientes e trazer de volta aqueles que mudaram seus hábitos de vida e, assim, deixaram de consumir seus produtos. Esse é o caso de uma das maiores redes de *fastfood* mundial, o KFC, que, em agosto de 2019 lançou o “frango frito vegano”, onde ao invés dos famosos pedaços de frango frito, a versão vegana trouxe o cogumelo *eryngui*. (THE GUARDIAN, 2019). Ainda em fase de teste, foram necessárias somente 5 horas

para o produto esgotar em uma das lojas (PLANT BASED NEWS, 2019).

3.1.2. Produtos sem glúten

3.1.2.1. Glúten

O glúten é formado a partir da mistura homogênea (energia mecânica) dos ingredientes da massa, farinha de trigo e água. O assamento promove a interação entre as pontes de hidrogênio e as ligações cruzadas dissulfeto das proteínas gliadina e glutenina (HIROYUKI, 2019). Quando estes ingredientes estão nas proporções corretas, forma-se uma massa viscoelástica com capacidade de retenção dos gases provenientes da fermentação, essencial para o crescimento da massa (FENNEMA, 2010).

As proteínas gliadina e glutenina, compreendem 85% das proteínas do endosperma do trigo (WIESER, 2007) e foram divididas de acordo com a sua solubilidade em soluções álcool-água: as gliadinas são solúveis e as gluteninas são insolúveis. Cada fração possui uma contribuição importante nas propriedades reológicas da massa, mas com diferentes funções. As gliadinas apresentam pouca elasticidade, mas, contribuem para viscosidade e extensibilidade da massa. Já as gluteninas são coesivas e elásticas, sendo assim responsáveis pela força e elasticidade da massa (WIESER, 2007). Uma mistura adequada das duas proteínas formadoras do glúten é essencial para conferir as propriedades viscoelásticas da massa e a qualidade do produto final.

Em produtos de panificação, o glúten possui um papel essencial: aumenta a força da massa (auxiliando no seu crescimento sem ruptura), propicia a retenção do gás proveniente da fermentação e a absorção de água, melhorando a maciez e a perda de umidade do produto final. Portanto, uma massa sem glúten apresentará uma textura quebradiça, uma coloração desinteressante, uma rápida perda da umidade (resultando em um produto mais seco) e uma grande diferença sensorial quando comparada com massas

que contém a proteína (GALLAGHER, GORMLEY, & ARENDT, 2004).

3.1.2.2. Doenças relacionadas ao consumo de glúten

A introdução de grãos contendo as proteínas formadoras do glúten iniciou-se a mais de 10.000 anos atrás, desde então variedades de trigo já foram selecionadas a fim de atender as razões tecnológicas da indústria de alimentos (CABANILLAS, 2019). Trigo é o grão mais amplamente cultivado no mundo, contribuindo com cerca de um quinto do total de calorias consumidas pelo ser humano (INTERNATIONAL WHEAT GENOME SEQUENCING CONSORTIUM, 2018). Hoje o trigo, juntamente com o milho e o arroz, tornam-se as culturas mais importantes do mundo, no entanto, a prevalência de transtornos relacionados ao trigo vêm aumentando nas últimas décadas (REWERS, 2005).

3.1.2.2.1. Doença Celíaca (DC)

A doença Celíaca é uma doença autoimune desencadeada pela ingestão de cereais que contêm glúten por indivíduos geneticamente predispostos. Atualmente, é uma afecção mais comum no Brasil do que previamente se supunha. Assim como ocorre em outros países, pode permanecer sem diagnóstico por um período prolongado. A prevalência da doença no Brasil é semelhante à apresentada pela população europeia, isto é, 0,3% a 1% da população apresenta a doença (PRATESI et al, 2005).

A doença celíaca se manifesta por meio do contato do glúten com as células do intestino delgado, provocando uma resposta imune a essa fração, com a produção de anticorpos. O consumo por celíacos de cereais que contenham glúten prejudica, frequentemente, o intestino delgado, atrofiando e achatando suas vilosidades e comprometendo a absorção de nutrientes presentes nos alimentos (CARVALHO et al,

2003). A doença celíaca pode manifestar-se a partir de quatro formas clínicas: clássica, não clássica, latente e assintomática (SDEPANIAN et al, 1999).

Segundo a ACELBRA, Associação dos Celíacos do Brasil, a forma clássica surge nos primeiros anos de vida, ao iniciar a alimentação com base em papinhas, pão, sopas de macarrão e bolacha, e caracteriza-se pelos seguintes sintomas: diarreia crônica, desnutrição, déficit do crescimento, anemia não curável, falta de apetite, distensão e dor abdominal, vômitos e osteoporose. Já a forma não clássica manifesta-se monossintomaticamente, as alterações gastrintestinais não chamam muita atenção, tendo como sintomas: anemia resistente a ferroterapia, irritabilidade, fadiga, constipação intestinal crônica e osteoporose.

A forma latente, identificada através da biópsia jejunal de pacientes que consomem glúten, diferencia-se das outras formas visto que os pacientes podem apresentar atrofia quase total das microvilosidades intestinais, que se revertem a normalidade com a retirada do glúten da dieta (SDEPANIAN et al, 1999). Por outro lado, a forma assintomática é identificada a partir de exames com marcadores sorológicos em familiares de primeiro grau do celíaco, caso a doença não for tratada, podem surgir complicações como: câncer de intestino, anemia, osteoporose e esterilidade (ACELBRA).

Embora seu diagnóstico seja realizado através de métodos sorológicos não invasivos, é fundamental a realização da biópsia do intestino delgado para confirmação (SDEPANIAN et al, 2001). O único tratamento eficaz para o tratamento da doença celíaca é seguir uma dieta com isenção de glúten. Os produtos mais utilizados para a substituição deste componente são amidos de diversas origens, como: arroz, batata, mandioca, milho e soja (KORUS et al., 2009).

3.1.2.2.2. Alergia ao Trigo (AT)

A alergia ao trigo consiste em uma resposta imune às proteínas encontradas no trigo, incluindo, mas não apenas limitada, as proteínas formadoras do glúten (CABANILLAS, 2019). Na alergia ao trigo, diferentes fatores, como dano epitelial, facilitam a exposição às proteínas do trigo. Uma resposta de células T tipo 2 está envolvida na alergia, que é fundamental para a produção de anticorpos pelas células B. O reconhecimento de alérgenos de trigo pelos anticorpos induzem a reticulação que desencadeia a ativação das células da alergia, e promovem a inflamação (YU, FREELAND, E NADEAU (2016), POURPAK et al. (2005)).

Assim como a DC, a AT também possui fator genético. A prevalência da alergia é maior em crianças do que em adultos. Sua identificação é realizada, mais comumente pelo teste de alergia (MAYO CLINIC, 2014). Os sintomas da AT são semelhantes aos das alergias comuns: irritação nasal, asma, coceira, olhos inchados e lacrimosos, tosse, febre, náusea, problemas no trato digestório, diarreia e fadiga muscular (COLEMAN, 2001).

3.1.2.2.3. Sensibilidade ao Glúten Não-Celíaca (SGNC)

A sensibilidade ao glúten não-celíaca é uma enfermidade caracterizada pela combinação de sintomas intestinais ou extra intestinais devido a uma reação à ingestão de glúten, cujo diagnóstico de DC e AT foram excluídos. Os sintomas revelam-se em diferentes sistemas e gravidades variáveis, podendo ocorrer após algumas horas ou dias depois da ingestão de glúten, melhorando ou desaparecendo dentro de horas ou dias após a retirada do glúten, com reincidência após sua reintrodução (RESENDE, SILVA, SCHETTINO e LIU, 2017).

As manifestações se assemelham à síndrome do intestino irritável. Podendo ser

intestinais (diarreia, distensão e dor abdominal por gases e mudança no padrão evacuatório) e extra intestinais (dor de cabeça, fadiga, depressão, dor muscular, dermatite e anemia). A prevalência da doença na população é de 0,5 a 6%, sendo mais comum em meninas, adultos jovens e em pessoas de meia idade (MEIJER, SHAMIR e MEARIN, 2015).

3.2.Mercado de produtos veganos e sem glúten

De acordo com a Infiniti Research (2016), empresa vanguardista nas soluções de inteligência de mercado localizada na Índia, as oportunidades no mercado vegano estão apenas começando. A indústria de alimentos vegetais apresentou um crescimento de 20% nas vendas em 2017, com vendas de 3,3 bilhões de dólares (NIELSEN, 2018). Segundo a Ginger Strategic Research, agência de pesquisa mercadológica localizada em São Paulo, é estimado que o mercado de produtos veganos cresça em média 40% ao ano. No maior evento do setor varejista da América Latina, o APAS Show 2019, ocorreu o lançamento de diversos produtos veganos, contando com a presença de nove marcas certificadas com o Selo Vegano, certificados pela Sociedade Vegetariana Brasileira (SVB). Anteriormente, o evento era dominado por produtos de origem animal, com destaque para os frigoríficos, porém na mais recente edição os produtos intrigantes e inovadores foram as proteínas vegetais que imitavam cheiro, textura e sabor da carne bovina. Neste mercado, de substitutos de carne animal, os Estados Unidos sozinhos movimentam cerca de 700 milhões de dólares ao ano, se tornando o maior mercado consumidor deste tipo de produto (ISTOÉ, 2019).

A empresa Vida Veg, localizada no sul de Minas Gerais, iniciou suas atividades em 2015 com o foco de produzir bebidas lácteas veganas, vendo o crescimento do mercado, inaugurará a maior e mais moderna fábrica de substitutos lácteos do Brasil, com

produtos de origem 100% vegetal (EXAME, 2019). A multinacional grega Violife começará a vender seus produtos, queijos veganos, no país a partir de setembro. Seus queijos estão entre os mais vendidos e consumidos nos Estados Unidos e no Reino Unido (EXAME, 2019). As grandes marcas de *fastfood* também estão investindo na venda de opções vegetarianas e veganas nos seus cardápios. Um exemplo é o Burger King, que lançou no Brasil, em 2015, a opção vegetariana, e de lá para cá, as vendas aumentaram substancialmente, em 2018 foi 30% maior que no ano anterior (ISTOÉ, 2019). Nos Estados Unidos, a marca já conta com três opções vegetarianas, sendo uma delas o Bean Burger, onde a carne é substituída por feijão. No setor de gelados comestíveis, a Ben & Jerry's atuante no mercado de sorvetes, iogurtes e bolos, marca comprada pela Unilever, está investindo cada vez mais em sabores sem leite feito à base de amêndoas (BEN&JERRY'S).

Assim como o mercado de produtos veganos, o mercado de produtos sem glúten também está crescendo exponencialmente no Brasil e no mundo. De acordo com a organização da Glúten Free Brasil 2018, maior evento *glúten free* da América do Sul, o mercado de produtos sem glúten cresceu 500% nos últimos 6 anos. Para o Euromonitor (2018), líder mundial em pesquisa estratégia para mercados consumidores, o mercado sem glúten deve expandir 32% até 2020. A maioria dos consumidores celíacos gastam no mínimo 30% do orçamento mensal na compra de produtos sem glúten (ESTADÃO, 2017). Devido à alta demanda de produtos sem glúten e aos altos preços dos produtos já existentes em supermercados, pequenos empreendedores estão criando empresas especificadas em produtos sem glúten, como é o caso de duas irmãs que criaram, em 2016 a Seleve, uma padaria especializada em produtos para pessoas intolerantes, alérgicas e celíacas (PEQUENAS EMPRESAS & GRANDES NEGÓCIOS, 2019).

Já o mercado de produtos veganos sem glúten é mais restrito do que eles

separadamente. Isto porque, muitos produtos vegetarianos e veganos utilizam como fontes de proteínas ingredientes que contém glúten (ESTILO VEGAN, 2018).

3.3.Dificuldades na panificação vegana sem glúten

3.3.1. Substituição do glúten

O principal desafio na substituição do glúten na panificação é obtenção de uma massa que tenha características reológicas idênticas a uma massa com glúten. O glúten é responsável por fornecer elasticidade, extensibilidade, resistência ao alongamento e capacidade de retenção de gases à massa panificável (LAZARIDOU et al., 2007). Devido ao crescente interesse em pães sem glúten, verifica-se um aumento no número de pesquisas relacionadas a adição de amidos, proteínas lácteas e hidrocolóides em farinhas base sem glúten, como a farinha de arroz, com a finalidade de melhorar a estrutura da massa afim de mimetizar as propriedades viscoelásticas do glúten.

3.3.2. Substitutos do ovo

Mesmo não sendo um dos ingredientes básicos na panificação, o ovo é amplamente utilizado e possui diversas funções. Ele auxilia na formação do sabor, na cor, contribui na formação da estrutura da massa, na incorporação de ar quando batido, providencia líquido, gordura e proteína à formulação e emulsifica a gordura e os ingredientes líquidos (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009). Por isso, a primeira consideração a se fazer antes da substituição é saber qual a função do ovo naquele produto.

Atualmente temos diversos estudos que avaliaram potenciais candidatos a substitutos de ovos, como a soja (RAHMATI & MAZAHERI TEHRANI, 2014), a ervilha (HOANG, 2012 e LIN, 2017) e a chia (GALLO, 2015). Assim como a chia, a linhaça

também pode servir como substituto de ovo (BOMBO, 2006). Ambas oleaginosas podem agir como emulsificantes e estabilizantes. A atividade emulsificante da semente de chia está, provavelmente, relacionada ao conteúdo proteico, porque a maior parte das proteínas da chia são fortes agentes emulsificantes (CAPITANI et al, 2011). O mesmo pode-se dizer em relação à linhaça (SHEARER AND DAVIES, 2005).

3.4. Características nutricionais dos produtos veganos sem glúten

3.4.1. Índice glicêmico

O conceito de índice glicêmico foi proposto por Jenkins et al. (1981), com o intuito de caracterizar a absorção de carboidratos após a ingestão de algum alimento. O índice glicêmico de um alimento específico é determinado pela natureza do seu carboidrato e é definido como a área sob a curva de resposta à glicose após o consumo de 50 g de carboidrato de um alimento teste, sendo os resultados expressos em relação a um alimento controle (pão branco ou glicose) (WOLEVER et al (1991), LUDWIG (2002)).

Em dietas veganas ocorre um aumento no consumo de alimentos vegetais minimamente processados como frutas, vegetais, grãos, legumes e nozes, alimentos que são caracterizados por um baixo índice glicêmico (WALDMANN, 2003). Apesar de ter muitos estudos sobre dietas vegetarianas e veganas, existem poucos estudos que investigam o índice glicêmico em dietas veganas (GOFF et al., 2004).

Ao contrário das dietas veganas, a maioria dos alimentos sem glúten possuem um alto índice glicêmico devido às altas quantidades de açúcar em xarope de glicose e farinhas derivadas de arroz e batatas, com gorduras hidrogenadas, pouca fibra e conteúdo de proteínas (FARNETTI, 2014). Para reduzir a carga glicêmica em dietas sem glúten, é necessário aumentar a ingestão de alimentos ricos em fibras, sem ou com baixos níveis de açúcar e alimentos naturais sem glúten. Em seu estudo avaliando a produção de

espaguete sem glúten feito com farinhas de grão de bico, banana verde e milho, Silva e colaboradores (2014) verificaram que as massas apresentaram baixo índice glicêmico provavelmente devido a maior quantidade de amido resistente e menor amido disponível.

3.4.2. Teor proteico

A quantidade de proteína presente em alimentos veganos e ingerida por indivíduos do grupo sempre foi um assunto polêmico para a iniciação desta dieta. Millward (1999), em seu estudo sobre o valor nutricional de dietas à base de plantas em relação ao aminoácido e requisitos humanos de proteína, ressaltou que alimentos à base de plantas fornecem todas as necessidades de proteína, mas o equívoco de que são inferiores às proteínas animais persiste, devido a atitudes sociais e culturais em relação à carne e a tradição científica de avaliação da qualidade da proteína animal.

O FDA (Food and Drug Administration) e a OMS (Organização Mundial da Saúde), em 1991, adotaram um escore corrigido de aminoácidos adotando o PDCAAS, pontuação de aminoácidos corrigida pela digestibilidade de proteínas, que verifica o valor biológico das proteínas, não podendo obter um valor maior do que 1,0. Segundo esse método, a proteína de soja é a que mais se aproxima ao valor da proteína animal, contendo todos os aminoácidos essenciais, sendo altamente digerível e completa (COUCEIRO et al, 2008).

Alimentos sem glúten possuem baixos níveis de proteína em comparação com produtos equivalente que contém glúten (ALLEN E ORFILA, 2018). Apesar do grande avanço na indústria e pesquisa de alimentos sem glúten em relação à tecnologia e qualidade nutricional desses produtos, ainda se percebe grandes deficiências em relação ao teor proteico e micronutrientes de produtos livres de glúten (MELINI AND MELINI 2019).

Na panificação sem glúten, a fortificação do produto com proteínas é de extrema importância tecnológica, visto que é necessária outra fonte de proteína para auxiliar na estruturação da massa devido à ausência do glúten. Comumente, são utilizadas fontes proteicas de origem animal, como ovo, proteína do soro do leite e leite. Porém, essas fontes não poderiam ser utilizadas para produtos de panificação vegana, neste caso seriam necessárias outras fontes de proteínas, para tornar a formulação mais rica tecnológica e nutricionalmente.

3.4.3. Teor de fibras

O teor de fibras em dietas veganas é relativamente alto, devido a maior ingestão de frutas e vegetais (CRAIG, 2009). Produtos veganos, então, por serem feitos a partir de fontes ricas em fibras possuem um alto teor de fibras. Por outro lado, produtos sem glúten possuem teor de fibras menores do que produtos que contém glúten. Isto ocorre, provavelmente, devido ao uso de cereais pobres em fibra, que não são enriquecidos ou fortificados ou à limitação tecnológica da utilização de cereais integrais ricos em fibras na panificação (ŠARIĆ et al. 2019).

Em panificação livre de glúten, a adição de fibras é realizada para melhorar as características nutricionais, sensoriais e tecnológicas dos produtos (MARIOTTI et al. (2009), CAPPÀ et al. (2013), FRATELLI et al. (2018)). Porém, a mesma deve ser adicionada com cautela pois quanto mais fibra na formulação, mais água será necessário, visto que as fibras possuem alta capacidade de retenção de água. Caso seja adicionado fibra e não seja adicionada água em quantidade suficiente, ocorrerá um aumento excessivo da dureza de pães (CAPPÀ et al. 2013).

3.5. Ingredientes da panificação vegana sem glúten

3.5.1. Farinhas sem glúten

Atualmente são realizados estudos com farinhas especiais que podem ser utilizadas para fazer pães sem glúten como: farinhas de arroz, mandioca, trigo sarraceno, sorgo e milho (BOUREKOUA, BENATALLAH, ZIDOUNE & ROSELL (2016); LAZARIDOU et al. (2007); MARSTON et al. (2015)). Cada grão de cereal apresenta estrutura característica e diferenciada. A proporção de amilose e amilopectina em um grão influencia diretamente em algumas características do amido, como a viscosidade e o poder de gelificação. A amilose é a fração que se apresenta mais viscosa, é solúvel em água e facilita a formação de géis, em função de sua forma helicoidal. Já a amilopectina é menos solúvel e não contribui para a formação de géis (DAMODARAN; PARKIN, FENNEMA, 2010).

A farinha de arroz é a mais utilizada na fabricação de pães sem glúten, devido ao seu sabor suave, cor branca, alta digestibilidade, baixos teores de sódio e gordura, e propriedades hipoalergênicas (SCIARINI et al, 2010). Porém, as diferenças estruturais das suas proteínas interferem na formação de uma massa viscoelástica (MACHADO, 2016); além disso, a farinha de arroz possui baixa capacidade de retenção de gás, gerando pães com volume baixo, textura e estrutura do miolo não adequados (TURABI; SUMNU; SAHIN, 2010).

Outro substituto à farinha de trigo é a de sorgo, ela apresenta um sabor neutro, aparência e cor semelhantes à farinha de trigo. Um dos principais componentes do sorgo é o amido que apresenta menor digestibilidade do que amidos de outros cereais, como milho; essa característica se deve à interação do amido do sorgo com a matriz proteica (TAYLOR; EMMAMBUX, 2010). No estudo de Yousif e colaboradores (2012) foi identificado que a baixa digestibilidade do amido do sorgo é um fator eficiente para a

alimentação humana, sendo ótimo para o desenvolvimento de alimentos com baixo teor de amido de rápida digestão e de baixo índice glicêmico.

O trigo sarraceno apresenta um teor de amido de 70% dos carboidratos totais e a razão de amilose e amilopectina de 1:1 (SCHOENLECHNER; SIEBENHANDL; BERGHO, 2008), sendo outro potencial substituto do trigo na panificação sem glúten. Suas proteínas são de alto valor biológico, sendo a maioria globulinas, que são capazes de formar ligações não-covalentes, podendo, apesar de serem relativamente fracas, imitar os efeitos da estrutura do glúten (SCHOENLECHNER; SIEBENHANDL; BERGHO, 2008).

A farinha de milho, por sua vez, contém a proteína zeína, e apesar de apresentar pequena capacidade de retenção de gás, pode conferir elasticidade à massa. Quando misturada com amido e água pode formar uma massa semelhante às massas com glúten, contanto que sejam misturadas em temperaturas acima da temperatura ambiente (LAWTON, 1992).

3.5.2. Farinhas fontes de proteína

Em pães sem glúten, é essencial a presença de uma outra fonte de proteína para auxiliar na estruturação da massa. Farinhas fontes de proteínas são as mais utilizadas para produzir produtos veganos sem glúten. Adição de farinha de chia, quinoa, alfarroba, grão de bico, ervilha, proteína de soja, amaranto, zeína, orizenina e linhaça já foram estudadas para obtenção de uma massa sem glúten com qualidades melhoradas (STEFFOLANI et al. (2014), ELGETI et al. (2014), MINARRO et al. (2012), SANZ-PENELLA et al. (2013), MACHADO, (2016), KORUS et al. (2015)).

No estudo de Steffolani e colaboradores (2014) sobre adição de chia em pães sem glúten, foi identificado que a incorporação de até 15% de chia nos produtos não reduziu

a aceitabilidade do mesmo, porém causou uma redução do volume e aumento da firmeza do pão, sendo possível diminuir esses efeitos adicionando chia como sementes no lugar da farinha de chia. No mesmo estudo, os autores ressaltam uma possível melhora das características nutricionais de pães sem glúten feitos com farinha de chia, quando comparados com pães sem glúten tradicionais.

A farinha de quinoa, quando utilizada na fabricação de pães, é capaz de reter boa parte do gás proveniente da fermentação e pode tornar o miolo uma estrutura homogênea. Segundo Elgeti e colaboradores (2014), o mecanismo utilizado para reter o gás ainda é desconhecido, mas existem duas hipóteses: os componentes ativos da superfície (lipídios polares ou peptídeos) podem estabilizar as bolhas de gás ou as propriedades viscoelásticas são otimizadas para a inclusão e estabilização do gás.

Minarro e colaboradores (2012) avaliaram os efeitos de farinhas de legumes em pães sem glúten, como farinha de grão de bico, ervilha, soja e alfarroba. A alfarroba apresenta boas propriedades reológicas, porém seus pães apresentaram maior firmeza e menor volume. O uso de farinha de grão de bico levou a um pão com menor porosidade e boa textura, porém a aceitabilidade foi menor devido ao seu sabor característico. A ervilha obteve bons resultados em todos os parâmetros estudados, levando a um aumento do volume final e uma melhora na textura. Já a farinha de soja trouxe boas características de cozimento e uma boa aceitação sensorial do produto, porém levou a uma diminuição do volume final da massa.

A utilização de farinha de amaranto contribui para aumentar o valor nutricional do alimento e não produz mudanças significativas nos parâmetros tecnológicos do pão nas proporções de 10 e 20 g de farinha de amaranto/100 g de farinha de trigo (SANZ-PENELLA et al., 2013).

Como falado anteriormente, a adição de zeína, proteína proveniente da farinha de

milho, quando misturada em temperaturas adequadas com água, pode formar uma massa semelhante ao glúten. Já a utilização de ozenina, proteína proveniente da farinha de arroz, produziu uma massa com maior volume específico e mais macia (MACHADO, 2016).

A linhaça é uma semente que pertence à família das Lináceas (MARQUES et al., 2011). De acordo com a tabela TACO (2011), a semente de linhaça contém 32,3% de lipídeos, 14,1% de proteína e 33,5% de fibra alimentar. A composição proteica da linhaça é comparável à da soja em termos de aminoácidos indispensáveis, com altos teores de glutamina, leucina e arginina (BORGES et al., 2010). Já a parte lipídica da semente, é rica em ácido graxos, sendo composta por 19,81% de ômega-3, 5,42% de ômega-6 e 7,06% de ômega-9 (TACO, 2011).

Devido às suas propriedades, diversas utilizações da linhaça vêm sendo estudadas a fim de aumentar a qualidade nutricional dos produtos. Estudos de Fan Zhu (2019) e Soltanian (2019) indicam a utilização da linhaça como um fator de controle e diminuição do índice glicêmico. Quando hidratada, tanto a semente quanto a farinha, formam uma substância viscosa com boa capacidade de retenção de água que pode ser utilizada como substituto de gomas em preparações (KORUS et al., 2015) e como substituto de ovo em produtos veganos (BOMBO, 2006). Segundo Korus e colaboradores (2015), a adição de linhaça não alterou significativamente os parâmetros tecnológicos do pão sem glúten, apresentando maior aceitabilidade sensorial e modificando as propriedades reológicas da massa, em comparação com um pão sem a farinha de linhaça e com goma guar e pectina.

3.5.3. Hidrocoloides e gomas

Hidrocoloides podem ser definidos como uma série de polissacarídeos e proteínas com alto peso molecular, solúveis em água, capazes de imitar as propriedades viscoelásticas do glúten, auxiliar na estrutura, aceitabilidade, aumentar a vida de

prateleira do produto e formar géis. Além de imitar as propriedades viscoelásticas do glúten, os hidrocolóides também são capazes de aumentar a estabilidade de bolhas de gás e interagir nas propriedades de gelatinização/retrogradação do amido, atuando no atraso da retrogradação da amilose, através da formação de complexos entre os hidrocolóides e as cadeias da amilose (SILVA, 2014). Existem vários tipos de hidrocolóides utilizados na produção de pães sem glúten, sendo os principais: carboximetilcelulose (CMC), goma xantana e goma guar (LAZARIDOU et al., 2007). Na indústria é comum a utilização de dois ou mais hidrocolóides e gomas devido à redução de custo de produção e devido as ações sinérgicas que trazem aos produtos, levando a uma melhoria da reologia e na qualidade (WILLIAMS & PHILLIPS, 1995).

3.5.3.1. Carboximetilcelulose (CMC)

Carboximetilcelulose consiste em moléculas compridas e rígidas, com carga negativa devido aos grupos carboxílicos ionizados. Quando em solução, a repulsão eletrostática faz com que as moléculas fiquem estendidas e as cadeias adjacentes repelem-se umas às outras. Como consequência, as soluções de CMC tornam-se altamente viscosas e estáveis (FENNEMA, 2010). Mohammed e colaboradores (2013), avaliaram o uso de CMC e goma xantana em pães sem glúten, com isso notaram que o CMC ocasionou no aumento da retenção de gás melhorando a porosidade dos pães.

3.5.3.2. Goma Xantana

A goma xantana é um polissacarídeo obtido naturalmente pela fermentação da bactéria *Xanthomonas campestris*. Amplamente utilizada na indústria de alimentos, a goma xantana, apresenta alta solubilidade tanto em água fria quanto em água quente, possui alta viscosidade mesmo em baixas concentrações, é solúvel e estável em sistemas

ácidos, possui capacidade de estabilizar suspensões e emulsões, além de alta estabilidade durante congelamento e descongelamento (FENNEMA, 2010). Na panificação é utilizada para auxiliar na retenção de gás, aumento do volume específico e melhora da textura como demonstraram Preichardt e colaboradores (2009) em seu estudo.

3.5.3.3. Goma Guar

Obtida a partir da moagem do endosperma da semente de *Cyamopsis tetragonoloba*, a goma guar é, entre as gomas naturais comercializadas, a que produz maior viscosidade. A goma guar é uma galactomanana de cadeias lineares de unidades de D-manopiranosil ligadas entre si por ligações $\beta(1\rightarrow4)$ (FENNEMA, 2010). É solúvel em água fria, formando dispersões coloidais, e em produtos de panificação tem a capacidade de aumentar o volume quando adicionados em níveis menores que 1% (GOMEZ et al., 2007). Porém, bolos contendo 2% de goma guar acabaram apresentando volume específico mais baixo e textura quebradiça (GULARTE et al., 2012).

3.5.4. Emulsificantes

Os emulsificantes são aditivos utilizados na indústria de alimentos para melhorar a textura, estabilidade, volume, suavidade, aeração e vida útil de produtos. Um emulsificante reduz a tensão interfacial entre duas fases imiscíveis, facilitando a homogeneização entre elas para formar a emulsão (RADUJKO et al., 2011).

Pertencentes à classe de compostos caracterizados pela natureza anfifílica, apresentam na sua estrutura segmentos hidrofóbicos e hidrofílicos. Podem ser diferenciados em relação à carga: os emulsificantes iônicos e os emulsificantes não iônicos. Os primeiros estabilizam emulsões óleo/água, os grupos alquila interagem com as gotículas de óleo, envolvendo-as, enquanto os grupos finais carregados projetam-se

para a fase aquosa. O envolvimento das partículas de óleo forma uma camada dupla, de modo a prevenir a agregação das gotículas de óleo. Já os emulsificantes não iônicos orientam-se, na superfície das gotículas de óleo, com a parte polar voltada para a fase aquosa, envolvendo-a (DOSSIÊ EMULSIFICANTES, 2013).

Os emulsificantes mais utilizados pela indústria são ésteres com um final hidrofílico e um final lipofílico. Este último é composto por um ou uma combinação de ácidos graxos, enquanto o final hidrofílico é constituído por grupos hidroxil ou carboxil (DOSSIÊ EMULSIFICANTES, 2013).

Na panificação, os mais utilizados são os condicionadores de massa, que interagem com a rede de glúten, e os amaciantes, que interagem com o amido. A adição de emulsificantes é especialmente importante visto que conferem maior resistência à massa para suportar o manuseio da máquina, melhoraram a taxa de hidratação, a estrutura das migalhas, a característica de corte, a capacidade de retenção de gás e prolongam a vida útil (ARPITA MONDAL, 2008). Na panificação os emulsificantes mais utilizados são os mono e diacilgliceróis esterificados em ácido mono e diacetiltartárico, emulsificantes aniônicos, conhecidos como fortalecedores de massa, melhorando o volume do pão, conferindo textura resiliente, grão fino bem como melhores propriedades de corte (RIBOTTA et al, 2004).

Em panificação sem glúten, os emulsificantes mais utilizados são os emulsificantes amaciantes, que são caracterizados pela forte interação com o amido a fim de equalizar a relação do amido com a água e, assim, conseguir modelar as transformações físicas como: tempo e temperatura de gelatinização e retrogradação, consistência do gel formado e sua capacidade de expansão (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2016).

3.6. Fibras

As fibras são polímeros de carboidratos ou polissacarídeos não amiláceos que constituem a parede celular das plantas. Neste grupo se enquadram a celulose, hemicelulose, hemiglicanos, pectinas, além de outros polissacarídeos de origem vegetal e de alga, tais como as gomas e mucilagens. Animais não ruminantes não são capazes de metabolizar fibras para gerar energia ou outros nutrientes (FENNEMA, 2010).

Elas são classificadas de acordo com a sua solubilidade: as fibras solúveis e as fibras insolúveis. As fibras solúveis formam géis viscosos quando misturados com a água, com isso são responsáveis por aumentar a viscosidade do conteúdo intestinal, o que leva a um retardamento do esvaziamento do estômago e redução do colesterol; estas fibras não são digeridas no intestino delgado e são fermentadas pela microbiota do intestino grosso (BERNAUD et al., 2013). Dentre elas encontram-se as pectinas, inulina, gomas, FOS (frutooligossacarídeos) e o psyllium.

Já as fibras insolúveis, por não serem solúveis em água, levam a um aumento do volume do bolo fecal, reduzem o tempo de trânsito no intestino grosso e ativam a liberação de hormônios envolvidos na regulação da ingestão de alimentos (GAVANSKI et al., 2015). Celulose, hemicelulose tipo B, amido resistente e lignina são exemplos deste tipo de fibra.

Na indústria de alimentos, as fibras são empregadas para, além de aumentar as características nutricionais dos produtos, reduzir a retrogradação e melhorar a textura, com um ganho em absorção de água e possível redução de gordura (DOSSIÊ: FIBRAS ALIMENTARES, 2008). Além disso, as fibras podem atuar como agentes estabilizantes, espessantes e emulsificantes.

O psyllium é derivado da casca das sementes maduras secas de *Plantago psyllium*. A fibra psyllium é uma excelente fonte de fibra solúvel natural, possui alta capacidade de

absorção de água e capacidade de aumentar até 20 vezes seu tamanho quando em contato com líquidos (DIKEMAN, et al., 2006). Tem sido reconhecida por seu efeito de reduzir o colesterol e melhorar a sensibilidade à insulina (YU, PERRET, PARKER, & ALLEN, 2003). Em seu artigo de revisão, Singh (2007) discutiu sobre a relação do psyllium no tratamento de diversas enfermidades como constipação, diarreia, síndrome do intestino irritado, câncer de colo e diabetes.

Em panificação o psyllium está sendo muito utilizado com o intuito de melhorar as características tecnológicas e nutricionais de pães sem glúten. Cappa e colaboradores (2013) avaliaram, em sua pesquisa, a influência do psyllium, da fibra de beterraba e da água nas propriedades da massa sem glúten e na qualidade do pão; nela, ficou evidenciado que o psyllium possui um papel central no desenvolvimento do pão. Adicionando a fibra houve uma melhora na maquinabilidade e desempenho tecnológico das massas e no cozimento. Mariotti e colaboradores (2009) notaram que a adição de psyllium à formulação de pães sem glúten trouxe mais estabilidade à massa, visto tanto em nível microscópico quanto em macroscópico. Além disso, teve um pequeno aumento do G' , módulo viscoelástico, durante o aquecimento, devido não só ao grande poder gelificante e à capacidade de absorção de água do psyllium, mas também devido à formação de uma rede de proteínas e hidrocolóides capaz de limitar o inchaço e a gelatinização do amido.

Fratelli e colaboradores (2018) verificaram que a adição da fibra psyllium e água em formulações sem glúten melhora o seu volume e aparência, tornando as migalhas mais suaves e aumentando a aceitabilidade do pão. Também, foi ressaltado que adicionando maiores quantidades de fibra torna-se possível a moldagem da massa em rolos, aumenta o conteúdo de fibra e diminui a resposta glicêmica do pão sem glúten. Em um estudo para averiguar o psyllium como um possível substituto do glúten em pães, Zandonadi e colaboradores (2009) constataram que pães com o psyllium obtiveram boa aceitação

sensorial tanto com indivíduos celíacos quanto com não celíacos, conseguindo aceitação maior do que os pão normais.

3.7. Benefícios da Utilização de Linhaça e Psyllium

Estudo anteriores ressaltaram a utilização de linhaça ou da fibra psyllium como agentes melhoradores na panificação sem glúten, atuando como possíveis substitutos de glúten (MARIOTTI (2009), CAPPÀ (2013), KORUS et al (2015), FRATELLI et al (2018) e ZANDONADI et al (2019)). Outros estudos também demonstraram que ambos ingredientes estão relacionados com a diminuição do índice glicêmico (FAN ZHU (2019), SOLTANIAN (2019), YU, PERRET, PARKER, & ALLEN (2003)).

Porém estudos que relacionam os benefícios da utilização da linhaça junto com a psyllium são escassos. Fazer a unificação destes dois ingredientes em um produto e conseguir amplificar as qualidades nutricionais e tecnológicas que estes ingredientes podem trazer para um produto sem glúten seria de grande vantagem para o mercado.

4. ARTIGO

“Fibra psyllium e farinha de linhaça como ingredientes diferenciais em pão vegano sem glúten.”

Fibra psyllium e farinha de linhaça como ingredientes diferenciais em pão vegano sem glúten

Esther Nogueira Bernardes¹, Roberta Cruz Silveira Thys², Simone Hickmann Flores²

RESUMO

A substituição do glúten na panificação gera pães com baixa qualidade sensorial e nutricional, por isso encontrar um substituto que mimetize as características estruturais do glúten e melhore a característica nutricional do pão é interessante. Retirar o ovo da formulação para torná-lo vegano é outro desafio, visto que este auxilia em diversos fatores como sabor, estruturação e incorporação de ar da massa. Com isso, o presente estudo tem como objetivo avaliar a inclusão da farinha de linhaça como substituto de glúten e da fibra psyllium como melhorador de características nutricionais e tecnológicas de um pão vegano sem glúten, através de análises de volume, cor, textura, estrutura interna do miolo, sensorial e tabela nutricional. Os pães apresentaram resultados satisfatórios, tanto na análise sensorial, atingindo índices de aceitação superiores a 70%, quanto em quesitos técnicos, podendo ser classificados como fonte de proteína e de fibra, apresentando grande porcentagem de poros pequenos e minimizando o aumento da firmeza durante o armazenamento.

Palavras-chave: fonte de proteína, fonte de fibra, panificação, plant based.

¹Acadêmica ICTA/UFRGS ²Profª Drª ICTA/UFRGS

ABSTRACT

Gluten substitution in baking generates breads with low sensory and nutritional quality, so finding a substitute that mimics the structural characteristics of gluten and improve the nutritional characteristics of bread is interesting. Removing eggs from the formulation to make it vegan is another challenge, as it helps in various factors such as taste, structure and dough's air incorporation. Thus, the present study aims to evaluate the inclusion of flaxseed as a gluten substitute and psyllium fiber as an enhancer of the nutritional and technological characteristics of a gluten-free vegan bread by analyzing volume, color, texture, internal crumb structure, sensory and nutritional table. The breads presented satisfactory results, both in the sensory analysis, reaching acceptance rates above 70%, as well as in technical requirements, being classified as a protein and fiber source, presenting a large percentage of small pores and minimizing the firmness increase during the process storage.

Keywords: protein source, fiber source, baking, plant based.

1. INTRODUÇÃO

Os estilos de vida das pessoas têm impactado de forma positiva no setor de alimentos e gerado muitas e diferentes possibilidades de investimentos. Através de uma divulgação intitulada “Brasil Food Trends 2020” em 2010, o Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), indicou a saudabilidade e a sustentabilidade e ética dentre as tendências do mercado da alimentação brasileira até o ano de 2020, o que pode ser vislumbrado nas prateleiras dos supermercados através do aumento de produtos com apelos funcionais, veganos e com menor “pegada de carbono” (*carbon footprint*). Paralelamente, a Associação Brasileira da Indústria de Panificação (ABIP) destacou como tendência os produtos sem glúten (ABIP,2019), provavelmente relacionado tanto ao aumento dos casos de transtornos relacionadas ao consumo de glúten (REWERS, 2005), quanto à percepção dos consumidores de que produtos livres de glúten são uma opção alimentar mais saudável (XHAKOLLARI et al., 2019).

No intuito de substituir o glúten em pães, geralmente são utilizados farinhas ricas em carboidratos que possuem poucos teores de fibras e proteínas e um elevado índice glicêmico (FARNETTI, 2014), sendo assim, de baixa qualidade sensorial e nutricional.

O glúten, componente essencial do processo de panificação, é formado através de ligações cruzadas dissulfeto entre as proteínas gliadina e glutenina, presentes em alguns cereais (trigo, centeio e cevada). Esta ligação proteica forma uma rede viscoelástica capaz de reter os gases da fermentação e, assim, proporcionar volume e maciez ao pão (FENNEMA, 2010). A retirada deste componente para a elaboração de um pão é um desafio, o que normalmente é realizado através da inclusão combinada de fontes de proteínas, como ovo, proteína do soro do leite, leite, proteína de soja ou farinhas de grãos como chia, quinoa, grão de bico e linhaça, com hidrocoloides, fibras e enzimas (GOMEZ et al. (2007), PREICHARDT et al. (2009), GULARTE et al. (2012), MINARRO et al.

(2012), SANZ-PENELLA et al (2013), STEFFOLANI et al. (2014), ELGETI et al. (2014), KORUS et al. (2015), MACHADO (2016)).

Entretanto, para a elaboração de um produto de panificação vegano sem glúten o ovo deve ser retirado, um ingrediente de origem animal muito utilizado na panificação sem glúten, por sua capacidade de auxiliar no sabor, na cor, contribui na formação da estrutura da massa, incorporando ar e, providenciando líquido, gordura e proteína à formulação, além de emulsificar a gordura e os ingredientes líquidos (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009). Estudos anteriores indicaram que a linhaça, quando misturada com água, nas proporções corretas, é capaz de formar uma emulsão com boa capacidade de retenção de água, podendo ser um substituto para o ovo em produtos veganos (BOMBO, 2006), além de contribuir como um fator de controle e diminuição do índice glicêmico (IG) (FAN ZHU (2019) e SOLTANIAN (2019)), visto que normalmente produtos sem glúten possuem alto IG. Korus e colaboradores (2015) observaram que a adição de linhaça em pão sem glúten elaborado a partir da mucilagem liofilizada de linhaça, acarretou maior aceitabilidade sensorial e modificou positivamente as propriedades reológicas da massa, ao ser comparado com um pão sem glúten contendo goma guar e pectina.

Muitos pesquisadores tem recentemente apontado a utilização da psyllium como substituto de glúten na panificação, por possuir alta capacidade de absorção de água e assim melhorar a maquinabilidade da massa (CAPPA et al., 2013), a estabilidade da massa (MARIOTTI et al., 2009), o volume e aparência do pão (FRATELLI et al., 2018). Ainda, alguns autores indicam a fibra psyllium, derivada da casca das sementes maduras secas de *Plantago psyllim*, por ser também reconhecida por seu efeito de redução do colesterol, melhora da sensibilidade à insulina (YU, PERRET, PARKER, & ALLEN, 2003) sendo assim, indicada no tratamento de diversas enfermidades intestinais e diabetes

(SINGH, 2007).

Embora vários autores tenham ressaltado a utilização de linhaça ou da fibra psyllium como agentes melhoradores da panificação sem glúten (ZANDONADI et al. (2009), MARIOTTI (2009), KORUS et al. (2015), CAPPA (2013) e FRATELLI et al. (2018)), estudos que relacionam os benefícios da utilização da linhaça conjuntamente com a fibra psyllium ainda são escassos.

Devido a estes fatores, o presente estudo teve como objetivo avaliar a inclusão da farinha de linhaça e da fibra psyllium em um pão vegano sem glúten através de análises de volume, cor, textura, estrutura do miolo e sensorial e composição centesimal.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

Os ingredientes utilizados para a formulação do pão vegano sem glúten foram: farinha de arroz (Coopersulca, Turvo, Brasil), fécula de mandioca (polvilho doce) (Yoki, ©General Mills, Paranavaí, Brasil), farinha de linhaça (Geração Saúde, ©Saúde Integral Com. Alim., Porto Alegre, Brasil), sal (Cisne, Cabo Frio, Brasil), açúcar (União, Sertãozinho, Brasil), fermento biológico seco (*S.cerevisiae*) (Fleischmann, Pederneiras, Brasil), óleo de soja (Primor, ©Bunge Alimentos S.A., Rondonópolis, Brasil), fibra psyllium (E.R. Atacado ME, Santa Cruz do Sul, Brasil), todos adquiridos no comércio local, em Porto Alegre, ou fornecidos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

2.2. Elaboração do pão vegano sem glúten

As formulações dos pães veganos sem glúten foram desenvolvidas a partir de um

estudo realizado por Fratelli et al. (2018), com exclusão dos ingredientes de origem animal e a utilização da fibra Psyllium na faixa de 0,5 a 2% sobre o peso da mistura composta por farinhas de arroz e fécula de mandioca. O ovo foi substituído pela farinha de linhaça marrom e o leite por água (Tabela 1).

Teste preliminares foram realizados para avaliar os teores de farinha de linhaça a serem testados, em função de características de qualidade dos pães elaborados, volume, textura, sabor (dados não apresentados). Foram testadas cinco formulações onde a porcentagem de linhaça variou de 2,5 a 12,5%, sendo a porcentagem de 7,5% a escolhida.

Durante o preparo da massa, foi necessário adicionar água em diferentes proporções para cada formulação devido à alta capacidade de absorção de água da fibra Psyllium. As quantidades de água adicionada em cada formulação foram de acordo com a consistência da massa na hora da mistura.

Tabela 1 – Formulações das amostras controle e dos pães veganos sem glúten com diferentes concentrações de fibra Psyllium.

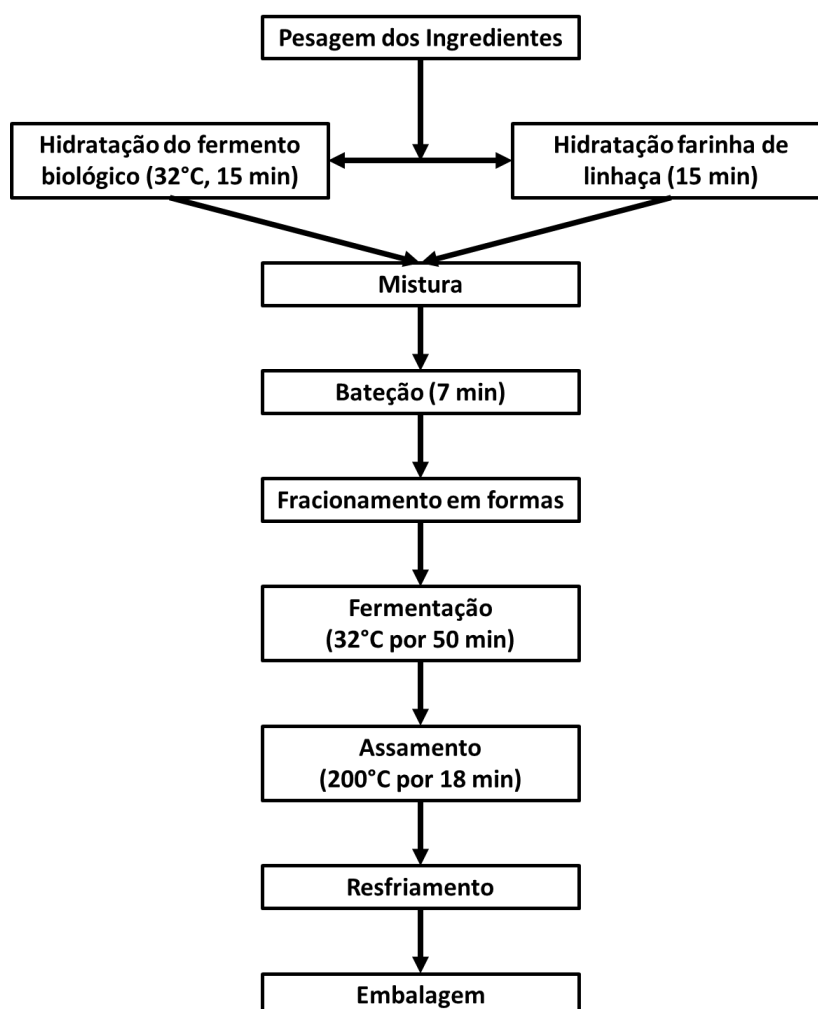
Ingredientes	Controle*	P - 0,5%*	P - 1,0%*	P - 1,5%*	P - 2,0%*
Farinha de Arroz	75%	75%	75%	75%	75%
Fécula de Mandioca	25%	25%	25%	25%	25%
Água	120,50%	137,50%	142,92%	144,58%	151,67%
Farinha de Linhaça	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%
Açúcar Refinado	6%	6%	6%	6%	6%
Óleo de Soja	3%	3%	3%	3%	3%
Sal	2%	2%	2%	2%	2%
Fermento Biológico Seco	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%
Psyllium	0%	0,50%	1%	1,50%	2%
Propionato de Cálcio	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%

*Controle – pão sem adição de psyllium; P – 0,5%: pão com 0,5% de psyllium; P – 1,0%: pão com 1,0% de psyllium; P – 1,5%: pão com 1,5% de psyllium; P – 2,0%: pão com 2,0% de psyllium.

O processamento da elaboração dos pães está descrito na Figura 1.

Inicialmente todos os ingredientes foram pesados em balança calibrada (BEL ENGINEERING, Mark M3102, Brasil), com exceção da farinha de linhaça, do fermento biológico e da água, foram colocados em um recipiente para mistura. A farinha de linhaça foi hidratada por 15 minutos na proporção 1:3 e a água foi descontada do total da formulação, e o fermento biológico por 15 minutos, sob temperatura de aproximadamente 35°C. Após o período de hidratação da farinha de linhaça e do fermento, todos os ingredientes foram misturados e homogeneizados em batedeira (VENÂNCIO, VBPS 06, Brasil) por 7 minutos na velocidade 3. A massa obtida foi fracionada em 165 g e colocada em formas (13 cm x 5,5 cm). Em seguida, os pães foram colocados em câmara fermentadora (LIEME, Crescepão Brasil) à 32 °C, por 50 minutos. Com o término da fermentação, os pães foram assados por 18 minutos a 200 °C em forno turbo elétrico (TEDESCO, FTT 150E, Brasil), pré-aquecido à 220 °C. Depois de assados, os pães foram retirados das formas e resfriados por 1 hora para a realização das análises.

Figura 1 – Fluxograma do processamento de pães veganos sem glúten.



Fonte: O Autor (2019)

2.3. Tabela Nutricional

A tabela nutricional dos pães foi feita a partir do cálculo do valor nutricional de cada ingrediente em relação à quantidade usada em cada formulação, de acordo com a tabela TACO (NEPA/UNICAMP, 2011).

2.4. Volume Específico

O volume específico foi realizado através do método do deslocamento das sementes de painço descrito por Silva, Silva e Chang (1998). O volume específico do pão

foi calculado segundo as equações abaixo:

$$\text{Volume específico} \left(\frac{\text{cm}^3}{\text{g}} \right) = \frac{\text{Volume do pão} (\text{cm}^3)}{\text{Peso do pão} (\text{g})} \quad (1)$$

$$\text{Volume do pão} = \text{Volume da forma} (\text{cm}^3) - \text{Volume da forma com o pão} (\text{cm}^3) \quad (2)$$

Equação 1: equação matemática para o cálculo do volume específico do pão.

Equação 2: equação para o cálculo do volume do pão.

2.5. Avaliação Colorimétrica dos Pães

A análise colorimétrica dos pães foi realizada em triplicata em colorímetro (Minolta® CR-400, Japão), previamente calibrado. A leitura da cor das amostras foi expressa por Hunter nos parâmetros L*, a*, b* e ΔE. O valor L*, que indica a luminosidade, varia de preto (0) até branco (100), o valor a* varia de verde (-60) à vermelho (60), o valor b* varia de azul (-60) à amarelo (+60) e o ΔE indica a diferença total de cor.

2.6. Perfil de textura

O perfil de textura das amostras foi realizado em triplicata, segundo método AACCI 74-09.11 (AACC, 1995) em texturômetro TA.XT plus (Stable Micro Systems, Reino Unido). Foram avaliados os seguintes parâmetros: firmeza do miolo e da crosta, mastigabilidade, gomosidade, elasticidade e coesividade do miolo das amostras.

As condições do teste para a análise foram: velocidade pré-teste de 2,0 mm/s, velocidade do teste de 1,7 mm/s e a velocidade pós-teste de 2,0 mm/s. A distância entre a posição inicial e a amostra foi de 40mm e utilizando o probe cilíndrico P/36R.

Como a análise foi realizada no dia de assamento e após 3, 5 e 7 dias de armazenamento, os pães foram guardados em embalagens de plástico onde as aberturas foram seladas e mantidas a temperatura ambiente (25 °C).

2.7. Análise da estrutura interna do pão

Para a análise da estrutura interna do miolo dos pães, foi utilizado o software ImageJ v.1.52 (National Institute of Health, EUA). Dados como, porcentagem de poros maiores que 5 mm², densidade celular (células de gás/cm²) e porosidade da fatia (área de células gasosas/área da fatia) foram extraídos utilizando este sistema operacional (DA ROSA MACHADO E THYS, 2019)

As imagens para a análise foram obtidas por uma câmera de 13 megapixels do celular da marca Motorola modelo motoG5, em um fundo preto e com uma régua embaixo de cada fatia para adequação de escala.

2.8. Análise sensorial

Para a análise sensorial dos pães foi realizado um painel com 50 provadores não treinados, sendo 32 do sexo feminino e 18 do sexo masculino. As amostras foram apresentadas simultaneamente após a cocção à temperatura ambiente.

Cada provador recebeu uma amostra de cada pão, e uma ficha (ANEXO I), para a avaliação nos seguintes atributos: aparência, cor, odor, sabor, sabor residual, textura e aceitação global, com base na escala hedônica de 9 pontos (1- desgostei muitíssimo até 9 – gostei muitíssimo). Além disso, foi disponibilizado um espaço para comentários.

Além das médias, foi calculado também o Índice de Aceitabilidade de cada pão, que consiste em obter um valor que representa a aceitação do produto pelos consumidores. É necessário um Índice de Aceitação no mínimo de 70% para o atributo ser considerado aceito. O cálculo do IA foi realizado com o auxílio da equação matemática, citada por Dutcosky em 2007:

$$IA = \frac{\text{Nota média obtida para a amostra} * 100}{\text{Nota máxima da escala utilizada}}$$

Equação 3 – Expressão matemática para o cálculo do índice de aceitabilidade (IA)

2.9. Análise Estatística

Os resultados foram avaliados utilizando Análise de Variância (*One-way* ANOVA), do *software* Statistica 13.0, através do teste de Tukey, sendo as diferenças consideradas estatisticamente significantes quando $p < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Tabela Nutricional

A Tabela 2 mostra o resultado da tabela nutricional dos pães. A tabela nutricional foi calculada a partir dos dados fornecidos na embalagem de cada ingrediente. Segundo a RDC N°54, de 12 de novembro de 2012, todo produto com no mínimo 6 g de proteínas por 100 g de produto pronto pode ser considerado como fonte de proteínas; portanto todas as amostras deste estudo podem ser classificadas fonte de proteínas.

Ainda de acordo com a RDC N°54, todo alimento que contenha no mínimo 3 g de fibra alimentar por 100 g de produto pronto pode ser considerado como fonte de fibra, e como alto conteúdo de fibra aquele que possuir no mínimo 6 g de fibra por 100 g de produto pronto. Com isso, os pães Controle, P - 0,5% e P - 1,0% podem ser considerados fonte de fibra e os pães P - 1,5% e P - 2,0% podem ser apontados como alimentos com alto conteúdo de fibra.

Estas duas alegações são de grande valor, visto que, conforme dados do BRASIL FOOD TRENDS 2020 (ITAL, 2010), as pessoas estão, cada vez mais, em busca de alimentos mais saudáveis e com alegações funcionais.

Tabela 2: Tabela nutricional dos pães controle e com adição de fibra psyllium.

	Controle	P - 0,5%	P - 1,0%	P - 1,5%	P - 2,0%
Carboidratos %	74,93	74,93	74,93	74,93	74,93
Proteínas %	6,78	6,78	6,78	6,78	6,78
Lipídeos %	6,57	6,57	6,57	6,57	6,57
Fibras %	4,76	5,26	5,76	6,26	6,76

*Controle – pão sem adição de psyllium; P – 0,5%: pão com 0,5% de psyllium; P – 1,0%: pão com 1,0% de psyllium; P – 1,5%: pão com 1,5% de psyllium; P – 2,0%: pão com 2,0% de psyllium.

A adição de fibra psyllium trouxe um aumento progressivo de 0,5% na composição de fibras dos pães, melhorando a qualidade nutricional do pão. Fratelli e colaboradores (2018) encontraram um aumento de 4,0-9,2% do conteúdo de fibra, em comparação a um pão sem glúten sem adição de fibra, nas formulações nos pães com adição de 2,86 – 17,14% de psyllium

3.2. Volume Específico, Cor e Perda de Peso após a Cocção

A Tabela 3 apresenta os resultados para os parâmetros físicos dos pães após assados.

Com peso final de aproximadamente 135 g, os pães apresentaram volume específico variado, conforme dados apresentados na Tabela 3. Para o dia 0, o dia em que foram feitos, as formulações P – 1,0% e P – 2,0% apresentaram os maiores volumes específicos, resultado já esperado visto que a fibra forma uma rede de gel fraca, que consegue ser capaz de prender o CO₂ proveniente da fermentação devido a suas habilidades de gelificação e absorção de água (MARIOTTI et al, 2009). Apesar de ambas apresentarem os maiores valores para volume específico, as amostras são iguais estatisticamente, indicando que o aumento do teor de fibra de 1% para 2%, não gerou melhoria no volume específico, embora tenha gerado melhoria nutricional.

Tabela 3 – Volume específico, cor e perda de peso dos pães controle e com adição de fibra psyllium.

	Volume Específico (cm ³ /g)	Cor				Perda de Peso pós cocção (%)
		a*	b*	L*	ΔE	
Controle*	2,082 ± 0,018 ^b	2,660 ± 0,275 ^c	9,890 ± 0,451 ^a	41,997 ± 0,913 ^b	54,547 ± 1,598 ^b	17,758 ± 0,794 ^b
P - 0,5%*	2,062 ± 0,023 ^{bc}	3,183 ± 0,299 ^{bc}	10,050 ± 0,332 ^a	41,540 ± 0,941 ^b	54,773 ± 0,844 ^b	19,137 ± 0,088 ^a
P - 1,0%*	2,178 ± 0,056 ^a	2,953 ± 0,170 ^{bc}	8,623 ± 0,221 ^{bc}	41,567 ± 0,827 ^b	53,143 ± 0,756 ^b	18,246 ± 0,167 ^{ab}
P - 1,5%*	1,982 ± 0,028 ^c	3,333 ± 0,229 ^b	8,213 ± 0,499 ^c	43,247 ± 3,185 ^b	54,793 ± 1,001 ^b	19,271 ± 0,173 ^a
P - 2,0%*	2,210 ± 0,030 ^a	4,223 ± 0,170 ^a	9,353 ± 0,465 ^{ab}	50,31 ± 0,616 ^a	63,890 ± 1,078 ^a	19,250 ± 0,206 ^a

*Controle – pão sem adição de psyllium; P – 0,5%: pão com 0,5% de psyllium; P – 1,0%: pão com 1,0% de psyllium; P – 1,5%: pão com 1,5% de psyllium; P – 2,0%: pão com 2,0% de psyllium. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras (p>0,05).

Em seu estudo, Fratelli et al (2018) constataram que a adição de 2,86% de psyllium e 82,14% de água aumentou o volume específico em 46,8%, enquanto com adição de 17,14% de fibra e a mesma quantidade de água não houve diferenças estatísticas no volume específico do pão em comparação ao pão controle. Demonstrando que proporções adequadas de psyllium e água afetam positivamente o pão, auxiliando no desenvolvimento da massa. Com isso, podemos afirmar que os pães P – 1,0% e P – 2,0% apresentaram a melhor proporção fibra/água, aumentando o volume específico em 4,61% e 6,15%, respectivamente, com relação ao controle.

Com relação à análise colorimétrica do miolo dos pães, pode-se notar que a adição de fibra psyllium alterou todos os parâmetros colorimétricos dos pães. Em relação a coordenada cromática a* observa-se que com a adição de maiores quantidades da fibra ocorreu um deslocamento para um tom mais avermelhado. A coordenada b* teve uma diminuição de 12,81% e 16,96% para as amostras P – 1,0% e P – 1,5%, levando a um deslocamento para um tom menos amarelado. Com relação a luminosidade (coordenada L*), apenas o pão P – 2,0% apresentou um aumento significativo, apresentando-se

diferente estatisticamente dos demais, ou seja, o pão com a maior quantidade de fibra adicionada foi o que teve maior luminosidade, isto é, ficou mais claro. A adição de fibras gera uma maior absorção de água, devido a sua alta capacidade de absorção de água e aumentar em até 20 vezes o seu tamanho, por isso ocorre um aumento do teor de água absorvida e, com isso, uma maior luminosidade. Para o ΔE , parâmetro que indica a magnitude total da diferença de cor, apenas a amostra P – 2,0% mostrou-se diferente estatisticamente das demais, ou seja, foi a única amostra que apresentou padrão colorimétrico total diferente da amostra controle.

Cappa e colaboradores (2013) analisaram o efeito da adição de psyllium e de fibra de beterraba na coloração de pães sem glúten e encontraram como resultados que quando adicionado 2,5% de psyllium e 0,5% de fibra de beterraba, ocorreu uma diminuição de 6,02% e de 3,89% nos parâmetros b e L*, respectivamente, quando comparados a um pão com 1,5% de psyllium e 1,5% de fibra de beterraba e com a mesma quantidade de água, o que gerou um aumento da cor escura, melhorando visualmente a coloração dos pães.

A perda de peso para o pão controle foi menor e diferente estatisticamente dos outros pães. A adição da fibra psyllium, devido a sua alta capacidade de absorção de água, aumentou a perda de peso após a cocção. Fratelli e colaboradores, em 2018, também encontraram um aumento da perda de peso em pão sem glúten com adição de fibra psyllium (2,86%) com o aumento da quantidade de água (82,14% para 117,86%).

3.3. Perfil de Textura

A análise de textura dos pães foi realizada uma hora após o forneamento no dia de sua fabricação (zero), e após 3, 5, e 7 dias de armazenamento à temperatura ambiente. O uso de fibras em pães sem glúten geralmente traz efeitos positivos à textura dos

mesmos, porém, ao contrário do que se esperava, conforme dados apresentados na Tabela 4, no primeiro dia o pão com a maior concentração de fibra foi o que obteve o maior valor de firmeza do miolo. Entretanto, pode-se notar que os pães P – 1,0%, P – 1,5% e P – 2,0% foram os que apresentaram um menor aumento percentual da firmeza do primeiro dia para o terceiro dia de armazenamento, 141,69%, 164,25% e 141,57% respectivamente, ao contrário do pão controle e P - 0,5%, que obtiveram um aumento de 204,25% e 215,99%, respectivamente, mostrando que a fibra psyllium possui um efeito interessante de minimizar o aumento de firmeza durante a vida útil do produto. Fratelli et al. (2018), também notaram um aumento da firmeza do miolo com o aumento da concentração de fibra psyllium de 2,86% para 17,14%, mas este aumento foi amenizado pela adição de maior quantidade de água à formulação, de 82,14% para 117,86%. Em um estudo realizado em 2013, Cappa e colaboradores também estudaram os efeitos da adição de fibras em formulações sem glúten e notaram que nas formulações que continham mais psyllium do que fibra de beterraba, 2,5% e 0,5%, respectivamente, apresentaram uma menor consistência e menor firmeza que pães com 1,5% de cada fibra, mostrando que quanto maior a disputa dos ingredientes pela água, maior será a firmeza dos pães pois a fibra não conseguirá desempenhar sua funcionalidade. Além disso, esse resultado foi possível devido a menor quantidade de fibra solúvel da fibra de beterraba em relação a psyllium, 24,33% e 73% respectivamente.

Com o passar dos dias, ocorreu um aumento da firmeza em todos os pães, o que já era esperado visto que, durante o tempo de armazenamento, o amido presente começa a se retrogradar e vai expulsando água utilizada anteriormente para a sua gelatinização (FENNEMA, 2010). Em seu estudo, Korus (2015) testou a mucilagem de linhaça, nas proporções de 1,2; 1,8 e 2,4%, como um novo agente formador de estrutura em pães sem glúten e constatou, também, o aumento da dureza com o tempo de armazenamento.

Tabela 4: Resultados da análise de textura dos pães controle e com fibra psyllium e farinha de linhaça durante 7 dias de armazenamento.

Amostras *	Firmeza (N)				Coesividade				Mastigabilidade (N)			
	0	3	5	7	0	3	5	7	0	3	5	7
Controle	13,017 ± 1,536 ^{bcC}	39,604 ± 2,894 ^{aB}	46,893 ± 6,837 ^{aAB}	53,658 ± 2,169 ^{aA}	0,695 ± 0,028 ^{abA}	0,510 ± 0,021 ^{aB}	0,375 ± 0,013 ^{aC}	0,359 ± 0,070 ^{aC}	9,566 ± 0,832 ^{abB}	23,961 ± 0,731 ^{aA}	19,723 ± 2,630 ^{aA}	21,999 ± 4,837 ^{aA}
P - 0,5%	12,357 ± 0,321 ^{cC}	39,047 ± 4,806 ^{aB}	56,348 ± 9,367 ^{aA}	50,010 ± 2,865 ^{aAB}	0,684 ± 0,025 ^{abA}	0,421 ± 0,075 ^{aB}	0,298 ± 0,044 ^{aBC}	0,377 ± 0,064 ^{aBC}	9,143 ± 0,736 ^{bB}	18,808 ± 5,119 ^{aAB}	19,656 ± 0,657 ^{aAB}	22,044 ± 3,202 ^{aA}
P - 1,0%	15,173 ± 0,741 ^{abC}	36,672 ± 3,588 ^{aAB}	43,748 ± 3,897 ^{aA}	42,555 ± 2,292 ^{bAB}	0,619 ± 0,031 ^{bA}	0,418 ± 0,066 ^{aA}	0,474 ± 0,101 ^{aA}	0,464 ± 0,178 ^{aA}	9,982 ± 0,349 ^{abA}	17,695 ± 5,051 ^{aA}	24,658 ± 0,060 ^{aA}	23,655 ± 11,641 ^{aA}
P - 1,5%	11,445 ± 0,446 ^{cC}	30,243 ± 2,769 ^{aB}	44,006 ± 1,887 ^{aA}	38,850 ± 2,951 ^{bA}	0,730 ± 0,060 ^{aA}	0,523 ± 0,074 ^{aB}	0,376 ± 0,064 ^{aBC}	0,351 ± 0,036 ^{aC}	9,135 ± 0,707 ^{bB}	19,269 ± 4,505 ^{aA}	20,158 ± 2,118 ^{aA}	16,097 ± 1,137 ^{aA}
P - 2,0%	15,899 ± 0,241 ^{aC}	38,407 ± 3,475 ^{aB}	44,892 ± 5,246 ^{aAB}	49,547 ± 2,156 ^{aA}	0,654 ± 0,044 ^{abA}	0,415 ± 0,055 ^{aBC}	0,408 ± 0,093 ^{aBC}	0,533 ± 0,034 ^{aAB}	11,251 ± 0,671 ^{aC}	17,775 ± 3,076 ^{aB}	21,411 ± 3,773 ^{aB}	30,701 ± 0,756 ^{aA}

Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística na coluna e letras maiúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas no decorrer dos dias.

*Controle – pão sem adição de psyllium; P – 0,5%: pão com 0,5% de psyllium; P – 1,0%: pão com 1,0% de psyllium; P – 1,5%: pão com 1,5% de psyllium; P – 2,0%: pão com 2,0% de psyllium.

Em relação a coesividade, no primeiro dia, não houve diferença estatística com relação à amostra controle, ou seja, a adição da fibra não afetou a tendência das moléculas de se manterem juntas, este comportamento se manteve no decorrer dos dias. Com o passar do tempo, a coesividade, para uma mesma amostra foi diminuindo. Korus (2015), também notou uma diminuição da coesividade com o decorrer dos dias em pães sem glúten com mucilagem de linhaça, concluindo que as modificações na formulação alteraram não somente a estrutura celular visível, mas também a estrutura molecular a nível celular. Os autores relataram também que o resultado dado pelo método instrumental não consegue refletir a percepção humana da mudança do alimento durante a mastigação, trazendo resultados que não conferem com o resultado das análises de estrutura interna e sensorial.

Já para a mastigabilidade, força requerida para a mastigação do alimento, no primeiro dia a amostra P – 0,5% apresentou diferença estatística em relação a amostra P – 2,0% e, ao contrário do esperado, as amostras P – 2,0%, juntamente com a controle e P - 1% de psyllium, foram as que obtiveram o maior resultado, porém a adição de fibra tinha a função de deixar o pão mais macio e facilitar a mastigação. Nos demais dias de armazenamento, dado na Tabela 4, as amostras não diferiram entre si estatisticamente.

Fazendo uma comparação entre as análises em cada dia de armazenamento para uma mesma amostra podemos ver quanto a quantidade de fibra influenciou cada parâmetro. Para o pão controle, P - 0,5% e P – 2,0%, os parâmetros analisados sofreram alterações com os dias de armazenamento, mostrando que essa quantidade de fibra foi insuficiente para trazer alguma alteração positiva para o pão. Para o pão P - 1,0%, os parâmetros coesividade e mastigabilidade permaneceram iguais estatisticamente para os dias de armazenamento. Manter estáveis as características de textura de um pão durante o armazenamento é de extrema importância para a indústria. O pão 1,0% foi o que

conseguiu manter melhor, segundo análise estatística, as características de textura do dia do assamento. Neste caso pode-se afirmar que a adição de 1,0% de fibra na formulação trouxe alterações benéficas, mantendo a qualidade de textura do pão elaborado.

3.4. Análise da estrutura interna do pão

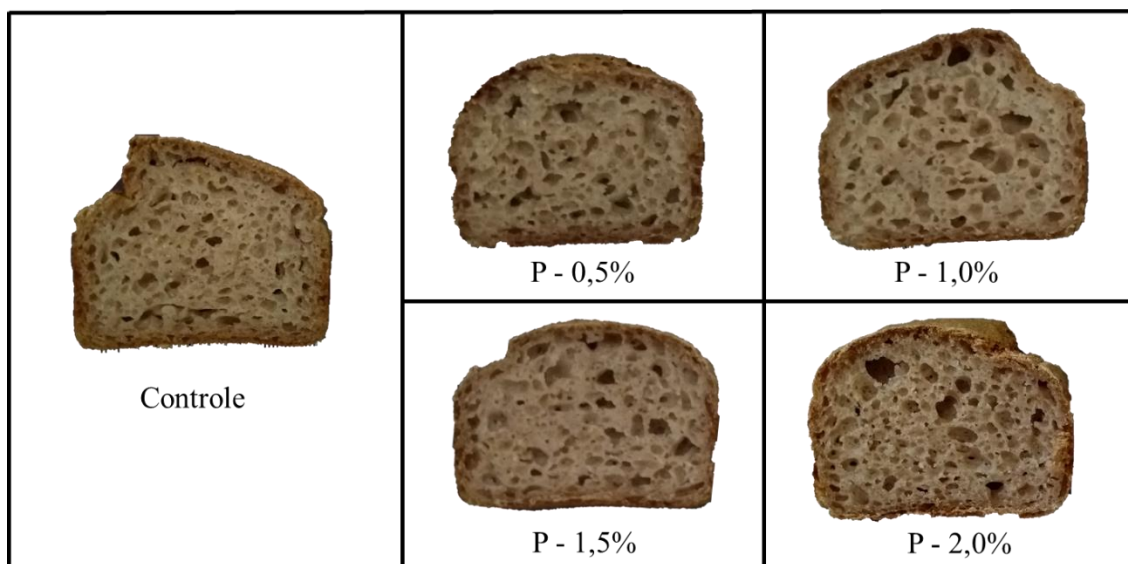
Para a análise da estrutura interna de cada pão, as imagens utilizadas pelo software foram tiradas uma hora após o assamento dos pães. A Tabela 5 apresenta os resultados desta análise.

Tabela 5: Resultados da análise da estrutura interna dos pães controle e com adição de fibra psyllium.

	Porosidade (%)	Densidade celular (poros.cm ⁻²)	Porcentagem de poros > 5mm ²
Controle*	30,592 ^{ab} ± 3,692	53,086 ^b ± 2,008	9,1 ^a ± 1,9
P - 0,5%*	28,380 ^b ± 2,746	32,099 ^{bc} ± 5,704	7,1 ^a ± 2,5
P - 1,0%*	30,768 ^{ab} ± 1,018	28,012 ^{bc} ± 9,109	6,0 ^a ± 3,1
P - 1,5%*	29,039 ^{ab} ± 1,711	24,279 ^c ± 0,054	5,1 ^a ± 2,3
P - 2,0%*	36,862 ^a ± 4,206	82,716 ^a ± 10,053	8,1 ^a ± 2,6

*Controle – pão sem adição de psyllium; P – 0,5%: pão com 0,5% de psyllium; P – 1,0%: pão com 1,0% de psyllium; P – 1,5%: pão com 1,5% de psyllium; P – 2,0%: pão com 2,0% de psyllium. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras (p>0,05).

Figura 2: Fotos das fatias de cada pão.



Fonte: o autor (2019).

De acordo com Da Rosa Machado e Thys (2019), densidades celulares e volumes específicos maiores, assim como porosidades e porcentagens de poros $> 5\text{mm}^2$ menores indicam produtos de qualidade superior. A adição da fibra psyllium não gerou diferença estatística para o parâmetro porcentagem de poros $> 5\text{mm}^2$. Para este mesmo parâmetro, Korus (2015) encontrou valores entre 0,468 até 0,540%, para pães sem glúten elaborados com goma guar e pectina avaliando sua substituição pela mucilagem de linhaça nas proporções de 1,2, 1,8 e 2,4%. Em pães é preferível uma menor quantidade de poros grandes a fim de gerar uma estrutura interna de miolo mais fechada.

Com relação à densidade celular por centímetro quadrado, a amostra com P - 2,0% foi a que obteve o maior valor e mostrou diferenças significativas em relação às demais amostras. As amostras P - 0,5%, P - 1,0% e P - 1,5% não tiveram diferença estatística entre si. Korus (2015) encontrou densidades celulares menores do que as encontradas neste estudo, de 8 a 13cm^{-2} , em pães contendo quantidades menores de linhaça em sua formulação, 1,2, 1,8 e 2,4%. Em seu estudo utilizando quinoa e amaranto como fontes de fibra em pães sem glúten, Alencar (2014), ao adicionar amaranto e quinoa

nas formulações sem glúten, notou uma diminuição no número da densidade celular dos alvéolos, assim como no presente estudo.

Para porosidade, a amostra P - 2,0% apresentou valor apenas maior estatisticamente ao da amostra P – 0,5%, ficando este valor igual às demais amostras. Em seu estudo, Cappa (2013) encontrou uma porosidade maior que 20% em pães com psyllium e fibra de beterraba, sendo que seus pães com maior quantidade de água foram os que apresentaram os maiores valores de porosidade.

3.5. Análise Sensorial

Apesar da amostra P - 1,0% ter mantido suas características no tempo de armazenamento, ela não apresentou o melhor resultado para alguns parâmetros de textura como firmeza e mastigabilidade. Em contrapartida, a amostra que apresentou os melhores resultados para esses parâmetros foi a P – 1,5%, sendo assim, para a análise sensorial foi escolhida a amostra P - 1,5% e o controle. A Tabela 6 apresenta os resultados da análise sensorial para os seguintes atributos: aparência, cor, odor, sabor, sabor residual, textura e aceitação global.

Tabela 6: Resultados da análise sensorial dos pães controle e com adição da fibra psyllium.

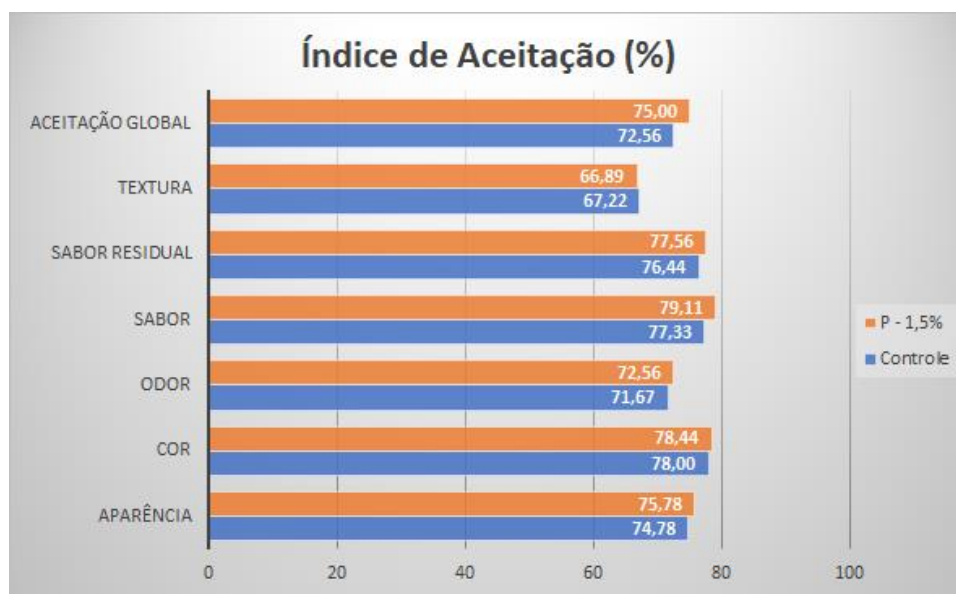
Atributos	Amostras	
	Controle*	P - 1,5%*
Aparência	6,73 ^a ± 1,36	6,82 ^a ± 1,44
Cor	7,02 ^a ± 1,35	7,06 ^a ± 1,38
Odor	6,45 ^a ± 1,47	6,53 ^a ± 1,84
Sabor	6,96 ^a ± 0,94	7,12 ^a ± 1,31
Sabor Residual	6,88 ^a ± 1,38	6,98 ^a ± 1,81
Textura	6,05 ^a ± 1,92	6,02 ^a ± 1,97
Aceitação Global	6,53 ^a ± 1,33	6,75 ^a ± 1,53

*Controle – pão sem adição de psyllium; P – 1,5%: pão com 1,5% de psyllium; Letras minúsculas iguais

na mesma coluna não indicam diferença significativa entre as amostras (p>0,05).

Conforme dados da Tabela 6, para todos os atributos avaliados, não houve diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$) entre o pão controle e o pão com 1,5% de psyllium, mostrando que a adição de fibra não influenciou na aceitação por parte dos provadores. Para aparência, as amostras controle e P – 1,5% obtiveram 6,73 e 6,82 como notas respectivamente, referente a gostei ligeiramente e gostei moderadamente. Apesar deste resultado, ambas as amostras atingiram o índice de aceitação mínimo (70%) (DUTCOSKY, 2007), que corresponde a 74,78% (Controle) e 75,78% (P – 1,5%) conforme dados apresentados no Gráfico 1. Para Fratelli et al (2018), pães com 2,86% de fibra psyllium com maior quantidade de água prejudicaram a aparência quando comparados ao controle, mostrando que o excesso de água afeta negativamente a aparência do pão. Utilizando farinha de linhaça para substituição do glúten, Korus (2015) constatou que em pães com maiores quantidade de linhaça (1,8% e 2,4%) obtiveram resultado entre 5 e 6, em uma escala de 9 pontos, comparativamente ao pão sem a farinha de linhaça, com isso pode-se afirmar que a adição de linhaça, nas maiores proporções (1,8% e 2,4%), como ingrediente substituto ao ovo, acarretou em melhoras relacionadas à aparência do produto, visto que o pão sem glúten sem adição de linhaça apresentou nota inferior a 5.

Gráfico 1: Índice de aceitação de cada atributo para os pães



Cor e sabor foram os atributos que obtiveram as maiores notas (7,02 e 7,06 para cor e 6,96 e 7,12 para sabor) para controle e P - 1,5%, respectivamente (Tabela 6) e, conseqüentemente, o maior índice de aceitação (78,00 e 78,44 para cor e 77,33 e 79,11 para sabor) por parte dos provadores (Gráfico 1). O sabor é o atributo mais importante na aceitação de um produto segundo Bourne (2002), então alcançar maiores índices de aceitação para este quesito demonstra que ambas as amostras tiveram boa aceitação do público. Zandonadi (2009) também encontrou os maiores índices de aceitação para esses parâmetros quando comparou um pão normal com um pão sem glúten não vegano feito a partir de amido de milho (33,22%), amido de batata (45,14%), creme de arroz (18,56%) e de psyllium (3,08%) no lugar da farinha de trigo, mostrando que a fibra psyllium é um bom substituto de glúten para formulações para celíacos.

Odor e textura foram os parâmetros com as menores notas e menores índices de aceitação para ambos os pães, de acordo com dados da Tabela 6 e Gráfico 1; porém, odor ainda conseguiu atingir o valor mínimo do índice de aceitação (>70% ou nota 6,3 na escala de 9 pontos). Apesar de textura ser o principal fator de rejeição de um produto

(Bourne, 2002), mesmo tendo ficado abaixo no nível de aceitação (66,89% e 67,22%, para o controle e o P -1,5% respectivamente), ele não afetou negativamente a aceitação global de ambos os produtos. Para textura, Fratelli (2018) obteve o pior resultado para o teste com maior quantidade de psyllium e menor quantidade de água, demonstrando que essa proporção afetou negativamente o pão. Já para o odor não houve grandes variações entre as amostras. Zandonadi (2009) em seu estudo sobre a adição de Psyllium em um pão com adição de 3,08% de fibra psyllium relatou um nível de aceitação para odor e textura de 93,4 e 96,7%, respectivamente, quando indivíduos celíacos fizeram a análise sensorial, e de 100 e 97,1% quando indivíduos não celíacos fizeram a análise sensorial. Quando comparado a um pão de trigo, o autor relatou melhores notas por parte de ambos os públicos.

Em relação ao sabor residual, as amostras não apresentaram diferenças estatísticas, (Gráfico 1), ficando com 77,56% de aceitação contra 76,44% para o pão P - 1,5% e controle respectivamente. Com isso, podemos concluir que adicionar psyllium não acarretou uma diminuição da aceitação do público devido ao sabor residual que a fibra poderia deixar no produto. Quanto à aceitação global dos produtos, ambos foram bem aceitos pelos provadores, ficando com um nível de aceitação de 72,56% para a amostra controle e 75,00% para a amostra com 1,5% de psyllium (Gráfico 1). Logo, a quantidade de fibra na amostra teste não acarretou diminuição na qualidade sensorial do produto.

4. CONCLUSÃO

Devido à crescente demanda do mercado de produtos veganos e de produtos sem glúten, é interessante o desenvolvimento de produtos para atingir esse público alvo, mas, é necessário a elaboração de produtos de panificação vegana sem glúten com melhores características tecnológicas e nutricionais do que os produtos já existentes.

O desenvolvimento de pão vegano sem glúten deste trabalho mostrou-se uma alternativa interessante e obteve resultados satisfatórios como: índice de aceitação superior a 70% e melhora nutricional (pães com alto conteúdo de fibra e fonte de proteína). Além disso, apresentou uma melhora na firmeza do pão ao adicionar 1,5% de fibra psyllium e uma porcentagem de poros maiores que 5 milímetros menores que estudos anteriores.

Tendo em vista os resultados positivos em relação a característica nutricional e a aceitação do produto por parte de provadores não treinados, o produto é uma boa alternativa e poderia ser comercializado.

Trabalhos futuros podem relacionar os efeitos do pão desenvolvido neste estudo na redução do índice glicêmico, visto que são escassos os estudos que relacionam a utilização da farinha de linhaça conjuntamente com a fibra psyllium na redução do índice glicêmico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 9^o edição. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1995. Acesso em: 07 de nov. 2019.

ABIP. Tendências no Mercado de Alimentação para 2019. Disponível em: <<http://www.abip.org.br/site/tendencias-de-alimentacao-para-2019/>> Acesso em: 23 de ago. 2019.

ALENCAR, N. M. M.. Direcionadores de preferência e perfil sensorial de pães isentos de glúten e sacarose. [Dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2014. Disponível em: < <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/254258>> Acesso em: 19 de set. 2019.

BOMBO, A.J.. Obtenção e caracterização nutricional de snacks de milho (*Zea mays* L.) e linhaça (*Linum usitatissimum* L.). 2006. 96f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, SP. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6133/tde-23102006-115234/publico/DISSERTACAOFINALALUREA2.pdf>> Acesso em: 19 de set. 2019.

BOURNE, M. C.. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. San Diego,

CA: Academic Press; 2002:400. Disponível em: <
<https://www.sciencedirect.com/book/9780121190620/food-texture-and-viscosity>>
 Acesso em: 21 de set. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária n. 54, de 12 de novembro de 2012. Aprova o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Brasil, 2012. Disponível em: <
http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864> Acesso em: 21 de nov. 2019.

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, p. 1657 – 1666, 2013. Disponível em: <
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861713007698>>
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.08.007>. Acesso em: 15 de out. de 2019.

DA ROSA MACHADO, C.; SILVEIRA THYS, R.C. Grilo em pó (*Gryllus assimilis*) como uma nova fonte alternativa de proteína para pães sem glúten. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 56, 2019. Disponível em: <
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856419303522>>
<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102180>. Acesso em: 21 de nov. 2019

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Química de Alimentos de Fennema*. 4. ed., Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p. Acesso em: 17 de ago. de 2019.

DUTCOSKY, S. D. *Métodos subjetivos ou afetivos. Análise sensorial de alimentos*. 2 ed. Champagnat: Curitiba, p.141 – 152, 2007. Acesso em: 13 de nov. de 2019.

ELGETI, D.; NORDLOHNE, S. D.; FÖSTE, M.; BESL, M.; LINDEN, M. H.; HEINZ, V.; JEKLE, M.; BECKER, T. Volume and texture improvement of gluten-free bread using quinoa white flour. *Journal of Cereal Science*, v. 59, n. 1, p. 41–47, 2014. Disponível em: <
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521013001793>>
<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.10.010>. Acesso em: 10 de out. de 2019.

FAN ZHU, J. L.. Physicochemical and Sensory Properties of Fresh Noodles Fortified with Ground Linseed (*Linum usitatissimum*). *LWT – Food Science and Technology*, v. 101, p. 847 – 853, 2019. Disponível em: <
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643818310612>>
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.003>. Acesso em: 14 de set. de 2019.

FARNETTI, S.; ZOCCO, M. A.; GARCOVICH, M.; GASBARRINI, A.; CAPRISTO, E.. Functional and Metabolic Disorders in Celiac Disease: New Implications for Nutritional Treatment. *Journal of Medicinal Food*, v. 17, n. 11, p. 1159 – 1164, 2014. Disponível em: <
https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/jmf.2014.0025?rfr_dat=cr_pub%3Dpubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&journalCode=jmf>
<https://doi.org/10.1089/jmf.2014.0025>. Acesso em: 16 de set. de 2019.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. *Panificação. Os ingredientes enriquecedores*. Food Ingredients Brasil. Nº10, 2009. Disponível em: < <http://www.revista->

fi.com/materias/114.pdf> Acesso em: 22 de ago, de 2019.

FRATELLI, C.; MUNIZ, D. G.; SANTOS F. G.; CAPRILES, V. D.. Modelling the effects of psyllium and water in gluten-free bread: An approach to improve the bread quality and glycemic response. *Journal of Functional Foods*, v.42, p. 339-345, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1756464618300227>> <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.01.015>. Acesso em: 22 de out. de 2019.

GOMEZ, M.; RONDA, F.; CABALLERO, P. A.; BLANCO, C. A. E ROSSEL, C. M. Functionally of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*, v. 21, p. 167 – 173, 2007. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X06000701>> <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2006.03.012>. Acesso em: 12 de set. de 2019.

GULARTE, A. M.; HERA, E.; GÓMEZ, M.; ROSELL, M. C.. Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties. *LTW – Food Science and Technology*, v. 48, p. 209 – 214, 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643812001387>> <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.03.015>. Acesso em: 12 de set. de 2019.

ITAL (Instituto de Tecnologia de Alimentos). *Brasil Food Trends 2020*. Disponível em: <<http://www.alimentosprocessados.com.br/arquivos/Consumo-tendencias-e-inovacoes/Brasil-Food-Trends-2020.pdf>> Acesso em: 04 de set. de 2019.

KORUS, J.; WITCZAK, M.; ZIOBRO, R.; JUSZCZAK, L.. Linseed (*Linum usitatissimum* L.) mucilage as novel structure forming agent in gluten-free bread. *LWT – Food Science and Technology* 62 (2015) p 257 – 264. Poland (2015). Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643815000560>> <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.01.040>. Acesso em: 14 de set. de 2019.

MACHADO, A. P. O.. *Novas tecnologias para obtenção de pães isentos de glúten à base de farinha de arroz e concentrado proteico de orizenina*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 2016. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9911/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 14 de set. de 2019.

MARIOTTI, M.; LUCISANO, M.; PAGANI, M. A.; PERRY K. W. NG.. The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and Psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs. *Food Research International*. V.42, p. 963 – 975, 2009. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996909001240>> <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.04.017>. Acesso em: 18 de set. de 2019.

MIÑARRO, E.; ALBANELL, E.; AGUILAR, N.; GUAMIS, B.; CAPELLAS, M.. Effect of legume flours on baking characteristics of gluten free bread. *Journal of Cereal Science*. Spain, 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S073352101200094X>> <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.04.012>. Acesso em: 15 de out. de 2019.

PREICHARDT, L.D.; VENDRUSCOLO, C.T.; GULARTE, M. A.; MOREIRA, A. D. S.. Efeito da goma xantana nas características sensoriais de bolos sem glúten. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 3, n. 1, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/362>> Acesso em: 17 de set. de 2019.

REWERS, M. Epidemiology of Celiac Disease: What are the prevalence, incidence and progression of celiac disease. *Gastroenterology*, 2005; 128: 847 – 851. Disponível em: <[https://www.gastrojournal.org/article/S0016-5085\(05\)00199-X/fulltext?referrer=https%3A%2F%2Fwww.ncbi.nlm.nih.gov%2F](https://www.gastrojournal.org/article/S0016-5085(05)00199-X/fulltext?referrer=https%3A%2F%2Fwww.ncbi.nlm.nih.gov%2F)> <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2005.02.030> Acesso em: 14 de set. de 2019.

SANZ-PENELLA, J. M.; WRONKOWSKA, M.; SORAL-SMIETANA, M.; HAROS, M.. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *LTW -Food Science and Technology* 50 (2013) p 679-685. Spain, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643812003155>> <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.07.031>. Acesso em: 04 de out. de 2019.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. DA; CHANG, Y. K.. Utilização da farinha de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) na elaboração de biscoitos tipo cookie e avaliação de aceitação por testes sensoriais afetivos univariados e multivariados. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 18, n. 1, p. 25-34, Apr. 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0101-20611998000100007&lng=en&nrm=iso&tlng=pt> <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20611998000100007>. Acesso em: 28 de set. de 2019.

SINGH, B. Psyllium as therapeutic and drug delivery agent. *International Journal of Pharmaceutics*, V. 334, 2007, p 1 – 14. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378517307000610?via%3Dihub>> <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2007.01.028>. Acesso em: 29 de out. de 2019.

SOLTANIAN, N. M. J.. Effect of Flaxseed or Psyllium vs. Placebo on Management of Constipation, Weight, Glycemia, and Lipids: A Randomized Trial in Constipated Patients with Type 2 Diabetes. *Clinical Nutrition ESPEN*, v. 29, p. 41 – 48, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405457718305795>> <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2018.11.002> Acesso em: 19 de out. de 2019.

STEFFOLANI, E; De La Hera, E.; Péres, G.; Gómez, M.. Effect of Chia (*Salvia hispanica* L) addition on the quality of gluten free bread. *Journal of Food Quality* 37 (2014) 309–317. Spain, 2014. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jfq.12098>> <https://doi.org/10.1111/jfq.12098>. Acesso em: 15 de out. de 2019.

TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos, versão 4. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação, Universidade Estadual de Campinas. 2a Ed. Campinas: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação, Universidade estadual de Campinas; 2011. Disponível em: <https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf> Acesso em: 15 de nov. de 2019.

XHAKOLLARI, V.; CANAVARI, M.; OSMAN, M. Factors affecting consumers'

adherence to gluten-free diet, a systematic review. *Trends in Food Science & Technology*, v. 85, p. 23-33, 2019/03/01/ 2019. ISSN 0924-2244. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224418305703>> <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.12.005>. Acesso em: 30 de out. de 2019.

YU, L.; PERRET, J.; PARKER, T.; ALLEN, K. G. D.. Enzymatic modification to improve the water-absorbing and gelling properties of psyllium. *Food Chemistry*, v. 82, p. 243 – 248, 2003. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814602005204>> [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00520-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00520-4). Acesso em: 26 de set. de 2019.

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. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/26839026_Psyllium_as_a_Substitute_for_Gluten_in_Bread> DOI: 10.1016/j.jada.2009.07.032. Acesso em: 10 de nov. de 2019.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de farinha de linhaça e fibra psyllium na produção de pão sem glúten vegano trouxe resultados satisfatórios, mostrando-se uma alternativa interessante. Em virtude das quantidades utilizadas, todos os pães podem ser classificados como fonte de proteína. Com relação às fibras, o pão controle, além dos com 0,5 e 1,0% de psyllium podem ser classificados como fonte de fibras enquanto os pães com 1,5 e 2,0% de psyllium como alto conteúdo de fibras, trazendo um incremento considerável nas características nutricionais de produtos veganos sem glúten, normalmente pobres em fibras e proteínas.

A maior adição de fibra, 2,0%, levou a um aumento do volume específico do pão, efeito positivo dado que pães sem glúten apresentam volumes menores devido a falta do glúten. Além disso, esta quantidade de fibra aumentou a luminosidade e a tonalidade vermelha do pão. Ao contrário do que se esperava, o pão com maior teor de fibra não apresentou o melhor resultado na análise de firmeza e mastigabilidade no dia do assamento, fato alcançado pelo pão com 1,5% de psyllium.

As formulações apresentaram resultados interessantes para a análise de suas estruturas internas. A porcentagem de poros maiores que 5 milímetros foi menor do que encontrado em estudos anteriores, o que é de grande valia para produtos sem glúten, onde alvéolos grandes geram produtos de maior rigidez.

A análise sensorial indicou que o pão com 1,5% de fibra psyllium obteve, assim como o controle, o nível de aceitação necessário para todos os quesitos, exceto textura. Cabe ressaltar que os provadores não eram treinados, portanto, consomem pães de trigo, normalmente com melhores características de qualidade.

Por fim, como existe uma escassez de estudos que relacionam a redução do índice glicêmico da utilização da linhaça em conjunto com a fibra psyllium é interessante a

realização de trabalhos posteriores com o pão desenvolvido neste estudo relacionando os efeitos deste na redução do índice glicêmico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 9^o edição. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1995. Acesso em: 07 de nov. 2019.

ABIP. Tendências no Mercado de Alimentação para 2019. Disponível em: <<http://www.abip.org.br/site/tendencias-de-alimentacao-para-2019/>> Acesso em: 23 de ago. 2019.

ACELBRA. Associação de celíacos do Brasil. Disponível em: <<http://www.ancelbra.org.br/2004/doencaceliaca.php>> Acesso em: 06 de set. 2019.

ACELBRA. Associação de celíacos do Brasil. Disponível em: <https://www.fenacelbra.com.br/arquivos/guia/guia_orientador_para_celiacos.pdf> Acesso em: 06 de set. 2019.

ADITIVOS E INGREDIENTES. Emulsificantes aplicados em panificação e confeitaria. Disponível em: <https://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201609/2016090948961001473422651.pdf> Acesso em: 19 de set. 2019.

ALENCAR, N. M. M.. Direcionadores de preferência e perfil sensorial de pães isentos de glúten e sacarose. [Dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2014. Disponível em: < <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/254258>> Acesso em: 19 de set. 2019.

ALLEN, B.; ORFILA C.; The Availability and Nutritional Adequacy of Gluten-Free Bread and Pasta. *Nutrients*, V.10, 2018. Disponível em: < <https://www.mdpi.com/2072-6643/10/10/1370/hm>> <https://doi.org/10.3390/nu10101370>. Acesso em: 19 de set. 2019.

ARPITA MONDAL, A. K. Datta. Bread baking – A review. *Journal of Food Engineering*. V. 86, 2008, p. 465–474. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877407005869>> <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.11.014>. Acesso em: 19 de set. 2019.

BEN & JERRY'S. Non-Dairy: tudo sobre a nossa nova linha inacreditavelmente vegana! Disponível em: <<https://www.benandjerry.com.br/novidades/tudo-sobre-non-dairy>> Acesso em: 23 de ago. 2019.

BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES T. C.. Fibra alimentar - Ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2013; 57(6): 397-405. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302013000600001> <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-27302013000600001>. Acesso em: 06 de set. 2019.

BOMBO, A.J.. Obtenção e caracterização nutricional de snacks de milho (*Zea mays* L.) e linhaça (*Linum usitatissimum* L.). 2006. 96f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, SP. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6133/tde-23102006-115234/publico/DISSERTACAOFINALAUREA2.pdf>> Acesso em: 19 de set. 2019.

BORGES, J. T. S.; PIROZI, M. R.; COSTA, N. M. B.; VIDIGAL, J. G.. Qualidade proteica de pão de sal contendo farinha de linhaça (*Linum unitassimum* L.). *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 21, n. 1, p.109-117, jan. 2010. Disponível em: <[http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/1396/918&sa=U&ei=VeMiT4POHdG6-](http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/1396/918&sa=U&ei=VeMiT4POHdG6-AaD7JXgCA&ved=0CBiQFjABOKIC&usq=AFQjCNGE2rIwimfDMT59q8dJBnUHJiGSWg)

AaD7JXgCA&ved=0CBiQFjABOKIC&usq=AFQjCNGE2rIwimfDMT59q8dJBnUHJiGSWg> Acesso em: 21 de set. 2019.

BOUREKOUA, H.; BENATALLAH, L.; ZIDOUNE, M. N.; ROSELL, C. M.. Developing gluten free bakery improvers by hydrothermal treatment of rice and corn flours, *LWT*, Volume 73, 2016, p. 342-350. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643816303656>> <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.032>. Acesso em: 21 de set. 2019.

BOURNE, M. C.. *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. San Diego, CA: Academic Press; 2002:400. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/book/9780121190620/food-texture-and-viscosity>> Acesso em: 21 de set. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária n. 54, de 12 de novembro de 2012. Aprova o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Brasil, 2012. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864> Acesso em: 21 de nov. 2019.

BROUNS, F. J. P. H.; VAN BUUL, V. J.; SHEWRY, P. R.. Does wheat make us fat and sick?. *Journal of Cereal Science*, Volume 58, Issue 2, 2013, Pages 209-215, ISSN 0733-5210. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521013000969?via%3Dihub>> <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.06.002>. Acesso em: 06 de set. de 2019.

CABANILLAS, B.. Gluten-related disorders: Celiac disease, wheat allergy, and nonceliac gluten sensitivity, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2019. Disponível em:<<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2019.1651689?journalCode=bfsn20>> <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1651689>. Acesso em: 06 de set. 2019.

CAPITANI, M. I.; SPOTORNO, V.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C.. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica*L.) seeds of Argentina. *LWT - Food Science and Technology* 45 (2012) 94-102. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643811002131>> <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.012>. Acesso em: 20 de set. de 2019.

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, p. 1657 – 1666, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861713007698>> <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.08.007>. Acesso em: 15 de out. de 2019.

CARVALHO, C. N. M.; SDEPANIAN, V. L.; MORIAS, M. B.; NETO, U. F.. Doença celíaca em tratamento: avaliação da densidade mineral óssea. *Jornal de Pediatria*, Rio de Janeiro, v. 78, n 4, p. 303 – 308. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572003000400007> <http://dx.doi.org/10.1590/S0021-75572003000400007>. Acesso em: 07 de set. de 2019.

COLEMAN, N.. Daily Mail. Wheat intolerance: the facts. 2001. Disponível em: <<http://www.dailymail.co.uk/health/article-51648/Wheat-intolerance-facts.html>> Acesso em: 06 de set. de 2019.

COUCEIRO, P.; SLYWITCH, E.; LENZ, F.. Padrão Alimentar da Dieta Vegetariana. *Einstein*, 2008, p. 365-373. Disponível em: <<http://apps.einstein.br/revista/arquivos/PDF/518-v6n3aRW518portp365-73.pdf>> Acesso em: 29 de ago. de 2019.

JENKINS, D. J.; WOLEVER, T. M.; TAYLOR, R. H.; BARKER, H.; FIELDEN, H.; BALDWIN, J. M.; BOWLING, A. C.; NEWMAN, H. C.; JENKINS, A. L.; GOFF, D. V.. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange, *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 34, Issue 3, March 1981, Pages 362–366, Disponível em: <<https://academic.oup.com/ajcn/article-abstract/34/3/362/4692881?redirectedFrom=fulltext>> <https://doi.org/10.1093/ajcn/34.3.362>. Acesso em: 16 de set. de 2019.

DA ROSA MACHADO, C.; SILVEIRA THYS, R.C. Grilo em pó (*Gryllus assimilis*) como uma nova fonte alternativa de proteína para pães sem glúten. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 56, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856419303522>> <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102180>. Acesso em: 21 de nov. 2019

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Química de Alimentos de Fennema*. 4. ed., Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p. Acesso em: 17 de ago. de 2019.

DIKEMAN, C. L.; MURPHY, M. R.; FAHEY, G. C. Jr.. Dietary fibers affect viscosity of solutions and simulated human gastric and small intestinal digesta. *Journal of Nutrition*, v.136, p.913-919, 2006. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jn/article/136/4/913/4664277>> <https://doi.org/10.1093/jn/136.4.913> Acesso em: 11 de set. de 2019.

DOSSIÊ EMULSIFICANTES. Emulsificantes. *Food Ingredients Brasil*. Nº25 – 2013. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/324.pdf>> Acesso em: 14 de set. de 2019.

DOSSIÊ: FIBRAS ALIMENTARES. *Food Ingredients Brasil*. Nº3 – 2008. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/63.pdf>> Acesso em: 14 de set. de 2019.

DUTCOSKY, S. D. Métodos subjetivos ou afetivos. *Análise sensorial de alimentos*. 2 ed. Champagnat: Curitiba, p.141 – 152, 2007. Acesso em: 13 de nov. de 2019.

ELGETI, D.; NORDLOHNE, S. D.; FÖSTE, M.; BESL, M.; LINDEN, M. H.; HEINZ, V.; JEKLE, M.; BECKER, T. Volume and texture improvement of gluten-free bread using quinoa white flour. *Journal of Cereal Science*, v. 59, n. 1, p. 41–47, 2014. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521013001793>>
<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.10.010>. Acesso em: 10 de out. de 2019.

ESTADÃO. Marcas de Produtos sem glúten chegam a crescer até 200% por ano no Brasil. Disponível em: <<https://emails.estadao.com.br/blogs/comida-de-verdade/marcas-de-produtos-sem-gluten-chegam-a-crescer-ate-200-por-ano-no-brasil/>> Acesso em: 18 de ago. de 2019.

ESTILO VEGAN. Dietas sem Glúten Veganas. Disponível em: <<https://www.estilovegan.com.br/dieta-sem-gluten-veganismo-comecar/>> Acesso em: 06 de set. de 2019.

EUREKALERT!. The whet code is finally cracked. International Wheat Genome Sequencing Consortium. Disponível em: <https://www.eurekalert.org/pub_releases/2018-08/iwgs-twc080618.php> Acesso em: 06 de set. de 2019.

EUROMONITOR. Tendências no Mercado de Alimentação. Disponível em <<https://blog.euromonitor.com/8-food-trends-2018-2/>> Acesso em: 05 de set. de 2019.

EXAME. Crescimento do veganismo movimentando mercado de produtos substitutos lácteos no Brasil. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/negocios/dino/crescimento-do-veganismo-movimentando-mercado-de-produtos-substitutos-lacteos-no-brasil/>> Acesso em: 05 de set. de 2019.

FAN ZHU, J. L.. Physicochemical and Sensory Properties of Fresh Noodles Fortified with Ground Linseed (*Linum usitatissimum*). LWT – Food Science and Technology, v. 101, p. 847 – 853, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643818310612>>
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.003>. Acesso em: 14 de set. de 2019.

FARNETTI, S.; ZOCCO, M. A.; GARCOVICH, M.; GASBARRINI, A.; CAPRISTO, E.. Functional and Metabolic Disorders in Celiac Disease: New Implications for Nutritional Treatment. Journal of Medicinal Food, v. 17, n. 11, p. 1159 – 1164, 2014. Disponível em: <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/jmf.2014.0025?rfr_dat=cr_pub%3Dpubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&journalCode=jmf>
<https://doi.org/10.1089/jmf.2014.0025>. Acesso em: 16 de set. de 2019.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Panificação. Os ingredientes enriquecedores. Food Ingredients Brasil. Nº10, 2009. Disponível em: < <http://www.revista-fi.com/materias/114.pdf>> Acesso em: 22 de ago, de 2019.

FOOD REVOLUTION NETWORK. Why the global rise in vegan and plant-based eating isn't a fad (600% increase in U.S. vegans + other astounding stats). Disponível em: <<https://foodrevolution.org/blog/vegan-statistics-global/>> Acesso em: 04 de set. de 2019.

FRATELLI, C.; MUNIZ, D. G.; SANTOS F. G.; CAPRILES, V. D.. Modelling the effects of psyllium and water in gluten-free bread: An approach to improve the bread quality and glycemic response. Journal of Functional Foods, v.42, p. 339-345, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1756464618300227>>

<https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.01.015>. Acesso em: 22 de out. de 2019.

HU, F. B.. Plant-based foods and prevention of cardiovascular disease: an overview, *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 78, Issue 3, September 2003, Pages 544S–551S. Disponível em:

<<https://academic.oup.com/ajcn/article/78/3/544S/4689995>>

<https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.544S>. Acesso em: 04 de set. de 2019.

HU, F. B.; WILLETT W. C.. Optimal Diets for Prevention of Coronary Heart Disease. *JAMA*. 2002; 288(20): 2569–2578. Disponível em:

<<https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/195543>>

doi:10.1001/jama.288.20.2569. Acesso em: 11 de set. de 2019.

GALLAGHER, E.; GORMLEY, T. R.; ARENDT, E. K.. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science and Technology*, 15, 2004, pp. 143-152. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224403002590>>

<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.012>. Acesso em: 06 de set. de 2019.

GALLO, L. R. R.. Gel de Chia: Vida de Prateleira e Substituição de Ovo. Dissertação (Pós-Graduação Lato sensu) – Universidade de Brasília – Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana. Disponível em:

<http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/19026/1/2015_LorenzaRodriguesDosReisGallo.pdf> Acesso em: 18 de set. de 2019.

GAVANSKI, D. S.; BARATTO, I.; GATTI, R. R.. Avaliação do hábito intestinal e ingestão de fibras alimentares em uma população de idosos. *Rev Bras Obesidade Nutr Emagrecim* 2015; 9(49): 3-11. Disponível em:

<<http://www.rbone.com.br/index.php/rbone/article/view/341>> Acesso em: 11 de set. de 2019.

GOFF, L. M.; BELL J. D.; SO, P. W.; DORNHORST, A.; FROST, G. S.. Veganism and its relationship with insulin resistance and intramyocellular lipid. *Eur J Clin Nutr* 2004; 9: 291–298. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/1602076>> Acesso em: 11 de set. de 2019.

GOMEZ, M.; RONDA, F.; CABALLERO, P. A.; BLANCO, C. A. E ROSSEL, C. M. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*, v. 21, p. 167 – 173, 2007. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X06000701>>

<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2006.03.012>. Acesso em: 12 de set. de 2019.

GREEN ME. Cresce o número de pessoas veganas no mundo inteiro. Disponível em:

<<https://www.greenme.com.br/alimentar-se/vegetariano-e-vegano/6357-cresce-numero-de-pessoas-vegnas>> Acesso em: 05 de set. de 2019.

GULARTE, A. M.; HERA, E.; GÓMEZ, M.; ROSELL, M. C.. Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties. *LTW – Food Science and Technology*, v. 48, p. 209 – 214, 2012. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643812001387>>

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.03.015>. Acesso em: 12 de set. de 2019.

HARVARD HEALTH BLOG. What is a plant-based diet and why should you try it?. Acessado em: <<https://www.health.harvard.edu/blog/what-is-a-plant-based-diet-and-why-should-you-try-it-2018092614760>> Acesso em: 12 de set. de 2019.

HIROYUKI, Y.. Recent practical researches in the development of gluten-free breads. *Science of Food*, 2019, 3:7. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41538-019-0040-1>> Acesso em: 11 de set. de 2019.

HOANG, H. D.. Evaluation of pea protein and modified pea protein as egg replacers. Unpublished doctoral dissertation. North Dakota State University, 2012. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/968e/becfe8e3bc51fb02243ba5cb0e1aa1b9f2f0.pdf>> Acesso em: 12 de set. de 2019.

ITAL (Instituto de Tecnologia de Alimentos). Brasil Food Trends 2020. Disponível em: <<http://www.alimentosprocessados.com.br/arquivos/Consumo-tendencias-e-inovacoes/Brasil-Food-Trends-2020.pdf>> Acesso em: 04 de set. de 2019.

ISTO É DINHEIRO. Disponível em: <<https://www.istoedinheiro.com.br/sem-carne-com-lucro/>> Acesso em: 05 de set. de 2019.

KORUS, J.; WITCZAK, M.; ZIOBRO, R.; JUSZCZAK, L.. The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread. *Food Hydrocolloids*. V.23, p. 988-995, 2009. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X08001690>> <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.07.010>. Acesso em: 14 de set. de 2019.

KORUS, J.; WITCZAK, M.; ZIOBRO, R.; JUSZCZAK, L.. Linseed (*Linum usitatissimum* L.) mucilage as novel structure forming agent in gluten-free bread. *LWT – Food Science and Technology* 62 (2015) p 257 – 264. Poland (2015). Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643815000560>> <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.01.040>. Acesso em: 14 de set. de 2019.

LAZARIDOU A.; DUTA D.; PAPAGEORGIO M.; BELC N.; BILIADERIS C.G.. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering*. 79, p.1033-1047, 2007. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877406003025>> <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.03.032>. Acesso em: 12 de set. de 2019.

LAWTON, J. W.. Viscoelasticity of zein-starch doughs. *Cereal Chemistry*, 69 (1992), pp. 351-355, 1992. Disponível em: <<https://naldc.nal.usda.gov/download/25224/PDF>> Acesso em: 12 de set. de 2019.

LIN, M.; TAY, S. H.; YANG, H.; YANG, B.; LI, H.. Development of eggless cakes suitable for lacto-vegetarians using isolated pea proteins. *Food Hydrocolloids*. V.69, p. 440-449, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X16308840>> <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.03.014>. Acesso em: 13 de set. de 2019.

LUDWIG, D. S.. The Glycemic Index: Physiological Mechanisms Relating to Obesity, Diabetes, and Cardiovascular Disease. *JAMA*, may 8, 2002 – V.287, No.18. Disponível em: <<https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/194907>> doi:10.1001/jama.287.18.2414. Acesso em: 13 de set. de 2019.

MACHADO, A. P. O.. Novas tecnologias para obtenção de pães isentos de glúten à base de farinha de arroz e concentrado proteico de orizenina. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 2016. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9911/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 14 de set. de 2019.

MARIOTTI, M.; LUCISANO, M.; PAGANI, M. A.; PERRY K. W. NG.. The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and Psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs. *Food Research International*. V.42, p. 963 – 975, 2009. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996909001240>> <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.04.017>. Acesso em: 18 de set. de 2019.

MARSTON, K.; KHOURYIEH, H.; ARAMOUNI, F.. Effect of heat treatment of sorghum flour on the functional properties of gluten-free bread and cake. *LTW – Food Science and Technology*. V. 65, p. 637 – 644, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643815301572>> <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.063>. Acesso em: 13 de set. de 2019.

MARQUES, A. C.; HAUTRIVE, T. P.; DE MOURA, G. B.; CALLEGARO, M. G. K.; HECKTHEUER, L. H. R.. Efeito da linhaça (*Linum unitassimum* L.) sob diferentes formas de preparo na resposta biológica em ratos. *Revista de Nutrição, Campinas*, v.24, n. 1, p. 131-141, jan./fev. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732011000100013> <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732011000100013>. Acesso em: 23 de set. de 2019.

Mayo Clinic. Wheat allergy. Disponível em: <<https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/wheat-allergy/symptoms-causes/syc-20378897>> Acesso em: 06 de set. de 2019.

MEIJER, C. R.; SHAMIR, R.; MEARIN, M.L.. Coeliac disease and noncoeliac gluten sensitivity. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2015 Apr;60(4):429. Disponível em: <https://journals.lww.com/jpgn/Fulltext/2015/04000/Coeliac_Disease_and_Noncoeliac_Gluten_Sensitivity.7.aspx> doi: 10.1097/MPG.0000000000000708. Acesso em: 10 de set. de 2019.

MELINI, V.; MELINI, F.. Gluten-Free Diet: Gaps and Needs for a Healthier Diet. *Nutrients* V. 11, 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-6643/11/1/170>> <https://doi.org/10.3390/nu11010170>. Acesso: 12 de out. de 2019.

MILLWARD, D. J.. The nutritional value of plant-based diets in relation to human amino acid and protein requirements. *Proc Nutr Soc*. 1999;58(2):249-60. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/proceedings-of-the-nutrition-society/article/nutritional-value-of-plantbased-diets-in-relation-to-human-amino-acid-and-protein-requirements/BC1E672DD32895320E2A2C3DFA400A10>> <https://doi.org/10.1017/S0029665199000348>. Acesso em: 08 de out. de 2019.

MIÑARRO, E.; ALBANELL, E.; AGUILAR, N.; GUAMIS, B.; CAPELLAS, M.. Effect of legume flours on baking characteristics of gluten free bread. *Journal of Cereal Science*. Spain, 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S073352101200094X>>

<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.04.012>. Acesso em: 15 de out. de 2019.

MOHAMMADI, M.; SADEGHNIA, N.; AZIZI, M. H.; NEYESTANI, T. R.; MORTAZAVIAN, A. M.. Development of glutenfree flat bread using hydrocolloids: Xanthan and CMC. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. Iran, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1226086X13003985>> <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2013.08.035>. Acesso em: 15 de out. de 2019.

Nikkila, O. E- 1965. Finnirrh Patent 34 558. Acesso em: 20 de nov. de 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Necessidades de energia y de proteínas: informe de uma Reunión Consultiva Conjunta FAO/OMS/UNU de Expertos. Geneva: OMS. 1985. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40157/WHO_TRS_724_%28part1%29_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 27 de ago. de 2019.

P. FLORES-SILVA, J.J. BERRIOS, J. PAN, P. OSORIO-DÍAZ, L.A. BELLO-PÉREZ. Gluten-free spaghetti made with chickpea, unripe plantain and maize flours: functional and chemical properties and starch digestibility. *International Journal of Food Science and Technology*, 49 (2014), pp. 1985-1991. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijfs.12529>> <https://doi.org/10.1111/ijfs.12529>. Acesso em: 29 de set. de 2019.

PEQUENAS EMPRESAS & GRANDES NEGÓCIOS. Mulheres empreendedoras. Disponível em: <<https://revistapegn.globo.com/Mulheres-empreendedoras/noticia/2019/01/irmas-criam-padaria-que-so-vende-produtos-sem-gluten-e-lactose.html>> Acesso em: 27 de ago. de 2019.

PLANT BASED FOODS ASSOCIATION. 2018 U. S. Retail Sales Data for Plant Based Foods. Disponível em: <<https://plantbasedfoods.org/consumer-access/nielsen-data-release-2018/>> Acesso em: 01 de set. de 2019.

PLANT BASED NEWS. KFC beyond chicken sells out in 4 hours: Described as 'Kentucky fried miracle'. Disponível em: <<https://www.plantbasednews.org/lifestyle/kfc-vegan-chicken-sells-out-5-hours>> Acesso em: 01 de set. de 2019.

POURPAK, Z.; MESDAGHI, M.; MANSOURI, M.; KAZEMNEJAD, A.; TOOSI, S. B.; FARHOUDI, A.. Which cereal is a suitable substitute for wheat in children with wheat allergy?. *Pediatric Allergy and Immunology*. Vol. 16, issue 3, p. 262 – 266, 2005. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1399-3038.2005.00263.x>> <https://doi.org/10.1111/j.1399-3038.2005.00263.x>. Acesso em: 01 de set. de 2019.

PRATESI, R.; GANDOLFI, L.. Doença celíaca: a afecção com múltiplas faces. *J. Pediatr. (Rio J.)*, Porto Alegre, v. 81, n. 5, p. 357-358, Oct. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572005000600002&lng=en&nrm=iso> <http://dx.doi.org/10.1590/S0021-75572005000600002>. Acesso em: 03 de set. de 2019.

PREICHARDT, L.D.; VENDRUSCOLO, C.T.; GULARTE, M. A.; MOREIRA, A. D. S.. Efeito da goma xantana nas características sensoriais de bolos sem glúten. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 3, n. 1, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/362>> Acesso em: 17 de set. de 2019.

RADUJKO, I.; JURIC, J; PAJIN, B.; OMORJAN, R.; SERES, Z.. The influence of combined emulsifier 2 in 1 on physical and crystallization characteristics of edible fats. *European Food Research and Technology*, v.232, n.5, p.899- 904, 2011. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-011-1458-0>> Acesso em: 02 de set. de 2019.

RAHMATI, N. F.; TEHRANI, M. M.. Replacement of egg in cake: Effect of soymilk on quality and sensory characteristics. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 574 a 582, 2014. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.12263>> <https://doi.org/10.1111/jfpp.12263>. Acesso em: 15 de set. de 2019.

RESENDE P.V.G., SILVA N. L. M., SCHETTINO G. C. M., LIU P. M. F. Doenças relacionadas ao glúten. Artigo de revisão. *Ver Med Minas Gerais* 2017. Disponível em: <<https://site.medicina.ufmg.br/gastroped/wp-content/uploads/sites/58/2017/12/doencas-relacionadas-ao-gluten-20-12-2017.pdf>> DOI: 10.5935/2238-3182.20170 Acesso em: 16 de set. de 2019.

REWERS, M. Epidemiology of Celiac Disease: What are the prevalence, incidence and progression of celiac disease. *Gastroenterology*, 2005; 128: 847 – 851. Disponível em: <[https://www.gastrojournal.org/article/S0016-5085\(05\)00199-X/fulltext?referrer=https%3A%2F%2Fwww.ncbi.nlm.nih.gov%2F](https://www.gastrojournal.org/article/S0016-5085(05)00199-X/fulltext?referrer=https%3A%2F%2Fwww.ncbi.nlm.nih.gov%2F)> <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2005.02.030> Acesso em: 14 de set. de 2019.

RIBOTTA, P. D., PÉREZ, G. T., LEÓN, A. E., AÑÓN, M. C.. Effect of emulsifier and guar gum on micro structural, rheological and baking performance of frozen bread dough. *Food Hydrocolloids*. V. 18, 2004, p. 305-313. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X03000869>> [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(03\)00086-9](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(03)00086-9) Acesso em: 04 de out. de 2019.

SANZ-PENELLA, J. M.; WRONKOWSKA, M.; SORAL-SMIETANA, M.; HAROS, M.. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *LTW -Food Science and Technology* 50 (2013) p 679-685. Spain, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643812003155>> <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.07.031>. Acesso em: 04 de out. de 2019.

ŠARIĆ, B.; DAPČEVIĆ-HADNAĐEV, T.; HADNAĐEV, M.; SAKAC, M.; MANDIĆ, A.; MISAN, A.; SKROBOT, D.. Fiber concentrates from raspberry and blueberry pomace in gluten-free cookie formulation: Effect on dough rheology and cookie baking properties. *J Texture Stud*. 2019; 50: 124– 130. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jtxs.12374>> <https://doi.org/10.1111/jtxs.12374>. Acesso em: 04 de out. de 2019.

SCHOENLECHNER, R.; SIEBENHANDL, S.; BERGHO, E. Pseudocereals. In: *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*. Disponível em: <<https://www.elsevier.com/books/gluten-free-cereal-products-and-beverages/arendt/978-0-12-373739-7>> Acesso em: 04 de out. de 2019.

SCIARINI, L. S.; RIBOTTA, P. D.; LEÓN, A. E.; PÉREZ, G. T.. Effect of hydrocolloids on gluten-free batter properties and bread quality. *International Journal of Food Science and Technology*, n. 45, p. 2306–2312, 2010. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.2010.02407.x>> <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02407.x>. Acesso em: 05 de out. de 2019.

SDEPANIAN, V.L.; MORAIS, M. B.; FAGUNDES-NETO, U.. Doença celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. *Arq Gastroenterol.* 1999; 36(4):244-57. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0004-28031999000400013&lng=en&nrm=iso&tlng=pt> <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-28031999000400013> Acesso em: 05 de out. de 2019.

SDEPANIAN, V. L.; MORAIS, M. B.; FAGUNDES-NETO, U. Doença celíaca: características clínicas e métodos utilizados no diagnóstico de pacientes cadastrados na Associação dos celíacos do Brasil. *J. Pediatr. (Rio, J.)*, Abr 2001, vol.77 no.2, p 131 – 138. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0021-75572001000200014&lng=en&nrm=iso&tlng=pt> <http://dx.doi.org/10.1590/S0021-75572001000200014>. Acesso em: 05 de out. de 2019.

SEBRAE. Tendências no mercado de alimentação saudável. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/semanadomei2019/conteudos/5-tendencias-no-mercado-de-alimentacao-saudavel,c5cf103bc7d1b610VgnVCM1000004c00210aRCRD>> Acesso em: 02 de set. de 2019.

SHEARER, A. E. H.; DAVIES, C. G. A.. Physicochemical properties of freshly baked and stored whole-wheat muffins with and without flaxseed meal. *Jornal of Food Quality*, V.28, 2005. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1745-4557.2005.00004.x>> <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2005.00004.x>. Acesso em: 03 de out. de 2019.

SILVA, J. F. DA. Desenvolvimento de mixes de panificação isentos de glúten a partir de subprodutos alimentares. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar). Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014. Disponível em: <<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/8234/1/Tese%20final%20-%20formatada.pdf>> Acesso em: 18 de out. de 2019.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. DA; CHANG, Y. K.. Utilização da farinha de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) na elaboração de biscoitos tipo cookie e avaliação de aceitação por testes sensoriais afetivos univariados e multivariados. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*, v. 18, n. 1, p. 25-34, Apr. 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0101-20611998000100007&lng=en&nrm=iso&tlng=pt> <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20611998000100007>. Acesso em: 28 de set. de 2019.

SINGH, B. Psyllium as therapeutic and drug delivery agent. *International Journal of Pharmaceutics*, V. 334, 2007, p 1 – 14. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378517307000610?via%3Dihub>> <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2007.01.028>. Acesso em: 29 de out. de 2019.

SOLTANIAN, N. M. J.. Effect of Flaxseed or Psyllium vs. Placebo on Management of Constipation, Weight, Glycemia, and Lipids: A Randomized Trial in Constipated Patients with Type 2 Diabetes. *Clinical Nutrition ESPEN*, v. 29, p. 41 – 48, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405457718305795>> <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2018.11.002> Acesso em: 19 de out. de 2019.

STEFFOLANI, E; De La Hera, E.; Péres, G.; Gómez, M.. Effect of Chia (*Salvia hispanica* L) addition on the quality of gluten free bread. *Journal of Food Quality* 37 (2014) 309–317. Spain, 2014. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jfq.12098>> <https://doi.org/10.1111/jfq.12098>. Acesso em: 15 de out. de 2019.

SVB. Sociedade Vegetariana Brasileira. Mercado vegano ganha destaque na APAS show 2019. Disponível em: <<https://www.svb.org.br/2534-mercado-vegano-ganha-destaque-na-apas-show-2019>> Acesso em: 28 de ago. de 2019.

SVB. Sociedade Vegetariana Brasileira. Disponível em: <https://www.svb.org.br/images/Documentos/JOB_0416_VEGETARIANISMO.pdf> Acesso em> 28 de ago. de 2019.

TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos, versão 4. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação, Universidade Estadual de Campinas. 2a Ed. Campinas: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação, Universidade estadual de Campinas; 2011. Disponível em: <> Acesso em: 15 de nov. de 2019.

TAYLOR, J. R. N.; EMMAMBUX, M. N.. Developments in our understanding of sorghum polysaccharides and their health benefits. *Cereal Chemistry* 87:263–71, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/249306465_REVIEW_Developments_in_Our_Understanding_of_Sorghum_Polysaccharides_and_Their_Health_Benefits> DOI: 10.1094/CCHEM-87-4-0263. Acesso em: 13 de set. de 2019.

THE GUARDIAN. KFC to hold US trial of vegan ‘chicken’ nuggets. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2019/aug/26/give-peas-a-chance-kfc-to-hold-us-trial-of-vegan-chicken-nuggets>> Acesso em: 01 de set. de 2019.

THE VEGAN SOCIETY. Disponível em <<https://www.vegansociety.com/go-vegan/definition-veganism>>. Acesso em: 01 de set. de 2019.

TURABI, E.; SUMNU, G.; SAHIN, D.. Quantitative analysis of macro and micro-structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. *Food Hydrocolloids*, 24 (2010), pp. 755-762. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X10000639>> <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.04.001>. Acesso em: 10 de set. de 2019.

VEGAN BUSINESS. Infiniti Research. O Mercado Vegano está só começando.

Disponível em: <<http://veganbusiness.com.br/o-mercado-vegano-esta-so-comecando/>>
Acesso em: 29 de ago. de 2019.

VISTA-SE. IBOPE: número de vegetarianos no Brasil quase dobra em 6 anos e chega a 29 milhões de pessoas. Disponível em: <<https://www.vista-se.com.br/ibope-numero-de-vegetarianos-no-brasil-quase-dobra-em-6-anos-e-chega-a-29-milhoes-de-pessoas/>>
Acesso em: 30 de ago. de 2019.

WALDMANN, A.; KOSCHIZKE, J.W.; LEITZMANN, C.; HAHN, A.. Dietary intakes and lifestyle factors of a vegan population in Germany: results from the German Vegan Study. *Eur J Clin Nutr* 2003; 57: 947–955. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/1601629>> Acesso em: 06 de set. de 2019.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiol.* 24, 115–119 (2007). Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002006001535>>
<<https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.004>>. Acesso em: 28 de ago. de 2019.

WILLIAMS, P. A.; PHILLIPS, G. O.. Interactions in mixed polysaccharides systems. In: STEPHEN, A. M. (Ed) *Food Polysaccharides and their applications*. New York: Marcel Dekker. 1995 p. 483- 500. Wurzburg. Acesso em: 30 de ago. de 2019.

WINSTON, C. J.. Health effects of vegan diets, *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 89, Issue 5, May 2009, Pages 1627S–1633S, Disponível em: <<https://academic.oup.com/ajcn/article/89/5/1627S/4596952>>
<<https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.26736N>>. Acesso em: 03 de set. de 2019.

WOLEVER, T. M.; JENKINS, D. J.; JENKINS, A. L.; JOSSE, R. G.. The glycemic index: methodology and clinical implications, *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 54, Issue 5, November 1991, Pages 846–854. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ajcn/article-abstract/54/5/846/4694343?redirectedFrom=fulltext>>
<<https://doi.org/10.1093/ajcn/54.5.846>>. Acesso em: 18 de set. de 2019.

XHAKOLLARI, V.; CANAVARI, M.; OSMAN, M. Factors affecting consumers' adherence to gluten-free diet, a systematic review. *Trends in Food Science & Technology*, v. 85, p. 23-33, 2019/03/01/ 2019. ISSN 0924-2244. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224418305703>>
<<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.12.005>>. Acesso em: 30 de out. de 2019.

YU, W., FREELAND, D. & NADEAU, K.. Food allergy: immune mechanisms, diagnosis and immunotherapy. *Nat Rev Immunol* 16, 751–765 (2016). Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/nri.2016.111>> doi:10.1038/nri.2016.111. Acesso em: 07 de set. de 2019.

YU, L.; PERRET, J.; PARKER, T.; ALLEN, K. G. D.. Enzymatic modification to improve the water-absorbing and gelling properties of psyllium. *Food Chemistry*, v. 82, p. 243 – 248, 2003. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814602005204>>
<[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00520-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00520-4)>. Acesso em: 26 de set. de 2019.

YOUSIF, A.; NHEPERA, D.; JOHNSON, S. Influence of sorghum flour addition on flat

bread in vitro starch digestibility, antioxidant capacity and consumer acceptability. *Food Chemistry*, v.134, n.2, p.880-887, 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814612004141>> <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.199>. Acesso em: 26 de set. de 2019.

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. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/26839026_Psyllium_as_a_Substitute_for_Gluten_in_Bread> DOI: 10.1016/j.jada.2009.07.032. Acesso em: 10 de nov. de 2019.

ANEXO I

GÊNERO: () Feminino () Masculino

IDADE:

Você está recebendo duas amostras de pão vegano sem glúten. Prove as amostras, da esquerda para a direita, ingerindo água entre cada amostra, e avalie segundo a escala abaixo o grau de aceitação da amostra para cada um dos atributos.

- 9 - gostei muitíssimo
- 8- gostei muito
- 7- gostei moderadamente
- 6- gostei ligeiramente
- 5 - nem gostei/nem desgostei
- 4 - desgostei ligeiramente
- 3 - desgostei moderadamente
- 2 - desgostei muito
- 1- desgostei muitíssimo

Atributos	258	639
Aparência		
Cor		
Odor		
Sabor		
Sabor Residual		
Textura		
Aceitação Global		

Comentários:
