

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO E ALIMENTOS



Dissertação

Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de *muffin* sem glúten e sem lactose utilizando milho e feijão brancos

Larissa Riberas Silveira

Bacharela em Química de Alimentos

Pelotas, 2021

Larissa Riberas Silveira

Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de *muffin* sem glúten e sem lactose utilizando milho e feijão brancos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Nutrição e Alimentos.

Comite de orientação: Prof^a. Dra. Márcia Arocha Gularte – UFPel
Dra. Bianca Pio Ávila

Pelotas, 2021.

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S587p Silveira, Larissa Riberas

Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de muffin sem glúten e sem lactose utilizando milho e feijão brancos / Larissa Riberas Silveira ; Márcia Arocha Gularte, orientadora ; Bianca Pio Ávila, coorientadora. — Pelotas, 2021.

68 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. Panificação. 2. Textura. 3. Milho farináceo. 4. Grãos. 5. Sensorial. I. Gularte, Márcia Arocha, orient. II. Ávila, Bianca Pio, coorient. III. Título.

CDD : 641.1

Banca examinadora:

Profª. Dra. Márcia Arocha Gularte (Orientador)

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas.

Bianca Pio Ávila

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas.

Profª. Dra. Fabiana Torma Botelho

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas.

Dr. Fabrizio da Fonseca Barbosa

Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa.

Dedico aos meus pais, Adão e Tatiana.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me permitir à vida, me proteger e me dar saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus pais, Adão e Tatiana, pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida e de formação. Vocês são minha base e meus exemplos de amor, bondade e determinação, obrigada por sempre acreditarem na minha capacidade. Minhas conquistas sempre vão ser por vocês e para vocês.

Aos demais familiares, avós, tios, tias, primos, primas, por compreenderem minha ausência em momentos especiais e me apoiarem e encorajarem para chegar até aqui.

Ao meu namorado, Diego, por todo o companheirismo e amor ao longo desse tempo, por sempre me incentivar e por tornar os dias mais leves e felizes.

A minha orientadora professora Dra. Márcia Arocha Gularte agradeço a confiança depositada em mim, por me apoiar e transmitir seus conhecimentos ao longo desse período.

A minha coorientadora Dra. Bianca Pio Ávila por me acompanhar desde o início da minha vida acadêmica e profissional, pela paciência, pelos ensinamentos, por estar sempre disposta a ajudar e pela sua dedicação à pesquisa.

A Thauana Heberle amiga especial que ganhei durante esta jornada acadêmica, obrigada por todo apoio nesse período, pelo incentivo de sempre e acreditar em mim. Tua amizade foi imprescindível.

A Tamires Schug agradeço por sempre se fazer presente para ajudar, pela tua amizade e apoio durante este período e servir como um ombro amigo sempre que precisei. Ao Alisson pela nossa amizade e companheirismo.

As amigas de longa data, Adriele, Lilia e Amanda, por não se distanciarem nos momentos mais difíceis e por sempre demonstrarem alegria pelas minhas vitórias. Obrigada de coração.

Aos demais colegas do Laboratório de Análise Sensorial, em especial a Jennifer, Maicon, Brenda e Amanda, obrigada pela ajuda, risadas e parceria, vocês foram essenciais nessa caminhada.

As companheiras que ganhei ao ingressar no mestrado, Eduarda, Sabrina e Laura, por nunca hesitarem em me estender a mão, por tornarem esse período e os dias mais felizes.

A Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos (PPGNA) pelas oportunidades oferecidas.

A EMBRAPA pela parceria estabelecida para execução deste projeto.

Ao órgão de fomento CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

"Capricho é você fazer o seu melhor, na condição que você tem, enquanto você não tem condições melhores, para fazer melhor ainda".

(MÁRIO SÉRGIO CORTELLA)

RESUMO

SILVEIRA, Larissa Riberas. **Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de *muffin* sem glúten e sem lactose utilizando milho e feijão brancos.** Orientadora: Márcia Arocha Gularte. 2021. 68f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

As alergias e intolerâncias relacionadas ao consumo de alimentos têm se mostrado cada vez mais preocupantes devido ao aumento constante de casos no decorrer dos anos. O leite está entre os principais responsáveis pela maioria dos casos de alergia alimentar. O glúten pode causar uma reação adversa no organismo de alguns indivíduos com uma predisposição genética. Na última década houve um acentuado aumento na procura por alimentos de rápido e fácil preparo que promovam benefícios à saúde do consumidor. Os *Muffins* são minibolos assados altamente calóricos, bastante aceitos e consumidos devido sua textura e sabor. O milho BRS 015 farináceo branco possui potencial para panificação com foco em públicos com restrição de consumo de glúten. Nesse contexto, se propôs elaborar *muffins* sem glúten e lactose utilizando milho BRS 015 farináceo branco e feijão branco na formulação, além de avaliar suas propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais. Foram analisadas as matérias primas como composição proximal, digestibilidade, coeficiente de hidratação, cocção, solubilidade e absorção de água. Os parâmetros de qualidade dos *muffins* como composição proximal, perfil colorimétrico, digestibilidade, análises físicas, perfil texturométrico e análise sensorial foram analisados. O milho BRS 015 farináceo branco apresentou propriedades físico químicas, tecnológicas e sensoriais que contribuiu para a elaboração de um *muffin*, com boa textura e a manutenção de seus compostos nutritivos, e bons atributos sensoriais.

Palavras-chave: panificação; textura; milho farináceo; grãos; sensorial.

ABSTRACT

SILVEIRA, Larissa Riberas. **Nutritional, technological and sensory properties of gluten-free and lactose-free muffins using corn and white beans**. Advisor: Márcia Arocha Gularte. 2021. 68f. Dissertation (Masters) – Postgraduate Program in Nutrition and Food, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2021.

Allergies and intolerances related to food consumption have been shown to be of increasing concern due to the constant increase in cases over the years. Milk is among the main responsible for most cases of food allergy. Gluten can cause an adverse reaction in the body of some individuals with a genetic predisposition. In the last decade, there has been a sharp increase in the demand for fast and easy-to-prepare foods that promote consumer health benefits. Muffins are high-calorie baked mini-cakes that are widely accepted and consumed due to their texture and flavor. BRS 015 white farinaceous corn has potential for baking with a focus on audiences with restricted gluten consumption. In this context, it was proposed to prepare gluten and lactose free muffins using BRS 015 white farinaceous corn and white beans in the formulation, in addition to evaluating their nutritional, technological and sensory properties. Raw materials such as proximal composition, digestibility, hydration coefficient, cooking, solubility and water absorption were analyzed. Muffin quality parameters such as proximal composition, colorimetric profile, digestibility, physical analysis, text-metric profile and sensory analysis were analyzed. BRS 015 white farinaceous corn presented physical, chemical, technological and sensory properties that contributed to the elaboration of a muffin, with good texture and maintenance of its nutritive compounds, and good sensory attributes.

Keywords: bakery; texture; farinaceous corn; grains; sensory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Farinha de milho BRS 015	24
Figura 2 – Feijão branco	24
Figura 3 – Fluxograma das etapas de elaboração dos <i>muffins</i>	26
Figura 4 – Associação de palavras do estudo via Google Forms.....	31
Figura 5 – <i>Muffins</i> pós forneamento.....	44
Figura 6 – Mapa de calor relacionado ao perfil texturométrico das amostras dos <i>muffins</i>	46
Figura 7 – Análise de componentes principais realizada na matriz de covariância dos ecores das dimensões.....	50
Figura 8 - Diagrama de caminhos gerado pela análise fatorial exploratória, indicando os fatores gerados e a relação das questões sobre o consumo e comércio de bolos e seus produtos.....	53
Figura 9 – Dominância Temporal das Sensações do <i>muffin</i> formulado com farinha de trigo	54
Figura 10 – Dominância Temporal das Sensações do <i>muffin</i> formulado com milho BRS 015 farináceo branco.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fluxograma de delineamento experimental.....	24
Tabela 2 - Formulações utilizadas para elaboração dos <i>muffins</i>	25
Tabela 3 – Variáveis que compuseram o questionario.....	31
Tabela 4 – Composição proximal, digestibilidade, indice de solubilidade em água (ISA) e indice de absorção de água (IAA) do milho BRS 015 farináceo branco	33
Tabela 5 - Composição proximal e digestibilidade do feijão branco.....	35
Tabela 6 – Parâmetros de cocção dos grãos de feijão branco.....	38
Tabela 7 - Composição proximal, valor energético e digestibilidade dos <i>muffins</i>	39
Tabela 8 – Rotulagem nutricional de <i>muffin</i> de trigo	41
Tabela 9 – Rotulagem nutricional de <i>muffin</i> de milho.....	42
Tabela 10 – Perfil colorimétrico dos <i>muffins</i>	43
Tabela 11- Análises físicas dos <i>muffins</i>	45
Tabela 12- Perfil textuométrico das amostras dos <i>muffins</i>	47
Tabela 13 – Frequencia de menções das palavras citadas e suas respectivas dimensões e categorias	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos	16
3. Revisão bibliográfica	16
3.1 Produtos de panificação	16
3.2 Glúten.....	17
3.3 Lactose.....	19
3.4 Milho farináceo crioulo.....	20
3.5 Feijão branco.....	21
3.6 Análise Sensorial.....	22
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
4. 1 Amostras	23
4. 2 Métodos.....	24
4.2.1. Delimitação	24
4.3 Formulações dos <i>muffins</i>	25
4.4 Análises das matérias-primas	26
4.4.1 Composição proximal	26
4.4.2 Digestibilidade protéica <i>in-vitro</i>	27
4.4.3 Coeficiente de hidratação.....	27
4.4.4 Parâmetros de cocção – Teste de cozimento	28
4.4.5 Índice de solubilidade em água (ISA) e Índice de absorção de água	28
4.4.6 Perfil colorimétrico.....	29
4.4.7 Análises Física	29
4.4.8 Perfil Texturométrico	30
4.4.9 Análise Sensorial – Associação de palavras	30
4.4.9.1 Questionário de atitude	31
4.4.9.2 Análise temporal das sensações.....	31
4.4.10 Análise estatística	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5.1 Avaliações do milho BRS 015 farináceo branco.....	33

5.1.1 Composição proximal, digestibilidade, índice de solubilidade em água (ISA) e índice de absorção de água (IAA) do milho BRS 015 farináceo branco .	33
5.2 Avaliação do feijão branco	35
5.2.1 Composição proximal e digestibilidade do feijão branco	35
5.2.2 Coeficiente de hidratação e parâmetros de cocção	37
5.3 Avaliações dos <i>muffins</i>	38
5.3.1 Composição proximal, valor energético e digestibilidade dos <i>muffins</i>	38
5.3.2 Perfil colorimétrico dos <i>muffins</i>	43
5.3.3 Análises físicas	45
5.3.4 Perfil de textura dos <i>muffins</i>	46
5.3.5 Análise Sensorial	48
5.3.5.1 Associação de palavras	48
5.3.5.2 Questionário de atitudes	51
5.3.5.3 Análise Temporal das Sensações	54
6. CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

INTRODUÇÃO

As alergias e intolerâncias relacionadas ao consumo de alimentos têm se mostrado cada vez mais preocupantes devido ao aumento constante de casos no decorrer dos anos. Pode-se dizer que a ingestão de alimentos ou aditivos alimentares podem ocasionar várias reações adversas no organismo em alguns indivíduos (SOLÉ et al., 2008). O leite está entre os principais responsáveis pela maioria dos casos de alergia alimentar. Componentes, como as proteínas e a lactose presente no leite, para alguns indivíduos causam reações adversas. Em grande parte dos mamíferos a atividade da enzima lactase tende a diminuir naturalmente com o passar do tempo (MATTAR; MAZO, 2010). Porém alguns indivíduos podem nascer com uma deficiência na produção de lactase, açúcar do leite. Esta deficiência conduz à má digestão da lactose, o que começa a caracterizar intolerância (TÉO, 2002). O glúten pode causar uma reação adversa no organismo de alguns indivíduos com uma predisposição genética. Primeiramente pode-se definir o termo glúten como uma porção proteica formada por glutenina e gliadina, (proteína da classe das prolaminas), após hidratação. Geralmente estas proteínas são encontradas no trigo principalmente, bem como no centeio, na cevada, no malte, e em outros cereais em geral (CÉSAR et al., 2006).

Existe uma crescente busca por alimentos que substituam o uso de farinha de trigo na panificação, essa substituição pode ser feita por farinhas de outros cereais, combinados com leguminosas. A adição de leguminosas como o feijão, pode ser uma alternativa para melhorar o valor nutricional de produtos de panificação para o público com restrições alimentares, além de aumentar a qualidade e a quantidade de proteínas. (GULARTE et al., 2011).

Na última década houve um acentuado aumento na procura por alimentos de rápido e fácil preparo que promovam benefícios à saúde do consumidor (CONTINI, 2020). Para que a população em geral tenha acesso a estes alimentos é necessário que se melhore as propriedades nutricionais dos alimentos já existentes e frequentemente consumidos com baixo valor nutricional, além de desenvolver novas formulações para melhorar o conteúdo de fibras e proteínas.

Segundo dados publicados pela Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (ABIMAPI,

2019), o mercado de bolos movimentou no Brasil, em 2018, R\$ 876 milhões, sendo produzidas 35 ml toneladas de bolo/ano, com um crescente aumento dos últimos cinco anos de 41,75%.

Os *Muffins* são minibolos assados altamente calóricos, bastante aceitos e consumidos devido sua textura e sabor (MATOS et. al., 2014). Diversas propostas de enriquecimento nutricional têm *muffins* como veículos, normalmente com substituição de ingredientes por outros produtos da indústria de alimentos. (SEGURA et al., 2014).

O milho é um dos cereais mais cultivados no mundo, podendo ser designado para a alimentação humana e animal. Atualmente o Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking mundial de produção (cerca de 86 milhões de toneladas), que equivale a 8 % da produção mundial (CONAB, 2019).

A variedade de milho BRS 015 farináceo branco é oriunda de São José do Norte, RS, coletadas de guardiões de sementes crioulas, ainda na década de 1990, da população original, denominada 'branco açoriano'. Entre 2003 e 2008, a Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS selecionou mais de cem progênes (descendentes) que, combinadas, deram origem à variedade. Essa variedade possui grãos com coloração branca, característica que proporciona aos produtos de panificação uma coloração similar aos elaborados com farinha de trigo (EMBRAPA, 2019).

O milho BRS 015 farináceo branco possui potencial para panificação com foco em públicos com restrição de consumo de glúten, uma vez que grãos de milho não contêm as proteínas formadoras de glúten. Na pesquisa de mercado realizado pela Macroplan, que mostra as tendências de mercado para o Brasil até 2030, há um aumento do chamado “consumo saudável”, que é a procura por produtos que tenham apelo de saudabilidade, e do “consumo de nicho”, que é a busca por produtos que representem uma determinada população, por exemplo, celíacos (FALLAVENA, 2015).

Nesse contexto, se propôs elaborar *muffins* sem glúten e sem lactose utilizando milho e feijão branco na formulação, além de avaliar suas propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Desenvolver *muffins* sem glúten e sem lactose utilizando milho e feijão brancos, a fim de avaliar suas propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais, buscando melhorar o valor nutricional de produtos de panificação para população com necessidades específicas.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar e avaliar quanto aos parâmetros nutricionais e tecnológicos o milho BRS 015 farináceo branco e o feijão branco;
- Elaborar *muffins* sem glúten e sem lactose a partir do milho BRS 015 farináceo branco e feijão branco;
- Avaliar os parâmetros nutricionais e tecnológicos dos *muffins*;
- Caracterizar as formulações sensorialmente.

3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1 Produtos de panificação

O mercado de bolos prontos tem apresentado tendências de crescimento. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (ABIMAPI, 2020), o consumo de bolos industrializados pela população brasileira foi de 207,6 milhões toneladas, se comparado com os últimos 4 anos, onde o consumo foi de 202,7 milhões toneladas, obteve-se um bom crescimento.

Dentre os diversos produtos de panificação, o bolo se destaca por ser um alimento apetitoso e com alto índice de aceitação pelos diversos consumidores de várias idades e classes sociais, principalmente por ser um alimento leve, de fácil mastigação e por ter uma consistência de fácil digestão. (MOSCATTO et al., 2004). Embora a composição e, conseqüentemente, o valor nutricional do bolo seja bastante variável, na maioria das vezes é um alimento com elevado teor de carboidratos, lipídeos e proteínas, fazendo com que se torne um produto de elevado valor calórico.

É possível a retirada ou redução dos ingredientes mais energéticos porem não é um processo simples já que a heterogeneidade dos ingredientes é responsável por proporcionar atributos de textura, maciez e sabor, além de conferir maior período de conservação ao alimento. No entanto, é possível

obter produtos com menor caloria se a substituição dos ingredientes for equivalente em suas funções (BENASSI et al., 2001).

Uma forma de assegurar que a população em geral tenha acesso a produtos com rápido e fácil preparo e com propriedades nutricionais adequadas é fortalecer os alimentos frequentemente consumidos com baixo valor nutricional, e desenvolver novas formulações para melhorar o conteúdo de fibras e proteínas. (CONTINI, 2020). Dos produtos de panificação utilizados como veículos para incorporação de nutrientes, uma porção individual de bolo, denominada de *muffin*, tem sido bastante testada (BENDER et al., 2015; MARTÍNEZ-CERVERA et al., 2012).

Muffins são produtos alimentícios típicos de panificação que, a partir de sua origem anglo-americana, estão agora disponíveis em todo o mundo. Eles são produtos doces, altamente calóricos e apreciados pelos consumidores, devido ao seu agradável sabor e textura macia. A massa do *muffin* é uma emulsão composta por uma mistura de ovo, sacarose e gordura, como fase contínua, e poros, como a fase descontínua, no qual as partículas de farinha são dispersas. *Muffins* são caracterizados por uma estrutura de volume poroso que confere uma textura esponjosa e apresenta alta palatabilidade (MARTÍNEZ- CERVERA et al., 2011).

Muffins são produtos alimentícios com uma alta aceitação e por isso são cada vez mais utilizados como veículos para o desenvolvimento de novas formulações.

3.2 Glúten

Glúten corresponde a uma substância viscoelástica formada pela mistura das proteínas glutenina e gliadina, presentes em igual proporção no trigo e em outros cereais. A extensibilidade das massas que contém glúten é conferida pelas gliadinas e a elasticidade e coesão conferidas pelas gluteninas (EDWARDS, 2007). O glúten já formado tem aproximadamente 75% do seu peso seco composto de proteínas, sendo o restante, amido e lipídeos (SHEWRY et al., 2002). Gliadinas e gluteninas são proteínas de caracteres diferentes, divididas geralmente por suas solubilidades (WIESER, 2007). Gliadina é uma prolamina que pode ser classificada em α/β , γ ou ω . São proteínas monoméricas, solúveis em solução aquosa alcoólica, de fórmula

molecular C29H41N7O9 (NCBI, 2015). As prolaminas presentes em cereais são o principal fator associado a doença celíaca, doença caracterizada por uma reação a presença de, por exemplo, α -gliadina (MOWAT, 2003). Já gluteninas, que podem ser classificadas como de alto peso molecular ou baixo peso molecular (WIESER, 2007).

Na massa de panificação, por exemplo, o glúten tem a função de reter os gases produzidos pela fermentação, de forma a expandir o suficiente para criar um pão com volume ideal. No caso de glúten fraco, a massa irá ceder e formará bolhas que podem romper, criando alvéolos ou buracos. Por outro lado, se o glúten for forte, não haverá expansão e o pão ficará denso demais. (CAUVAIN, 2007)

A Associação dos Celíacos do Brasil (ACELBRA, 2004), mantém uma lista de produtos proibidos para celíacos por conterem glúten. O glúten está presente em alguns cereais como trigo, centeio e cevada (WIESER, 2007).

A Anvisa estabeleceu a RDC nº 40 em 2002 (BRASIL, 2002) que normatizava a presença, na embalagem, “CONTÉM GLÚTEN” para alimentos que continham glúten. Com a finalidade de se adequar melhor as necessidades de portadores de intolerância, a Anvisa publicou a RDC nº26 de julho de 2015 (BRASIL, 2015), que amplia as normas para alergênicos, adicionando também a cláusula para contaminação cruzada – no caso, contaminação não intencional por glúten processado anteriormente.

Essa proteína pode causar reação autoimune em casos de celíacos, e vem sendo substituída em alguns produtos já convencionais como pães, bolos, biscoitos, massas, entre outros, de forma a suprir a alimentação de quem apresenta restrições ao glúten (GALLACHER et al., 2004).

Segundo a (ACELBRA, 2020), há casos de pacientes que apresentam sintomas sem diagnóstico relacionados ao glúten, desta forma, percebeu-se que as reações ao glúten não se limitam à doença celíaca, e com isso sugeriu-se uma nova nomenclatura e classificação com três condições induzidas pelo glúten, sendo estas: doença celíaca, alergia ao trigo e sensibilidade ao glúten não celíaca.

A doença celíaca consiste num distúrbio sistêmico de mecanismo imunológico, que afeta o intestino delgado de indivíduos que apresentam uma suscetibilidade genética, na qual a interação de certos fatores

ambientais produz um efeito alterado da resposta imunológica (WESSELS MMS, et al., 2018). Nesses indivíduos, ocorre um processo inflamatório em resposta à ingestão do glúten (WALKER et al., 2018). A alergia ao trigo é definida como uma reação imunológica adversa às proteínas do trigo, já a sensibilidade ao glúten não celíaca é uma forma de intolerância ao glúten quando a doença celíaca e a alergia ao glúten foram descartadas (ACELBRA, 2020).

3.3 Lactose

A lactose é o principal carboidrato do leite, é um dissacarídeo composto por uma molécula de glicose e uma de galactose. Esse açúcar é hidrolisado no intestino delgado pela enzima intestinal lactase, onde libera seus componentes para a absorção na corrente sanguínea (BARBOSA; ANDREAZZI, 2011). Para ocorrer a absorção da lactose no organismo, ela precisa ser hidrolisada no intestino pela beta-galactosidase, a lactase-florizina hidrolase, chamada simplesmente de lactase. A lactase está presente em toda a extensão do intestino delgado, porém é mais abundante no jejuno (porção do intestino delgado compreendida entre o duodeno e o íleo), sua função é, especificamente, hidrolisar a lactose.

A deficiência da hidrólise causa um aumento da pressão osmótica do intestino e por causa disso uma quantidade de água é retirada dos tecidos vizinhos. Assim, a lactose passa para o intestino grosso, onde é fermentada produzindo gases e água, ou é hidrolisada por bactérias em ácidos orgânicos de cadeia curta. Os gases que não são absorvidos causam inchaço e os ácidos produzidos irritam a parede intestinal e aumenta a motilidade, que combinada com a água secretada no intestino resultam em diarreia (GOURSAUD, 1985). Existem outros sintomas como dor abdominal, flatulência e vômitos. (MATTAR; MAZO, 2010).

Pessoas intolerantes à lactose muitas vezes confundem intolerância com alergia, pois os sintomas de ambos são parecidos, no entanto quando se trata de alergia, não se pode consumir nem leite nem derivados, pois neste caso, a alergia é decorrente da proteína do leite (PRAY, 2000).

A escolha do tratamento depende do grau de intolerância, a forma mais eficaz de tratamento é uma dieta isenta de produtos que contenham lactose, porém ingerir a enzima lactase em forma de medicação também é uma forma de tratamento (MATHIUS et al, 2016).

Segundo pesquisa publicada no DataFolha no ano de 2017, um terço da população brasileira, ou seja, cerca de 53 milhões de pessoas relatam sentir algum desconforto digestivo após a ingestão de leite e derivados (BOAS PRÁTICAS, 2017).

3.4 Milho farináceo crioulo

A cultivar de milho BRS 015 farináceo branco é oriundo de acesso coletado em São José do Norte, RS, ainda na década de 1990. Da população original, foram selecionadas mais de 100 progênies que, combinadas, deram origem à variedade. Uma população original provém de descendentes de açorianos, instalados no Litoral Sul do Rio Grande do Sul, que mantiveram o hábito de consumir diversos pratos cuja base era uma variedade de milho de grãos brancos e constituição farinácea. O referido milho, em muitos casos, ainda faz parte da culinária regional. O estabelecimento aconteceu desde a Ilha de Santa Catarina até os municípios de São José do Norte e Rio Grande, no Rio Grande do Sul (EICHOLZ et al., 2017).

O milho cultivado pelos agricultores familiares apresenta versatilidade de uso nos sistemas de produção, sendo utilizado tanto para a alimentação humana como animal. Na alimentação humana, essa variedade torna-se importante, pois não possui glúten e sua farinha possui coloração branca, que pode ser utilizado para substituir a farinha de trigo, a mais empregada em panificação no Brasil (CRUZ et al., 2006).

A cultivar BRS 015 farináceo branco apresenta o melhor rendimento de moinho. Mesmo na forma integral, sua farinha apresenta coloração branca, semelhante às farinhas de grãos de trigo, sendo diferente das farinhas de grãos de milho tradicionais. Essa característica torna os produtos de panificação de milho de cor mais branca, o que normalmente apresenta maior aceitabilidade junto aos consumidores (EICHOLZ et al., 2017).

A farinha desse milho tem capacidade de absorção de água de

aproximadamente três vezes, e capacidade de absorção de óleo de aproximadamente duas vezes em relação ao seu peso inicial (ÁVILA et al., 2018).

O amido de milho do cultivar BRS 015 farináceo branco possui coloração branca e pode apresentar rendimento de extração de amido maior (aproximadamente 40%) do que os cultivares tradicionais, devido à constituição do endosperma ser completamente farinácea. Nesse tipo de endosperma, os grânulos de amido estão menos compactados que as proteínas, o que facilita a extração. O amido de milho é comumente usado na fabricação de tortas doces e salgadas, pavês, *muffins*, arroz doce, manjar, biscoitos salgados e doces, bolos salgados e doces, escondidinho e molhos, entre outros produtos (EMBRAPA, 2019).

3.5 Feijão branco

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um importante alimento em refeições da população mundial, sendo também parte da dieta básica do povo brasileiro. O Brasil juntamente com Índia, China, Myanmar, México e Estados Unidos concentra 60% da produção mundial desta fabacea, sendo também o maior consumidor (CONAB, 2017).

Segundo o levantamento da CONAB (2017), o Brasil produziu (compreendendo as três safras de feijão 2016/2017) 3,35 milhões de toneladas, sendo a região CentroSul (Paraná, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Rio Grande do Sul e São Paulo) a maior produtora, com 53,04% da produção total do país. O feijão é um alimento básico que se destaca pela relevância nutricional, devido seus nutrientes.

O feijão tem despertado crescente interesse como alimento funcional. As fabaceas contêm um número considerável de compostos bioativos, como os fenólicos, que estão associados a um efeito metabólico na prevenção de doenças e promoção da saúde para populações que consumirem esse alimento com frequência (KOBELITZ, 2011). Além disso, ele é considerado uma importante fonte de proteína, apresenta elevado teor de lisina, carboidratos complexos, além da presença de vitaminas do complexo B e de ferro (SANTOS et al., 2009). Com relação às fibras contidas nos grãos, Goff et al. (2017)

destacam seus reconhecidos efeitos hipocolesterolêmico e hipoglicêmico. Há também o benefício do ferro com efeito antianêmico.

3.6 Análise sensorial

A forma técnica científica de avaliar, analisar, medir e interpretar os dados e/ou as reações percebidas pelos consumidores em relação aos alimentos, é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1998) como análise sensorial. Análise sensorial é um conjunto de métodos e técnicas que permitem perceber, mostrar, medir, analisar, identificar e interpretar as reações das propriedades sensoriais dos alimentos mediante os sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (GULARTE, 2009).

Para avaliar a qualidade deve-se levar em conta as propriedades sensoriais aceitáveis, como, essenciais no momento da venda e consumo do produto. As avaliações sensoriais iniciam na produção, processamento até chegar ao marketing, sempre visando desenvolver, manter e conquistar mercados consumidores (JAEGER et al., 2015).

A avaliação sensorial é efetuada de maneira científica através de testes sensoriais que são aplicados para atingir o consumidor. Estes são utilizados para medir a qualidade dos alimentos através dos sentidos humanos de uma equipe de avaliação, a qual é integrada por um grupo de pessoas, especialmente treinadas para analisar os diferentes atributos ou características destes (ARES et al., 2013).

Para o consumidor não adianta um produto que possua excelentes características químicas, físicas ou microbiológicas, de qualidade, se a característica sensorial deste produto não preencher as necessidades e anseios de quem consumirá. Assim, a qualidade de um produto deve ser definida, também, em termos das percepções do consumidor, o que pode diferir do conceito de qualidade na visão da indústria (ÁVILA et al., 2019).

A qualidade sensorial não é uma característica própria do alimento, mas sim o resultado da interação entre esse alimento e o homem. É uma resposta individual, que varia de pessoa para pessoa, em função das experiências, de expectativa, do grupo étnico e de preferências individuais (GULARTE, 2009).

A metodologia de Análise Temporal das Sensações estuda a sequência de sensações dominantes de um produto durante um determinado período de

tempo. Mais precisamente, o teste consiste em identificar as sensações percebidas como dominantes até que a percepção termine. Assim os provadores têm que selecionar um novo atributo dominante sempre que percebem uma mudança nas sensações dominantes. Sendo que "Dominante" foi definido como a sensação que capta a atenção, a percepção mais marcante, ou a nova sensação que surge em um dado momento, mas não necessariamente a sensação mais intensa.

Durante a análise, os provadores são convidados a indicar a sensação (de uma lista pré-determinada de vários atributos) dominante durante o tempo de análise. Suas percepções são representadas por curvas que mostram quantas vezes cada sensação foi considerada dominante durante o período de avaliação. Esse método é considerado descritivo multi-atributo rápido e eficaz, quando comparado com outros métodos descritivos convencionais utilizados para avaliar um conjunto de sensações induzidas por um determinado alimento.

Há alguns anos, os pesquisadores realizavam o teste manualmente e construía os gráficos, também de forma manual. No entanto, atualmente, existem vários softwares que constroem os gráficos dos resultados obtidos. O software SensoMaker, foi desenvolvido por dois pesquisadores da Universidade de Lavras.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Amostras

O milho BRS 015 farináceo branco (Figura 1) foi cedido gentilmente pela Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS. O feijão branco e os demais ingredientes para formulação dos *muffins* foram obtidos em estabelecimentos comerciais da cidade de Pelotas, RS.



Figura 1. Farinha de milho BRS 015.



Figura 2. Feijão branco.

4.2 Métodos

4.2.1 Delineamento

Foi utilizado delineamento completamente casualizado, com três repetições para todas as amostras. A Figura 3 apresenta o fluxograma do delineamento.

Tabela 1 – Fluxograma de delineamento experimental

Amostras	Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes
Milho Farináceo	<i>Muffin</i> de trigo	Composição proximal***
		Digestibilidade proteica <i>in vitro</i> ***
Feijão branco	<i>Muffin</i> de milho	Coeficiente de hidratação**
		Parâmetros de cocção**
		ISA e IAA*
		Perfil colorimétrico***

Farinha de trigo

Analises Física***
Perfil textuométrico***
Análise Sensorial – Associação de
palavras, questionário de atitude e
Análise Temporal das
Sensações***

* Análise realizada no milho BRS 015 Farináceo branco

** Análise realizada no feijão branco

*** Análise realizada nos *muffins*.

4.3 Formulação dos *muffins*

A Tabela 2 expõe as quantidades de matéria-prima e ingredientes que foram compostos nas formulações dos *muffins*, adaptada de Ávila (2017) e Contini (2020).

Foram desenvolvidos alguns testes de formulações até chegar na formulação base, que está descrita a seguir e a partir desta, foram realizadas as análises. A proporção de cada ingrediente foi determinada em peso.

Os feijões passaram pelo processo de hidratação, adicionando-se 350 mL de água destilada para cada 100g de grãos de feijão (proporção de 1 :3,5), por um período de 12 horas em temperatura ambiente. Após a hidratação, os feijões foram colocados para cozinhar em panela de pressão, com o descarte da água de hidratação e utilizando nova quantidade de água para cozinhar. O tempo de cocção foi de 20 minutos. Após o cozimento, os feijões foram triturados em liquidificador até formar uma pasta. A formulação de *muffin* com farinha de trigo e feijão branco foi utilizada sendo uma amostra controle.

Tabela 2 – Formulações utilizadas para elaboração dos *muffins*

Ingredientes (%)	<i>Muffin</i> trigo	<i>Muffin</i> milho
Farinha de trigo	35,40	0,00
Milho farináceo branco	0,00	35,40
Feijão branco	9,25	9,25
Leite sem lactose	21,30	21,30
Óleo de girassol	5,22	5,22
Ovos	11,33	11,33
Xilitol	15,00	15,00
Fermento químico	2,50	2,50
Total	100	100

Muffin trigo com 100% farinha de trigo, *muffin* milho com 100% milho BRS 015 farináceo branco.

Primeiramente, todos os ingredientes foram pesados em balança analítica, devidamente calibrada e então, estes foram misturados e batidos em

uma batedeira planetária por cerca de 4 minutos até chegar ao ponto de uma massa homogênea. Após o batimento, a massa foi dividida em formas individuais, de aproximadamente 50 g e foram forneados a 230 °C por 15 minutos, em forno elétrico automático. Os *muffins* foram resfriados à temperatura ambiente para em seguida prosseguir as análises.

O fluxograma de elaboração dos *muffins* pode ser observado na Figura 3.

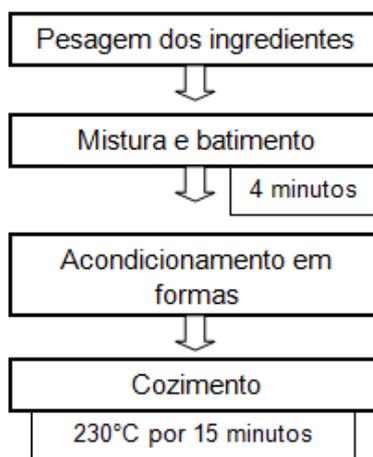


Figura 3. Fluxograma das etapas de elaboração dos *muffins*.

4.4 Análises das matérias-primas

4.4.1 Composição proximal

O teor de umidade foi determinado no milho BRS 015 farináceo branco, no feijão branco e nos *muffins* de acordo com as recomendações do INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008. As análises do teor de cinzas, proteína bruta e lipídios foram executadas no milho BRS 015 farináceo branco, no feijão branco e nos *muffins* de acordo com o método indicado pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2006). A análise de fibras foi realizada no milho BRS 015 farináceo branco e nos *muffins* seguindo a metodologia descrita por INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008.

. O percentual de carboidrato foi obtido no milho BRS 015 farináceo branco, no feijão branco e nos *muffins* pela diferença entre 100 e a soma do conteúdo de proteínas, gorduras, fibras, umidade, e cinzas (somente farinha), conforme descrito por BRASIL (2003).

O valor energético, foi obtido por cálculo utilizando-se os fatores de conversão de Atwater de 4,0 kcal.g⁻¹ para proteína e carboidrato e de 9,0 kcal.g⁻¹ para gordura, e, para conversão de kcal para kJ foi utilizado o fator de conversão de 4,2 kJ/kcal (BRASIL/ANVISA, 2003).

Para elaboração da tabela nutricional de cada formulação elaborada foi utilizado o que instrui o manual de orientação às indústrias de alimentos, elaborado pela ANVISA (BRASIL, 2005), onde foi avaliado o nível do produto e identificado o valor energético médio por porção de produto, permitindo assim verificar a quantidade que correspondem a uma porção. Os valores diários de referência para cada nutriente foram calculados seguindo os valores estabelecidos pela RDC nº 360 da Anvisa (BRASIL, 2003).

4.4.2 Digestibilidade protéica *in vitro*

A determinação da digestibilidade *in vitro*, foi realizada no milho BRS 015 farináceo branco, no feijão branco e nos *muffins* de acordo com o método descrito por Hsu et al. (1977), com modificações. Esse método baseia-se na correlação entre velocidade inicial de proteólise e digestibilidade, medida através do pH, utilizando-se uma solução enzimática para digerir a amostra. No presente estudo foi utilizada uma solução enzimática contendo as enzimas tripsina e pancreatina para a hidrólise das proteínas. Foi ajustado o pH de 50 mL da suspensão protéica e água destilada para o pH 8, sob agitação, em banho-maria a 37 °C. A queda do pH foi medida após a adição da solução enzimática, a partir de 15 segundos e posteriormente a cada minuto até o tempo de 10 minutos, usando-se um potenciômetro. A queda do pH foi observada no período dos 10 minutos e a equação dos parâmetros foi utilizado para descrever a correlação com a digestibilidade verdadeira *in vivo*. Equação 1:

$$\text{Digestibilidade proteica (\%)} = 210,46 - 18,103X$$

Onde: X representa a determinação de pH.

4.4.3 Coeficiente de Hidratação

O coeficiente de hidratação foi feito nos grãos de feijão branco de acordo com o método descrito por El-Refai, et al., (1988) e Nasar-abbas, et al.,

(2008). Os grãos (100 g) foram embebidos em 350 mL de água destilada (proporção de 1:3,5) à temperatura ambiente (25°C). Após 12 horas, os grãos foram removidos da água de maceração e procedeu-se a remoção de água livre, usando-se um papel absorvente antes da pesagem. O ganho de peso foi considerado como a quantidade de água absorvida e expressa como coeficiente de hidratação (Cf.H.), calculado pela equação 2:

$$\text{Cf.H.} = \text{PU\PS} \times 100$$

4.4.4 Parâmetros de Cocção - Teste de Cozimento

Os grãos de feijão branco previamente hidratados foram submetidos ao teste de cozimento, com o uso do cozedor de Mattson (Mattson, 1950), modificado por (Proctor & Watts, 1987), composto de 25 hastes verticais, peso padrão de 90 gramas, as quais permaneceram apoiadas nos grãos de feijão durante o cozimento sob água destilada fervente. O tempo de cozimento foi considerado quando 13 unidades de hastes perfuraram os grãos.

Foi realizado também o teste cozimento pelo método tátil de Vindiola, Seib e Hosney (1986), com modificações, aplicado para determinar o tempo de cocção. Foi definido que esse tempo de cocção seria quando 90% dos feijões poderiam ser apertados facilmente com o dedo indicador e o polegar indicando o amolecimento do grão. Então se fez essa verificação pressionando os grãos em placas de vidro e, quando não mais se visualizou o centro do grão de feijão com coloração branca concluiu-se o melhor tempo de cocção. Este método é similar ao que acontece de forma doméstica.

4.4.5 Índice de solubilidade em água (ISA) e Índice de absorção de água (IAA)

O índice de solubilidade em água (ISA) foi determinado somente no milho BRS 015 farináceo branco de acordo com método Anderson et al. (1969), com adaptações, e calculado pela relação entre o peso do resíduo da evaporação e o peso seco da amostra, conforme a Equação 3:

$$\text{ISA} = (\text{PRE} / \text{PA}) * 100$$

onde:

ISA = índice de solubilidade em água (%),

PA = peso da amostra (g) (base seca),

PRE = peso do resíduo da evaporação (g)

O índice de absorção de água (IAA) do milho BRS 015 farináceo branco foi determinado segundo a metodologia de Anderson et al. (1969), com adaptações. Em um tubo de centrífuga, previamente tarado, foram colocados aproximadamente 2,5 g de amostra peneirada e 30 ml de água destilada a 28°C. Os tubos permaneceram em agitação mecânica em banho-maria a 28°C por 30 minutos e, em seguida, foram centrifugados a 3000 rpm por 10 min. Do líquido sobrenadante, 10 mL foram pipetados cuidadosamente em cápsulas de alumínio previamente taradas e levadas a estufa a 105°C por 4 h. Após esse período, o material foi resfriado em dessecador e pesado em balança analítica, sendo o valor obtido o resíduo da evaporação. O líquido restante no tubo de centrífuga foi cuidadosamente descartado, o gel remanescente (resíduo de centrifugação) pesado e o IAA calculado conforme a Equação 4:

$$IAA = PRC / PA - PRE$$

onde:

IAA = índice de absorção de água (g gel/g de matéria seca),

PRC = peso do resíduo da centrifugação (g),

PA = peso da amostra (g) (base seca),

PRE = peso do resíduo da evaporação (g)

4.4.6 Perfil colorimétrico

O perfil colorimétrico foi determinado nos *muffins* com auxílio de um colorímetro Minolta modelo CR-300, o qual indica as cores em um sistema tridimensional. O eixo vertical L* aponta a cor da amostra do preto ao branco, o eixo a* da cor verde ao vermelho e o eixo b* da cor azul ao amarelo. Foram feitas 10 determinações para cada amostra (LAWLESS, 1998).

4.4.7 Análises Físicas

Para a caracterização física dos *muffins*, foram utilizados os procedimentos descritos no método 10-50D (AACC, 2000). Foram avaliados o peso, espessura, diâmetro e o rendimento da massa. Os *muffins* foram pesados, antes e depois do forneamento, em balança de precisão. A pesagem

antes foi realizada com a massa ainda nas forminhas, desconsiderando o peso das forminhas, e, após os *muffins* atingirem a temperatura ambiente, foi feita a pesagem após serem desenformados (foi feita a retirada integral do bolinho, deixando o mínimo ou nenhum resíduo nas forminhas, de maneira que a redução de massa seja insignificante). A espessura e o diâmetro foram medidos com o auxílio de um paquímetro 150 mm. Já o rendimento da massa foi determinado pela razão entre os pesos das massas assadas pelos pesos das massas cruas.

A perda de peso no forneamento foi avaliada pela equação 5:

$$\frac{\text{Peso da massa crua} - \text{peso da massa cozida}}{\text{Peso da massa crua}} \times 100 \quad (\text{AACC, 2000}).$$

4.4.8 Perfil texturométrico

A análise de textura foi realizada nos *muffins*, 24 horas após seu forneamento, utilizando o Texture Analyser TAXT2 Plus (Stable Micro Systems, Inglaterra), pelo método TPA, calibrado com 5 kg de carga. Os *muffins* foram perfurados individualmente com o probe p/20, cilíndrico de 20mm. A velocidade adotada foi de 5mm/seg, com perfuração de 60% da amostra. Foram obtidos parâmetros de dureza, adesividade, coesividade, gomosidade, elasticidade, mastigabilidade e resiliência, conforme descrito por Bourne (1978).

4.4.9 Análise Sensorial - Associação de palavras

A técnica da associação de palavras foi conduzida através da interface web Google docs. Os participantes foram convidados via rede social. Participaram da pesquisa 100 consumidores (76,5 % do gênero feminino e 44,7 % com faixa etária entre 16 e 25 anos).

Os participantes visualizavam uma imagem relacionada ao objeto de estudo (Figura 4) e foram convidados a escrever, espontaneamente, as primeiras quatro palavras ou termos que viessem à mente. Além da associação de palavras, os participantes foram convidados a responder um questionário fechado com questões relacionadas ao consumo e comércio de bolos e seus produtos alimentícios e questões relativas à produção de alimentos utilizando farinha de milho, assim como questões sociodemográficas.



Figura 4. Associação de palavras do estudo via Google forms.

4.4.9.1 Questionário de atitude

Utilizou-se como instrumentos de coletas de dados um questionário estruturado fechado com 15 questões. A pesquisa utilizada foi qualitativa, buscando-se a aproximação de um tópico em específico caracterizando-se como uma pesquisa de conveniência. O procedimento experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Pelotas, Brasil. O questionário aplicado pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 – Variáveis que compuseram o questionário

- 1) Faixa etária
- 2) Gênero
- 3) Escolaridade
- 4) Faixa salarial
- 5) Presença de doença crônica
- 6) Hábitos alimentares
- 7) Consome produtos que contenham farinha de milho
- 8) Quais produtos consome com farinha de milho
- 9) Qualidade de produtos que contenham farinha de milho
- 10) Hábito de consumo de *muffins* e qual frequência
- 11) Compraria o produto da imagem observada
- 12) Qual motivo compraria
- 13) Consumiu algum produto que continha milho farináceo branco.

4.4.9.2 - Análise Temporal das Sensações

O teste de dominância temporal das sensações (TDS) foi realizado de acordo com Pineau et al. (2009) com uma equipe de 15 avaliadores selecionados. Os avaliadores foram familiarizados com o programa computacional SensoMaker e foram treinados para reconhecer os sabores específicos que poderiam descrever as amostras. Após o treinamento, os testes definitivos foram realizados em triplicata. Na análise, os avaliadores foram convidados a escolher a sensação dominante, durante o tempo de ingestão, considerando-se como dominante o atributo percebido com maior clareza e intensidade entre outros em uma lista pré-definida. A duração de 30 segundos foi determinada como tempo para analisar cada amostra.

4.4.10 Análise estatística

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados submetidos à análise de variância (ANOVA) e à comparação de médias pelo teste de T, com nível de 5% de significância. O software utilizado foi o programa Statistic 7.1.

Para análise sensorial, na associação de palavras, somente foram consideradas, para a análise dos dados, as palavras válidas que apresentavam sentido com o objeto de estudo, procedendo-se o cálculo de frequência de menção de cada palavra. As palavras citadas por pelo menos 5% dos consumidores foram agrupadas em categorias conforme as palavras mais relevantes associadas ao produto, ou que eram recorrentes ou apresentavam semelhança. Palavras com significados semelhantes foram agrupadas em diferentes categorias por meio de codificação indutiva por triangulação (SILVA et al. 2014). Os dados e a classificação das palavras foram realizados por pesquisadores com ampla experiência no método de associação de palavras, conforme preconizado por Guerrero et al. (2010). A Análise dos Componentes Principais foi realizada na matriz de correlação das dimensões avaliadas, para obter um mapa sensorial da percepção dos consumidores frente ao consumo e comércio de bolos e farinha de milho.

O questionário de atitude foi analisado através da análise fatorial exploratória (AFE) a fim de determinar as variáveis observadas no conjunto de dados do instrumento (ÁVILA, 2020). Um teste preliminar de Kaizer-Meyer-Olkin (KMO) foi realizado para verificar a adequação da amostra para a realização da análise (LORENZO-SEVA & FERRANDO, 2013). A partir da

decomposição da matriz de correlação pelo método de principais fatores, realizou-se a extração dos fatores. Para a retenção dos mesmos foi utilizado o método de Kaizer (autovalores >1). Para o método de rotação selecionou-se a rotação Varimax. A fim de analisar a confiabilidade interna do modelo fatorial foi determinado o coeficiente alfa de Cronbach (GEORGE & MALLERY, 2003).

Para avaliar os resultados obtidos teste dominância temporal sensações foram construídas curvas com nível de significância de 5%, utilizando o software SensoMaker.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliações do milho BRS 015 farináceo branco.

5.1.1 Composição proximal, digestibilidade, índice de solubilidade em água (ISA) e Índice de absorção de água (IAA) do milho BRS 015 farináceo branco

Tabela 4 - Composição proximal, digestibilidade, índice de solubilidade em água (ISA) e Índice de absorção de água (IAA) do milho BRS 015 farináceo branco

Determinações	Milho farináceo branco
Umidade (%)	11,2 ± 0,1
Proteína (%)	8,7 ± 0,3
Lipídeos (%)	9,4 ± 0,0
Cinzas (%)	1,1 ± 0,4
Fibras (%)	2,9 ± 0,8
Carboidratos (%)	58,1 ± 10,4
Digestibilidade proteica (%)	81,0 ± 1,8
ISA (%)	2,2 ± 0,2
IAA (g/g)	2,5 ± 0,0

*Médias aritméticas simples (n=3) ± desvio padrão.

Pode-se verificar de acordo com a Tabela 4 que o milho BRS 015 farináceo branco apresenta teores de umidade, gordura, proteína, fibra bruta e cinzas semelhantes aos cultivares de milhos tradicionais. Segundo a tabela TACO, 2011 a farinha de milho apresenta 7,2 % de proteínas, 1,5 % de lipídeos, 79,1 % de carboidratos, 5,5 % de fibras e 0,5 % de cinzas.

Embrapa (2018) encontrou valores de 12% de proteína e 8% de gordura, valores esses próximos ao encontrado neste estudo que foram de 8,7% e 9,4%

respectivamente. O milho BRS 015 farináceo branco apresenta um teor bastante elevado de carboidrato, predominantemente amido.

Ainda segundo Embrapa (2018) os dados referentes aos minerais para 100g de milho BRS 015 farináceo branco está correspondente, de acordo com a tabela de Ingestão Diária Recomendada para adultos (IDR) da Anvisa, sendo 2,8% das necessidades de ingestão de cálcio, 106% de magnésio, 12% de fósforo, 31% de ferro, 41% de manganês e 22% de cobre.

Digestibilidade protéica é definida como sendo a porcentagem da proteína ingerida que vai ser absorvida pelo organismo, o que está relacionado com a biodisponibilidade de aminoácidos. Digestibilidade da proteína é o principal índice de qualidade protéica, pois dado aminoácido pode estar presente na proteína, mas não estar necessariamente disponível para o organismo. Assim, proteínas não podem ser utilizadas pelo organismo sem serem digeridas por este. Segundo Cassidy (1996), fontes vegetais de proteínas podem diferir de fontes de origem animal dentro de condições de digestibilidade, composição de aminoácidos e presença de fatores antinutricionais. O milho BRS 015 apresentou um alto valor de digestibilidade protéica o que é benéfico se comparado com outras fontes vegetais.

O índice de solubilidade em água (ISA) é um parâmetro utilizado para avaliar o grau de degradação dos grânulos de amido, isto é, a quantidade de água absorvida pelos grânulos de amidos de uma determinada amostra podendo esta ser sido submetida ou não a algum tratamento térmico. (TROMBINI et al., 2013, ANDERSON et al., 1969). O índice de absorção de água (IAA) se relaciona com a disponibilidade dos grupos hidrofílicos (-OH) em se ligar às moléculas de água, promovendo a formação de gel, indicando a intensidade do tratamento térmico e consequente desramificação da estrutura amilácea (TROMBINI et al., 2013, ANDERSON et al., 1969). Os índices de solubilidade e absorção de água são explicados pelas interações amido-água e são importantes na avaliação da adequabilidade do uso de produtos amiláceos em suspensões ou em soluções (LUSTOSA et al., 2009).

Os valores de ISA obtidos para o milho BRS 015 farináceo branco foram próximos aos encontrados por Ferreira (2005), que foi de 2,7%, e por Alvim, Sgarbieri e Chang (2002), que foi de 2,2. Isto ocorre porque farinha desse milho tem capacidade de absorção de água de aproximadamente três vezes, e

capacidade de absorção de óleo de aproximadamente duas vezes em relação ao seu peso inicial. (EMBRAPA, 2018). A solubilidade de um produto depende da sua constituição química e das interações entre os seus constituintes e a água. Também é um parâmetro que reflete o grau de degradação do grânulo de amido, ou seja, o somatória dos efeitos de gelatinização, dextrinização e consequente solubilização (LEITE et al., 2018).

Os valores de IAA deste estudo foram próximos aos encontrados por Alvim, Sgarbieri e Chang (2002), que foi de 2,7 g de água/g material seco, estes valores são relativamente baixos em função das condições de teste, na qual não ocorre a gelatinização do amido, com consequente exposição dos grupos hidrofílicos (-OH) das moléculas de amilose e amilopectina. Altos índices de IAA são benéficos para formulações de produtos de panificação, pois permitem maior incorporação de água à massa e aumentam o rendimento dos produtos finais (LEITE et al., 2018). A capacidade de absorção de água do material amiláceo cru eleva-se normalmente a partir do momento em que se aplica calor durante o processamento.

5.2 Avaliações do feijão branco.

5.2.1 Composição proximal e digestibilidade do feijão branco

Tabela 5 - Composição proximal e digestibilidade do feijão branco

Determinações	Feijão branco
Umidade (%)	66,4 ± 0,8
Proteína (%)	7,5 ± 1,1
Lipídeos (%)	0,2 ± 0,1
Cinzas (%)	1,4 ± 0,0
Carboidratos (%)	24,4 ± 1,4
Digestibilidade proteica (%)	88,0 ± 1,0

*Médias aritméticas simples (n=3) ± desvio padrão.

O feijão branco apresentou um conteúdo de umidade alto com 66,4 %. Isso se explica, pois durante o cozimento, o tegumento do feijão encontra-se diretamente envolvido na absorção da água. Alguns trabalhos indicam a existência de uma proporção inversa entre o tempo de cozimento e a absorção de água, e quanto maior a capacidade de absorção menor o tempo de cocção. Assim, os teores de água variam de cultivar para cultivar, segundo as propriedades e características dos tegumentos (permeabilidade e composição),

composição química, temperatura de cocção (a absorção aumenta com a temperatura) e condições fisiológicas das cultivares (CAMPOS et al., 2010). Por outro lado, processamentos térmicos como o cozimento pode provocar alterações físicoquímicas em proteínas, amido e outros componentes de leguminosas, afetando o seu valor nutricional, aumentando ou reduzindo a absorção, dependendo do composto (COSTA et al., 2006; DELLA et al., 1994).

Os carboidratos, juntamente com as proteínas, são um dos principais componentes de todos os feijões secos (SATHE, 2002). As proteínas tem seu valor nutritivo dependente de vários fatores, como digestibilidade, aminoácidos essenciais, fatores antinutricionais e processamento (DAMODARAN et al., 2010).

No Brasil, a principal fonte protéica da alimentação é derivada da ingestão de arroz e feijão (SANTOS et al., 1979). Essa mistura tem adequado teor nitrogenado, supre os aminoácidos essenciais e possui digestibilidade ao redor de 80%. A ingestão de misturas de cereais e leguminosas, como soja, feijão, ervilha, lentilha, também fornece ao organismo as quantidades necessárias de aminoácidos para a síntese protéica (LAJOLO; TIRAPÉGUI, 1998; BORSOI, 2001).

A proteína do feijão apresenta todos os aminoácidos requeridos pelo organismo humano, exceto os aminoácidos sulfurados metionina e cisteína, em quantidades compatíveis com as necessidades nutricionais. O feijão apresenta teor elevado de lisina que exercem um efeito complementar com as proteínas dos cereais, ricos em aminoácidos sulfurados (RIOS et al., 2003).

Segundo a TBCA, 2020 o Feijão, branco, semente madura, cozido, sem sal apresenta um teor de proteína de 9.73 %, valor próximo do encontrado no presente estudo. O conteúdo de lipídios é geralmente baixo em feijões em comparação com outros nutrientes.

O teor de cinzas foi de 1,4 % e está próximo ao encontrado por outros autores em feijão cozido como Barros (2014) que encontrou 1,42 %. Este valor é relativamente baixo e isto pode ser atribuído à perda de minerais por difusão na água empregada pelo tratamento térmico (BARAMPAMA; SIMARD, 1995). Ahvenainen (1996), afirma que a manutenção das quantidades minerais em um alimento é um desafio, uma vez que, logo após a colheita, reações químicas e físicas passam a ocorrer e podem influenciar na qualidade, e os principais

determinantes das perdas são os métodos de cocção, pois a temperatura, o tempo e o tipo de cocção influenciam diretamente na quantidade final destes nutrientes.

O cozimento provavelmente favorece a liberação mineral de alguns complexos presentes nos feijões, como o complexo ácido fítico-mineral, que substituiu as perdas minerais por difusão na água (BARAMPAMA; SIMARD, 1995).

A digestibilidade protéica é um parâmetro nutricional que avalia o aproveitamento de uma fonte protéica. A digestibilidade do feijão cru varia de 25 a 60 % segundo Reyes-Moreno & ParedesLopez²⁷ e Egg Mendonça et al. A baixa digestibilidade no feijão cru é atribuída à atividade dos inibidores de proteases, que diminuem a atividade das enzimas digestivas. O feijão branco avaliado no presente estudo apresentou valores superiores (88%), provavelmente devido a metodologia in vitro utilizada para a medida, a qual não é influenciada por fatores fisiológicos. O tratamento térmico do feijão, no processo de cozimento, inativa os inibidores de proteases, promovendo efeito benéfico na digestibilidade. O tratamento térmico dado com a finalidade de cozinhar os grãos reduz o efeito dessas substâncias, podendo aumentar a digestibilidade protéica de 65 a 85 %, dependendo da variedade do feijão e do processo de cozimento usado.

5.2.2 Coeficiente de Hidratação e parâmetros de cocção

Após a maceração de 12 horas no feijão, o coeficiente de hidratação foi calculado, obtendo-se o valor de 268,1%. Isso demonstra que o feijão branco absorve bastante água durante 12 horas de maceração.

Diversos autores indicam que o coeficiente de hidratação pode ser um indicativo para seleção precoce de genótipos visando menor tempo de cocção, pois segundo eles, há uma correlação entre a hidratação e o tempo de cocção em diversas cultivares de feijões (ELIA, et al.,1997; CASTELLANOS, et al.,1995).

Os parâmetros de cocção do feijão branco estão expostos na tabela 6.

Tabela 6 - Parâmetros de cocção dos grãos de feijão branco

Determinações	Feijão branco
Cocção Mattson (min)	24
Cocção tátil (min)	20

*Médias aritméticas simples (n=3) ± desvio padrão.

O feijão branco apresentou um tempo de cocção de 24 minutos pelo método com cozedor Mattson e 20 minutos pelo método Tátil. Esses foram então, os tempos ideais de cocção para os feijões estudados, apresentando dureza adequada e feijões prontos para consumo.

O tempo de cozimento é extremamente importante na definição do comportamento culinário das cultivares e para o consumidor no momento do preparo. Deseja-se que o tempo de cocção seja o menor possível, assim a qualidade do grão será melhor e seu valor no mercado se torna mais alto. Segundo Diniz et al. (2001), em estudos com feijões, o tempo de cocção é um parâmetro de importância para a tecnologia de processamento, por possibilitar a sua utilização na alimentação humana, facilitando a hidrólise de seus compostos químicos e, constituir, nos dias de hoje, um forte atributo no que se refere à economia de energia e horas de trabalho.

Bressani et al. (1981), avaliando a relação entre a cor e algumas propriedades físicas de feijões, determinaram que o tempo de cocção para os feijões brancos foi menor que para os feijões pretos e vermelhos. Feijões com maceração prévia ao cozimento são mais brandos que feijões não macerados cozidos durante o mesmo tempo (GOYCOOLEA et al., 1990), sendo que os feijões quando absorvem menos água precisam de um maior tempo de cocção. O tempo de embebição dos feijões em água nas cultivares maceradas foi de 12 horas, sendo que um tempo de 12 a 24 horas é o recomendado; evitando assim longos períodos de hidratação que poderiam causar contaminações bacterianas (CHIARADIA; GOMES, 1997)

5.3 Avaliações dos *muffins*.

5.3.1 Composição proximal, valor energético e digestibilidade dos *muffins*

Os *muffins* foram caracterizados em relação a sua composição proximal, valor energético e digestibilidade, conforme apresentado na Tabela 7. Os teores de fibras, carboidratos, valor energético e digestibilidade proteica não diferiram estatisticamente entre si.

Tabela 7 - Composição proximal, valor energético e digestibilidade dos *muffins*

Determinações	Muffin trigo	Muffin milho
Umidade (%)	40,0 ± 2,4	34,9 ± 1,2
Proteína (%)	8,1 ± 0,1	7,1 ± 0,3
Lipídeos (%)	6,5 ± 0,5	8,6 ± 0,3
Cinzas (%)	1,7 ± 0,1	2,1 ± 0,0
Fibras (%)	22,6 ± 0,9 ns	22,4 ± 1,3 ns
Carboidratos (%)	27,1 ± 9,3 ns	35,4 ± 13,9 ns
Valor energético (kcal)	205,3 ± 1,8, ns	235,3 ± 2,3 ns
Digestibilidade proteica (%)	71,7 ± 1,0 ns	72,9 ± 1,8 ns

*Médias aritméticas simples (n=3) ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de T ($p \leq 0,05$). ns= não significativo.

Os teores de umidade dos produtos são basicamente usados como indicadores de qualidade e tem influência direta sobre as características sensoriais, de textura e microbianas dos produtos (NG et al., 2017).

Melo Filho e Vasconcelos (2011) classificam os alimentos, em relação a umidade, em: alimentos de alta umidade: $A_w > 0,85$ e Umidade $> 40,0\%$; alimentos de umidade intermediária: A_w de 0,6 a 0,85 e Umidade de 20,0 a 40,0 %; alimentos de baixa umidade: $A_w < 0,6$ e Umidade $< 20,0\%$. Ao avaliar a umidade dos *muffins* (Tabela 7), observou-se que os mesmos se diferem entre si, devido à diferença entre as farinhas utilizadas como ingredientes para elaboração dos produtos. O *muffin* de milho está com umidade intermediária entre 20 a 40%. Já o *muffin* de trigo apresentou um alto teor de umidade maior de 40%. Os mesmo não possuem uma conservação muito fácil, visto que podem permitir o desenvolvimento de bactérias patogênicas, embora o número de outros microrganismos que se desenvolvem nesse meio é baixo e de crescimento lento.

Em estudos de Gutkoski (2011) quando avaliou a influência de diferentes tipos de farinha de trigo na elaboração de bolo tipo inglês, encontrou valores inferiores de umidade, os valores de umidade variaram de 12,72 a 13,71%. Já Carvalho et al. (2012) produziram cupcakes utilizando banana in natura e verificaram que o produto continha em torno de 19,7% de umidade.

O teor de umidade foi mais alto do que os valores encontrados na literatura, isso pode estar relacionado à composição química das farinhas, visto

que as proteínas e as fibras contribuem para uma maior capacidade de absorção de água, o que conseqüentemente aumenta o teor de umidade do *muffin* (HALLEN et al., 2004).

Nota-se que o *muffin* elaborado com a farinha de trigo obteve o maior teor de proteína bruta (8,1 %) o que pode ser atribuído ao uso da farinha de trigo que possui um alto valor de proteínas. Segundo Zavareze et al. (2010) na elaboração de bolos padrão utilizando farinha de trigo obtiveram 9,5% de proteínas. Estudos encontrados por Souza-Borges et al. (2013), elaboraram bolos utilizando suco de laranja, onde o produto possuía 4,8% de proteínas. A farinha de trigo contém 9,8% (TACO, 2011), podendo justificar o valor encontrado nos *muffins*.

Para um produto ser considerado fonte de proteína, segundo a RDC nº54 de 2012, ele deve conter 6g.100g⁻¹ de proteína e a proteína deve conter quantidades pré-determinadas de aminoácidos essenciais (BRASIL, 2012). Pela quantidade de proteína avaliada nos *muffins* sem lactose e sem glúten utilizando milho BRS 015 farináceo branco 7,1 % já poderia ser considerado uma fonte de proteínas, porém, deve ainda ser realizada uma análise específica para quantificação de aminoácidos, para confirmar esta afirmação.

A gordura além de proporcionar incorporação de ar sob a forma de emulsão, também atua na estabilização das bolhas de ar durante a cocção, juntamente com as proteínas no ovo (RIOS, 2014).

A fração lipídica de ambos os *muffins* (6,5 e 8,6 %) respectivamente determinadas neste trabalho foi inferior a valores encontrados por outros autores. Jeong e Chung, (2018) de 16,8 a 17,7 %, Trindade de Barros et. al. (2018) de 13,09 a 13,91%. A maior parte destes valores de lipídeos é proveniente dos ingredientes adicionados à formulação.

Os *muffins* apresentaram valores de cinzas de 1,7 e 2,1 respectivamente, valores próximos ao encontrado por Trindade et. al. (2018) de 1,16 a 1,27% quando avaliaram *Muffins* adicionados de farinha de feijão de diferentes classes. Viet et al (2012) avaliaram a composição de bolos de cenoura, no qual o produto apresentou 1,42% de cinzas.

Desta forma, comparando-se o conteúdo de cinzas, acredita-se que o aumento de minerais no produto se deu devido a adição dos demais ingredientes que possuem esses compostos. Os valores De acordo com a

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), ovos de galinha, inteiros e crus contêm em torno de 0,8% de cinzas, valor próximo ao mencionado por Zambiasi (2010), que é de 1%.

O conteúdo de fibras presente nos alimentos é de interesse do consumidor quando este deseja ter uma alimentação balanceada e saudável, tendo em vista que as fibras apresentam papel importante no funcionamento do intestino, além de atuar na redução da absorção de lipídeos e redução de hiperglicemia (SANTOS, 2013).

Seguindo ainda a legislação RDC nº54 de 2012 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, que possui regulamento técnico sobre informação nutricional complementar (Declarações de Propriedades Nutricionais) quanto ao conteúdo de fibras de um produto, para ser considerado alto conteúdo de fibra, o produto deve conter 6g 100g⁻¹, o bolo tipo *muffin* possui 3,4 vezes mais fibras, podendo ser considerado um produto rico em fibra, o qual possui vários benefícios como já citados anteriormente.

Com a composição proximal é possível avaliar qual a porção indicada para o consumo dos *muffins*. Para isto o foram seguidas as instruções obtidas do manual de orientação às indústrias de alimentos (BRASIL, 2005), enquadrando o produto em seu nível (produtos de panificação), e identificado o valor energético médio por porção do produto (150 kcal = 630 kJ) e assim elaboradas as Tabelas nutricionais dos *muffins*. Os valores de gorduras saturadas e sódio foram obtidos por cálculo sendo utilizados os valores de referência dos ingredientes utilizados.

Tabela 8 – Rotulagem nutricional de *muffin* de trigo

	Informações nutricionais	
	Porção 45g (1 Unidade)	
	Quantidade por porção	%VD (*)
Valor energético (Kcal/KJ)	133/559	6,7
Carboidratos (g)	22,2	7,4
Proteínas (g)	3,5	4,7
Gorduras totais (g)	3,4	6,1
Gorduras saturadas (g)	0,6	2,8
Gorduras trans (g)	0,2	**
Fibra alimentar (g)	1,0	4,0
Sódio (mg)	126,1	5,3

* %Valores diários de referência com base em uma dieta de 2.000 Kcal ou 8.400 KJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

** VD não estabelecido.

Tabela 9 - Rotulagem nutricional de *muffin* de milho

Informações nutricionais		
Porção 45g (1 Unidade)		
	Quantidade por porção	%VD (*)
Valor energético (Kcal/KJ)	134/564	6,7
Carboidratos (g)	22,8	7,6
Proteínas (g)	3,1	4,1
Gorduras totais (g)	3,4	6,2
Gorduras saturadas (g)	0,6	2,9
Gorduras trans (g)	0,2	**
Fibra alimentar (g)	1,5	6,0
Sódio (mg)	133,1	5,5

* %Valores diários de referência com base em uma dieta de 2.000 Kcal ou 8.400 KJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

** VD não estabelecido.

Quanto à digestibilidade, observou-se que não houve diferença estatística entre as amostras, porém se confrontadas às utilizadas como matéria prima para o preparo dos *muffins*, percebe-se uma rápida diminuição de digestibilidade, podendo este fato estar relacionado a complexação das proteínas com outros constituintes como amido ou gordura (PAREYT; DELCOUR, 2008). Gularte et al. (2011) encontraram digestibilidade proteica de 76 a 79,1% na elaboração de bolos sem glúten adicionados de diferentes leguminosas como feijão, ervilha, lentilha e grão de bico, com o objetivo de enriquecimento proteico destes produtos. SAGUM e ARCOT (2000) descrevem que o processamento de alimentos e uso do calor influencia a digestibilidade de proteínas de maneiras diferentes. Uma forma seria com a modificação da estrutura terciária e secundária ("desnaturação") da proteína, aumentando assim sua digestibilidade. A outra forma seria a alteração das cadeias laterais dos aminoácidos, o que retardaria a ação de certas enzimas digestivas, formando ligações cruzadas dentro ou entre as moléculas e assim diminuindo a digestibilidade da molécula inteira da proteína.

De fato, os tratamentos térmicos têm influências benéficas e adversas sobre a digestibilidade da proteína. Efeitos benéficos incluem a inativação de inibidores de enzimas digestivas e o desdobramento induzido pelo calor nas proteínas, enquanto que a agregação de proteínas desnaturadas é um dos principais efeitos adversos (TANG et al., 2009).

5.3.2 Perfil colorimétrico dos *muffins*

Na Tabela 10 estão apresentados os resultados de L*, a* e b* da análise de acompanhamento colorimétrico dos *muffins*. Os eixos L*, a* e b* indicam variações de cor do preto ao branco, do verde ao vermelho e do azul ao amarelo, respectivamente.

Tabela 10 – Perfil colorimétrico dos *muffins*

Amostra	
	Valor L*
<i>Muffin</i> milho crosta	62,1 ± 2,7 ns
<i>Muffin</i> trigo crosta	67,7 ± 2,3 ns
<i>Muffin</i> milho miolo	66,1 ± 6,3 ns
<i>Muffin</i> trigo miolo	67,1 ± 5,6 ns
	Valor a*
<i>Muffin</i> milho crosta	7,6 ± 1,7 ns
<i>Muffin</i> trigo crosta	4,4 ± 0,7 ns
<i>Muffin</i> milho miolo	-0,2 ± 2,5 ns
<i>Muffin</i> trigo miolo	-0,5 ± 0,5 ns
	Valor b*
<i>Muffin</i> milho crosta	37,9 ± 1,4
<i>Muffin</i> trigo crosta	33,1 ± 1,0
<i>Muffin</i> milho miolo	23,0 ± 2,5
<i>Muffin</i> trigo miolo	19,9 ± 1,1

*Médias aritméticas simples (n=10) ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de T (p≤0,05) ns= não significativo.



Figura 5. *Muffins* pós forneamento

Fonte: própria autora (2021).

Observando a tabela 10 e a figura 5 verifica-se que os valores de L^* não se diferiram entre si, o que é um atributo positivo já que o milho BRS 015 farináceo branco possibilitou um aspecto claro para o *muffin* o que se espera em produtos que possuem trigo. Compradores que não consomem glúten buscam por produtos que sejam mais próximos aos produtos que possuem glúten.

Para os valores de a^* , houve pouca variabilidade entre as partes do *muffin* considerando que a variação deste parâmetro vai de -60 a $+60$. Valores positivos de a^* indicam tendência à coloração vermelha, nota-se que a superfície do *muffin* possui maior valor de a^* , ou seja, sua intensidade para o vermelho foi mais acentuada que as demais partes.

Na coordenada b^* pode-se constatar que as partes dos *muffins* se diferiram entre si, apresentando uma coloração mais amarelada, visto que seus valores foram positivos.

Este efeito é devido pela possível maior dispersão desses *muffins* e pelo óleo liberado durante os processos de panificação, o que poderia produzir uma maior concentração de açúcares, levando a um fenômeno de caramelização mais intenso, com a produção de polímeros marrons, que contribuem para a coloração da superfície dos *muffins*, fato este também observado neste estudo. Outro fator que tende a contribuir para a formação de compostos mais escuros é a presença de proteínas que podem favorecer as reações de Maillard e, portanto, gerar compostos escuros. (MANCEBO et al., 2015).

5.3.3 Análises físicas

Tabela 11- Análises físicas dos *muffins*

Amostras	Determinações	Média ± Desvio padrão
	Espessura antes forneamento (cm)	
<i>Muffin</i> milho		4,2 ± 0,1 ns
<i>Muffin</i> trigo		4,3 ± 0,2 ns
	Diâmetro antes forneamento (cm)	
<i>Muffin</i> milho		4,3 ± 0,1
<i>Muffin</i> trigo		4,6 ± 0,1
	Espessura pós forneamento (cm)	
<i>Muffin</i> milho		4,4 ± 0,1 ns
<i>Muffin</i> trigo		4,6 ± 0,1 ns
	Diâmetro pós forneamento (cm)	
<i>Muffin</i> milho		4,4 ± 0,1
<i>Muffin</i> trigo		4,8 ± 0,1
	Massa antes forneamento (g)	
<i>Muffin</i> milho		50,5 ± 0,2 ns
<i>Muffin</i> trigo		50,3 ± 0,4 ns
	Massa pós forneamento (g)	
<i>Muffin</i> milho		45,6 ± 0,4 ns
<i>Muffin</i> trigo		45,0 ± 0,2 ns

*Médias aritméticas simples (n=3) ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de T (p≤0,05) ns = não significativo.

As características de diâmetro apresentam diferença entre as formulações elaboradas com farinhas de trigo e milho BRS 015 farináceo branco, sendo os *muffins* com farinha de trigo os que apresentaram maiores valores das características de diâmetro. No quesito espessura e peso das massas não foram observadas diferenças entre os *muffins*.

Após o forneamento, os *muffins* perderam um pouco de massa devido à perda de umidade com o aquecimento, como foi possível observar na Tabela 11.

Sabe-se que produtos de panificação elaborados sem glúten estão relacionados a produtos de baixo volume devido à ausência das proteínas do glúten.

Para a produção de bolos as proteínas presentes nos ovos, feijão branco e milho BRS 015 farináceo branco são suficientes para se ter a estrutura desejada. Uma emulsão estável juntamente com uma alta quantidade de bolhas de ar incorporadas pelo batimento e a liberação de CO₂ resultante das reações do fermento químico são suficientes para se obter bolos de qualidade e com volumes satisfatórios.

5.3.4 Perfil de textura dos *muffins*

Um mapa de calor fornece visualização intuitiva de uma tabela de dados. Cada célula colorida no mapa corresponde a um valor de concentração, com amostras em linhas e compostos em colunas, resultantes das análises de significância ($p < 0,05$) e escore VIP (Importância da Variável na Projeção). É possível identificar amostras e/ou atributos que são altos e/ou baixos em concentração conforme aumenta o escore VIP. O perfil textuométrico das amostras dos *muffins* está representado pela Figura 6.

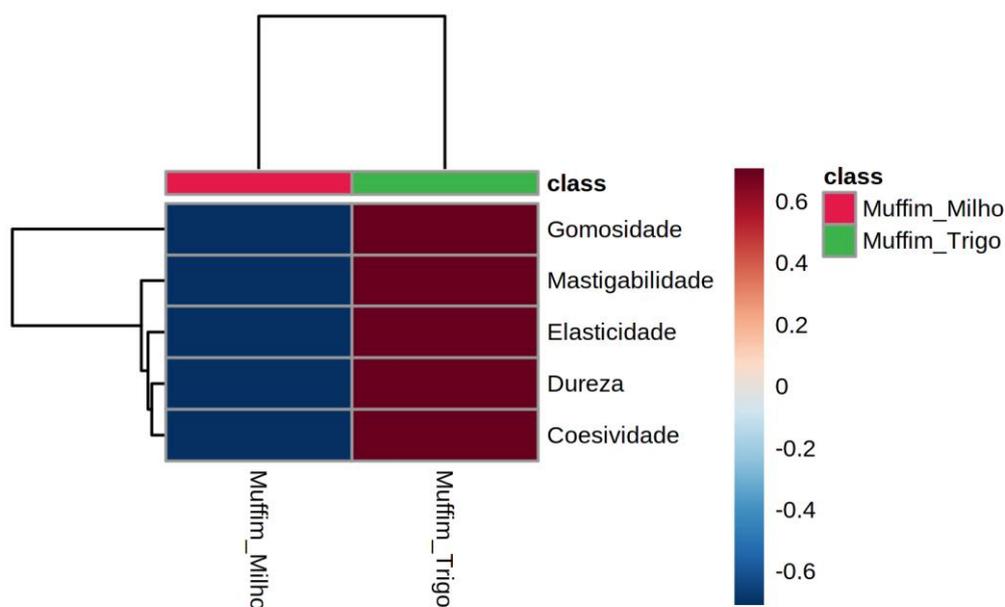


Figura 6. Mapa de calor relacionado ao perfil textuométrico das amostras dos *muffins*.

Ao observar a figura 6 nota-se que a mesma apresentou exatamente duas cores diferentes, ou seja, as duas amostras se diferiram e os maiores valores foram para o *muffin* de trigo. Esse comportamento também pode ser verificado na Tabela 12, que demonstra o perfil texturométrico das amostras, com diferença significativa ($p < 0,05$) para todos os parâmetros.

Tabela 12- Perfil texturométrico das amostras dos *muffins*

Variável	Amostra	Média ± DesvPad
Dureza (N)	Milho	1,6 ± 0,5
	Trigo	5,6 ± 0,9
Elasticidade (m.m)	Milho	0,2 ± 0,0
	Trigo	0,4 ± 0,1
Coesividade	Milho	0,1 ± 0,0
	Trigo	0,3 ± 0,0
Gomosidade (N)	Milho	1,4 ± 0,0
	Trigo	1,6 ± 0,0
Mastigabilidade (N.mm-1)	Milho	2,9 ± 0,4
	Trigo	6,0 ± 0,4

Médias aritméticas simples (n=10) ± desvio padrão. Anova $p < 0,05$.

Para Chevanan et al. (2006), a dureza é a força para promover uma deformação, ou seja, força necessária para uma pré-deformação. O menor valor foi observado para o *muffin* de milho, sugerindo que esta seja a menos dura entre as amostras. Esta característica está relacionada com a capacidade de absorção de água pelas fibras pertencentes às farinhas, as quais possibilitam o desenvolvimento de uma massa homogênea e com melhor volume.

A taxa em que uma amostra deformada retorna ao seu tamanho e forma original no período de tempo de cinco segundos até que ocorra a segunda deformação, é denominado elasticidade. As amostras apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). O *muffin* de trigo obteve o maior valor. Valores elevados de elasticidade são preferidos porque estão relacionados com a qualidade e elasticidade do pão.

A coesividade é definida pela razão da área de força positiva durante a segunda compactação em relação à primeira, ou seja, é a razão da área da segunda mordida em relação à primeira mordida, indicando a tendência das partículas a manter-se unidas (CHEVANAN et al., 2006). Valores baixos de coesividade caracterizam bolos de difícil manipulação e fatiamento porque esfarelam com facilidade. O valor de coesividade encontrado foi 0,1 no *muffin* de milho, e 0,3, na formulação que contenha farinha de trigo, a coesividade pode oscilar entre 0,4 a 0,7, como foi observado em Moscatto et al (2004) e Esteller et al (2006). A coesividade é um dos fatores de destaque para esse milho, pois as farinhas obtidas com milho amarelo não conferem uma coesividade satisfatória para produtos de panificação.

Szczesniak (2002), definem gomosidade como a energia requerida para desintegrar um alimento até estar pronto para a deglutição. O *muffin* de milho apresentou menor gomosidade.

A mastigabilidade é descrita como a energia requerida para mastigar uma amostra (velocidade constante) e reduzi-la a consistência adequada até sua homogeneidade para engolir (BERTOLINO et al., 2011).

Segundo Esteller et al (2004) a mastigabilidade é um parâmetro de textura facilmente correlacionado com análise sensorial através de julgadores treinados. Amostras com maior teor de fibras ou ressecadas necessitam de maior salivagem e número maior de mastigações antes da deglutição. O enrijecimento de massas provoca maior necessidade de trabalho mecânico e movimentação da boca. Conforme os resultados obtidos, uma mastigabilidade de 2,9 N.mm⁻¹ no *muffin* de milho e 6,0 N.mm⁻¹ no *muffin* de trigo, ficam abaixo do resultado encontrado por Caruso (2012) que testou diversas formulações de bolos isentos de glúten encontrando valores de 13 a 19 N.mm⁻¹.

5.3.5 Análise sensorial

5.3.5.1 Associação de palavras

A percepção do consumidor sobre alimentos específicos pode ser avaliada por meio do método de associação de palavras, que vem ganhando popularidade e tem sido usado para entender as percepções dos consumidores sobre os produtos.

As palavras geradas na análise mostram como os consumidores fazem suas escolhas, contribuindo assim para uma exploração efetiva de suas escolhas e percepções (ELDESOUKY, PULIDO & MESIAS, 2015).

O estudo obteve 556 palavras que foram classificadas em seis dimensões e em categorias relacionadas às palavras de maior expressão. Na Tabela 13 estão expressas a frequência de menção das dimensões e categorias.

Tabela 13 - Frequência de menções das palavras citadas e suas respectivas dimensões e categorias

Categorias	Frequência (%)
Características sensoriais	33,09
Atitudes hedônicas	23,35
Associação com outros alimentos	20,53
Consumo (consumidor, processos industriais, caseiro)	9,35
Característica não sensorial	8,63
Saúde/nutrição	5,03

A dimensão relacionada às “características sensoriais” foi a mais citada pelos participantes da análise, palavras relacionadas à aparência, textura e características dos *muffins* foram as mais citadas quanto a imagem do produto. Estes atributos são os que mais interferem no produto final, visto que a ausência de glúten tem impacto direto nas características de miolo, crosta e volume (MERHDAD et al., 2014).

A segunda dimensão mais citada foi ‘atitudes hedônicas’ assim, os aspectos positivos mencionados, palavras como gostoso, bonito, delicioso, e saboroso provam que com a utilização do milho BRS 015 farináceo branco se obtém produtos de panificação sem glúten e lactose de boa qualidade, o que era esperado neste produto. Já os aspectos negativos obtiveram palavras como estranho, seco, feio e duro podem estar relacionados ao baixo consumo de produtos elaborados com farinha de milho.

A terceira dimensão corresponde a “Associação com outros alimentos” que teve palavras citadas como bolinho de arroz, bolinho inglês, pão e farinha.

A quarta dimensão corresponde a palavras em relação ao “consumo (consumidor, processos industriais, caseiro)” como sobremesa, caseiro, prático e café.

Na dimensão “saúde/nutrição” os atributos mencionados foram relacionados a produtos saudáveis dentre as palavras que surgiram estão

saudável, sem glúten e integral. As mudanças no processamento e a crescente exigência do consumidor por alimentos que apresentem, além da alta qualidade sensorial e nutricional, benefícios associados à saúde, fazem surgir à necessidade de novos ingredientes que possam atender a estas exigências do mercado.

A análise de componentes principais realizada na matriz de correlação dos escores médios das dimensões avaliadas pelos participantes da análise de associação de palavras está representada na Figura 7. O fator F1 foi responsável por 19,02% das variações e o fator F2 por 17,64%.

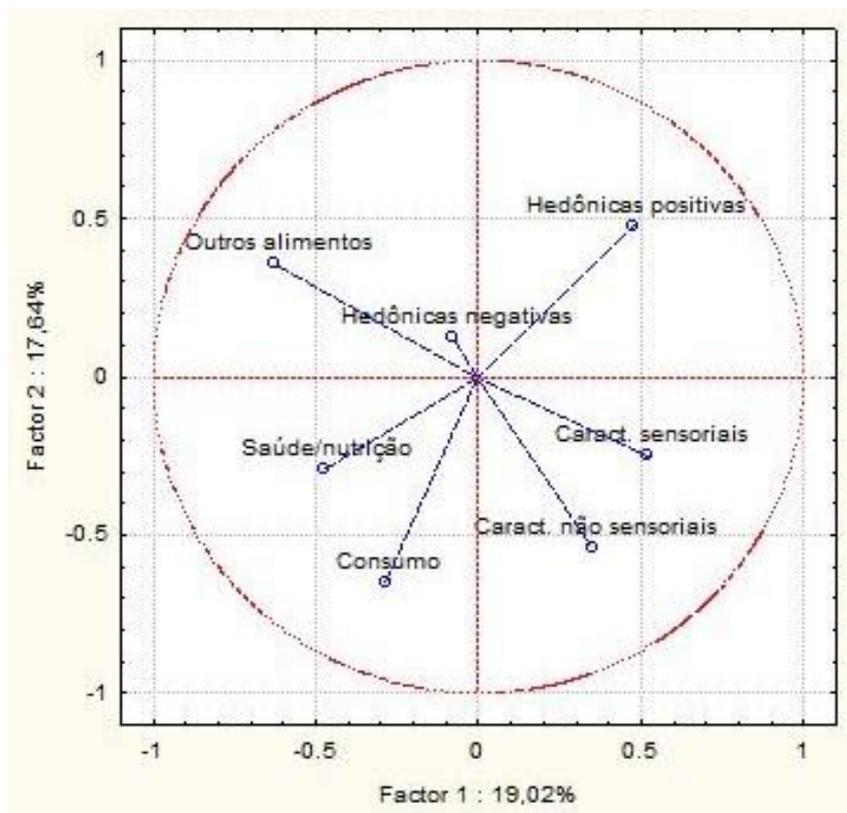


Figura 7. Análise de componentes principais realizada na matriz de covariância dos escores das dimensões.

A partir do gráfico de dispersão pode-se observar a relação das dimensões categorizadas por meio da associação de palavras. Observa-se que as atitudes hedônicas positivas foram relevantes, pois estão posicionadas no quadrante positivo do gráfico. A dimensão “Outros alimentos” e “Atitudes hedônicas negativas” apresentaram correlação negativa com a dimensão “Atitudes hedônicas positivas”, demonstrando que o grupo de pessoas que não possuem impressões positivas de *muffins* está relacionado com o consumo de outros alimentos ou ingredientes que não conferem a características desejada.

Observa-se que o consumo de produtos de panificação sem glúten não está relacionado a características sensoriais ou a atitudes hedônicas (aspectos positivos e negativos), mas sim são procurados por pessoas que buscam/já consomem alimentos saudáveis ou dão preferência a produtos nutricionalmente melhores.

5.3.5.2 Questionário de atitude

O questionário de atitude é um instrumento de avaliação que possibilita conhecer a opinião de um grupo específico em relação a um produto ou serviço de interesse (HAIR et al., 2005). As questões utilizadas podem ser agrupadas em fatores a fim de se obter uma visão geral da pesquisa e identificar as questões mais representativas. A representação dessa análise foi realizada pelo método de rede, que é um método relativamente novo e promissor para modelar interações entre um grande número de variáveis.

A Análise Fatorial Exploratória (AFE) é uma técnica estatística que estuda correlações entre um grande número de variáveis agrupadas em fatores. Essa técnica permite a redução de dados, identificando as variáveis mais representativas ou criando um conjunto de variáveis, bem menor que o original, além de validar um instrumento de pesquisa (ÁVILA et al., 2020).

Os dados sociodemográficos indicaram predominância do gênero feminino (76,5 %) e faixa etária na maioria de 16 a 25 anos (44,7 %), seguindo de 26 a 35 anos (31,8 %). Quando questionados sobre o grau de escolaridade, os entrevistados declararam ter pós-graduação (31,8 %), ensino superior (43,5 %), ensino médio (22,4 %).

Após decomposição da matriz de correlação pelo método de principais fatores realizou-se a extração dos fatores. Por meio do critério de retenção de

fatores de Kaizer, se extraíram 13 fatores (perguntas do questionário), dos quais apenas dois foram retidos (aqueles que apresentaram seus autovalores maiores que 1, a partir das variáveis observadas). Os dois fatores retidos foram responsáveis por explicar 86,91% da variância total comum das variáveis observáveis do questionário.

O teste KMO demonstrou boa adequação da amostra para a análise fatorial (KMO = 0,91) e o teste Alfa de Cronbach com valor de 0,79 indicando que o modelo apresentou boa consistência interna.

O teste KMO foi usado para medir a adequação da amostragem e determinar a ocorrência de correlação entre as variáveis, sendo que a maior parte dos coeficientes de correlação devem apresentar valores acima de 0,30. O Alfa de Cronbach indica que as variáveis eram válidas e confiáveis para continuar com as análises posteriores. O valor mínimo aceitável para o alfa é 0,70, onde valores entre $0,75 < \alpha \leq 0,90$ são considerados com uma alta confiabilidade dos dados.

Após a análise fatorial, 11 questões foram consideradas com correlações fortes e foram divididas em 2 fatores (Figura 7). Segundo Hongyu (2018) a intensidade da correlação entre os itens de um questionário pode ser verificada eliminando-se alguma questão. A escolha do número de fatores é uma das tarefas mais importantes da Análise Fatorial. Se o pesquisador opta por um número muito reduzido, não é possível identificar estruturas importantes existentes nos dados; por outro lado, se o número é excessivo, ele pode vir a ter problemas de interpretação dos fatores.

Verificou-se que o grupo 1 reuniu questões relacionadas a produtos derivados de milho tradicional (coloração amarela), qualidade, consumo de *muffins*, intenção e motivação de compra, sendo que, os atributos de maior relevância para os consumidores, é a aparência externa, interna, a textura e cor, com frequências de resposta acima de 44%. E baseado apenas na imagem oferecida aos participantes (Figura 4), 43,5 % responderam que talvez comprariam o *muffin* elaborado com farinha de milho.

No grupo 2 houve a relação entre as questões sociodemográficas, doenças crônicas, hábitos alimentares e o consumo da nova cultivar de milho BRS 015 farináceo branco.

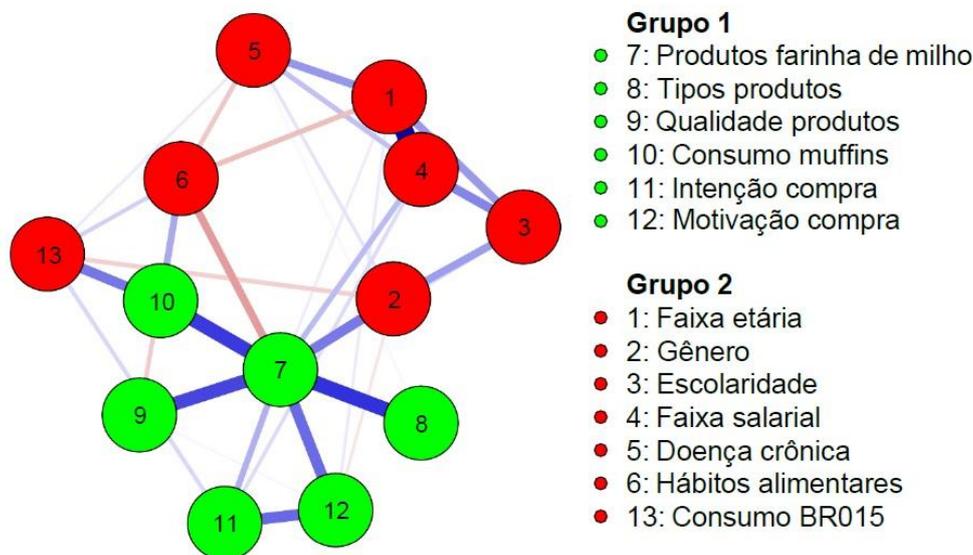


Figura 8. Diagrama de caminhos gerado pela análise fatorial exploratória, indicando os fatores gerados e a relação das questões sobre o consumo e comércio de bolos e seus produtos.

Observando o gráfico de rede, as conexões vermelhas representam correlações negativas e conexões azuis demonstram correlações positivas, sendo que a intensidade dessas correlações corresponde ao tracejado mais espesso.

As pessoas que possuem doenças crônicas e com hábitos alimentares diversos não consomem produtos derivados de milho. Isso se vê analisando o grupo 2 que foi dividido em faixa etária, gênero, escolaridade, faixa salarial, doenças crônicas, hábitos alimentares e consumo do milho BRS 015 farináceo branco.

Já no grupo 1, a questão 7 está relacionada a produtos com farinha de milho, ou seja, o grupo 2 demonstra que pessoas que possuem doença crônica e consequentemente hábitos alimentares diversos (o que incluía alimentos sem glúten, sem lactose, sem açúcar, sem gorduras, veganos e vegetarianos), não consomem produtos de farinha de milho (linha vermelha no gráfico). E esses hábitos são fortemente correlacionados com a faixa etária, faixa salarial e escolaridade.

Ao analisar a figura pode-se indicar que possivelmente os consumidores comprariam produtos com o milho BRS 015 farináceo branco, caso aja mais

acesso e informações desse produto, assim este produto pode ser um diferencial e bastante consumido ao contrário dos produtos de milho tradicionais. Com isso, podemos sugerir que o marketing deva acontecer de forma a estabelecer uma conversa informal com o consumidor, levando em consideração as questões sociodemográficas e os atributos sensoriais de maior relevância.

5.3.5.3 Análise Temporal das Sensações

A análise temporal das sensações é representada na Figura 1 em que cada curva representa a dominância (Dominance Rate) de um determinado atributo com o decorrer do tempo. Um atributo é considerado significativamente dominante quando a curva correspondente está acima do limite de significância visível (tracejado Sig. Level) em cada gráfico. A linha de chance (Chance) é a taxa de dominância que um atributo pode ter ao acaso.

As Figuras 9 e 10 representam a análise de dominância temporal das sensações, para os muffins elaborados com farinha de trigo e farinha de milho BRS 015 respectivamente.

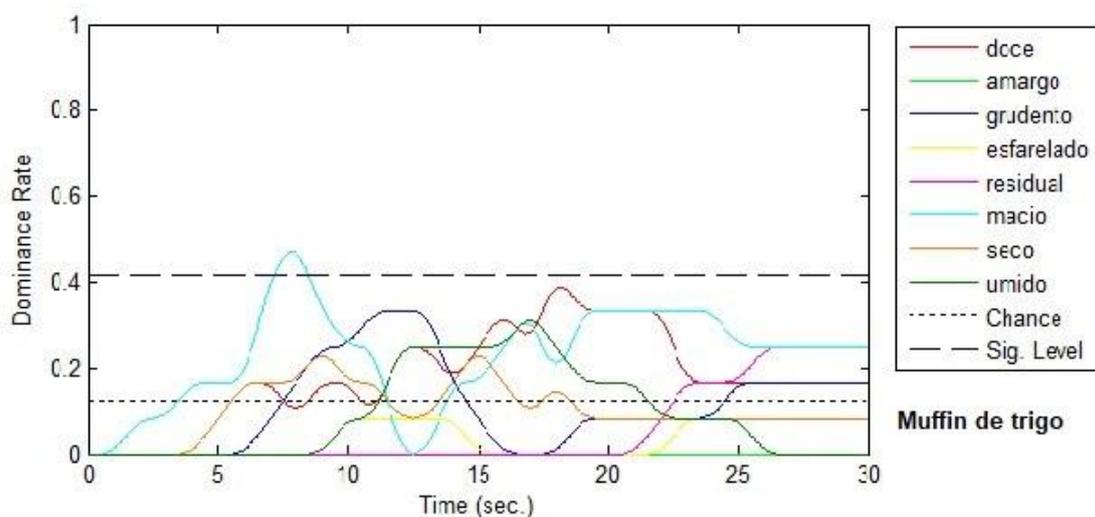


Figura 9. Dominância Temporal das Sensações do *muffin* formulado com farinha de trigo.

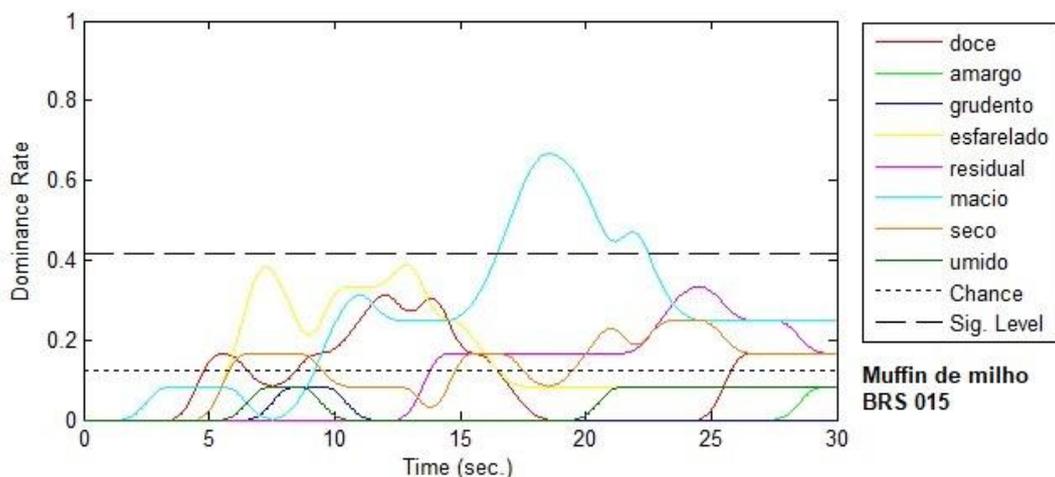


Figura 10. Dominância Temporal das Sensações do *muffin* formulado com milho BRS 015 farináceo branco.

Constata-se que, o atributo mais dominante foi a “maciez”, com taxas de dominância de 0,42 para o *muffin* de trigo e 0,70 para o *muffin* de milho. O tempo de dominância, também foi igualmente maior no *muffin* de milho, com duração de 8 segundos contra 2,5 segundos para o de trigo.

Esse comportamento pode ser explicado pela qualidade das características intrínsecas desse milho. Essa variedade fornece uma farinha de mais fina durante a moagem, do que as obtidas a partir de variedades tradicionais de milho. O melhor desempenho na moagem em comparação a essas variedades também pode resultar em rendimento de extração de amido de 40%, o que ajuda a dar estrutura e deixar as massas mais macias.

Esse milho possui um endosperma mais mole, conseqüentemente, mais facilmente ele é triturado e que, portanto, produz mais farinha, sendo menos arenoso em textura. Além disso, o material tem mais facilidade de cocção, com gel mais viscoso após o resfriamento o que confere produtos com melhor coesão das partículas e maciez por mais tempo.

6 CONCLUSÕES

Conclui-se que, o estudo das propriedades físico químicas, tecnológicas e sensoriais da farinha obtida do milho BRS 015 farináceo branco, contribuiu para a elaboração de um *muffin*, com boas características, sendo fonte de proteínas e rico em fibras. O *muffin* obteve resultados positivos em relação à textura e a manutenção de seus compostos nutritivos, assim como, a atributos

sensoriais pertinentes a esse tipo de produto. Neste sentido, além de possibilitar a formulação um produto alimentício que atende as necessidades específicas, essa farinha pode se tornar uma alternativa mercadológica de agregação de valor para a agricultura familiar, e de novos produtos de panificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10^a. ed. Saint Paul: AACC, 2000.

ABIMAPI - Associação brasileira das indústrias de biscoitos, massas alimentícias e pães & bolos industrializados – **Estatísticas mercado nacional** – Pães e bolos. Disponível em: www.abimapi.com.br/estatisticapaes-ebolos.php. Acesso em: agosto 2020.

AHVENAINEN, R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*, v.7, n.6, p.179-187, 1996

ALVIM, I.D.; SGARBIERI, V.C.; CHANG, Y. K. Desenvolvimento de farinhas mistas extrusadas à base de farinha de milho, derivados de levedura e caseína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.2, p.170-176, 2002.

ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN JUNIOR, L. Gelatinization of Corn Grits by Roll-and Extrusion-Cooking. **Cereal Science Today**, v. 14, n 1, p. 4-11, 1969.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official methods of Analysis.18 ed. Washington DC US, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14141**: escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1998.

ACELBRA - Associação dos Celíacos do Brasil. **Listas de alimentos**. 2004. Disponível em: www.acebra.org.br/2004/alimentos.php. Acesso em: julho 2020.

ARES, G.; BARREIRO, C., DELIZA, R.; GIMÉNEZ, A.; GÁMBARO, A. Application of a check-all-that-apply question to the development of chocolate Milk desserts. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, n. 1, p. 67-86, 2010.

ARES, G.; ANTÚNEZ, L.; GIMÉNEZ, A.; ROIGARD, C. M.; PINEAU, B.; HUNTER, D. C.; JAEGER, S. R. Further investigations into the reproducibility of check-all-thatapply (CATA) questions for sensory product characterization elicited by consumers. **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 111-121, 2014.

ÁVILA, B. P., BRAGANCA, G. C. M., ROCKENBACH, R., ALVES, G. D., MONKS, J., GULARTE, M. A., ELIAS, M. C. Physical and sensory characteristics of cake prepared with six whole-grain flours. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 11, n. 3, p. 1486–1492, 2017.

ÁVILA, B. P.; PEREIRA, A. M.; RAMOS, A. H.; ANTUNES, I. F.; EICHOLZ, E. D.; GULARTE, M. A. Atividade antioxidante e aceitação sensorial de bolos elaborados com milho orgânico. VI Congresso Internacional de Agropecuária Sustentável. **Anais...** Viçosa, 2018.

ÁVILA, B. P.; CARDOZO, L. O.; ALVES, G. D.; GULARTE, M. A.; MONKS, J.; ELIAS, M. C. Consumers' sensory perception of food attributes: Identifying the ideal formulation of gluten- and lactose-free brownie using sensory methodologies. **Journal of Food Science**, v. 84 (12), p. 3707-3716, 2019.

ÁVILA, B. P.; ROSA, P. P.; FERNANDES, T. A.; CHESINI, R. G.; SEDREZ, P. A.; OLVEIRA, A. P. T. Analysis of the perception and behaviour of consumers regarding probiotic dairy products, *International Dairy Journal*, v. 106, p. 104703, 2020.

BARAMPAMA, Z.; SIMARD, R. E. Effects of soaking, cooking and fermentation on composition, in-vitro starch digestibility and nutritive value of common beans. **Plant Foods for Human Nutrition.**, Alemanha, v. 48, n. 4, p. 349-365, 1995

BARBOSA, C. R., ANDREAZZI, M. A. Intolerância à Lactose e suas consequências no metabolismo do cálcio. *Revista Saúde e Pesquisa*. Maringá, v. 4 n. 1, p. 81-86, jan./abr., 2011.

BARROS, N. V. A. Influencia do cozimento na composição centesimal, minerais, compostos bioativos e atividade antioxidante de cultivares de feijão-caupi. 2014. 90f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) Universidade Federal do Piauí, Piauí. 2014.

BENASSI, V. T.; WATANABE, E.; LOBO, A. R. Produtos de panificação com conteúdo calórico reduzido. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 19, n. 2, p. 225-242, 2001.

BENDER, A. B. B. **Fibra alimentar a partir de casca de uva: desenvolvimento e incorporação em bolos tipo muffins**. 2015. 132 f. 35 Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

BERTOLINO, M.; DOLCI, P.; GIORDANO, M.; ROLLE, L.; ZEPPA, G. Evolution of chemico-physical characteristics during manufacture and ripening of

Castelmagno PDO cheese in wintertime. *Food Chemistry*, v. 129, p.1001–1011, 2011.

BOAS PRÁTICAS. 53 milhões de brasileiros com idade superior a 16 anos sofrem com problemas de digestão de leite e derivados.

BOURNE, M.C.A. Classification of objective methods for measuring texture and consistency of foods. *Journal Food Science*, v.31, p.1011-1022, 1978.

BRASIL. **Resolução RDC nº 40, de 08 de fevereiro de 2002**. Regulamento Técnico para Rotulagem de Alimentos e Bebidas Embalados que contenham glúten. Diário Oficial da União, Brasília, 13 de fevereiro de 2002.

BRASIL, **Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003**. ANVISA. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, D.O.U. - Diário Oficial da União de 26 de dezembro de 2003.

BRASIL, **Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005**. ANVISA. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, D.O.U. - Diário Oficial da União; de 23 de setembro de 2005.

BRASIL. **Resolução RDC n.º26, de 02 de julho de 2015**. Dispõe sobre os requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias alimentares. Diário Oficial da União, Brasília, 03 de julho de 2015.

BRASIL, **Resolução RDC nº 54** de 12/11/2012. ANVISA. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar, D.O.U. - Diário Oficial da União, 13 de novembro de 2012.

BRESSANI, R. Grain quality of common beans. *Food Reviews International*, Inglaterra, v. 9, p. 237-297, 1993.

CAUVAIN, Stanley P. **Bread - the Product**. In: CAUVAIN, Stanley P.; YOUNG, Linda S. *Technology of Breadmaking*. 2. ed. Nova Iorque: Springer, 2007. Cap. 1. p. 1-19.

CAMPOS-VEGA, R.; LOARCA-PIÑA, G.; OOMAH, B. D. Minor components of pulses and their potential impact on human health. *Food Research International*, v. 43, n. 2, p. 461–482, 2010.

CARUSO, Valeria Remonde. Mistura para o preparo de bolo sem glúten. 2012. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia Mauá, Instituto Mauá de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos, São Caetano do Sul, São Paulo, 2012.

CARVALHO, K. H., BOZATSKI, L. C., SCORSIN, M., NOVELLO, D., PEREZ, E., DALLA SANTA, H. S., SCORSIN, G., BATISTA, M. G. Cupcake adicionado de farinha de casca de banana. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 23, n. 3, p. 475-481, jul/set. 2012.

CASSIDY, A. Physiological effects of phyto-oestrogens in relation to cancer and other human health risks. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 55, p. 399-417, 1996.

CASTELLANOS, J.Z.; GUZMAN-MALDONADO, H.; ACOSTA-GALLEGOS, J.A.; KELLY, J.D. Effects of hardshell character on cooking time of common beans grown in the seiarid highlands of Mexico. **Journal of the Science Food and Agriculture**, London, v.69, n.4, p.437-443, 1995.

CÉSAR G., et al. **Elaboração de pão sem glúten**. Revista Ceres, Universidade Federal de Viçosa, MG; 2006.

CHANG, Y.K.; MARTÍNEZ-FLORES, H.E.; MARTÍNEZ- BUSTOS, F.; SGARBIERI, V. C. Effect of extruded products made with cassava starch blended with oat fiber and resistant starch on the hypocholesterolemic properties as evaluated in hamsters. **Nutraceuticals and Food**, v.7, p.133-138, 2002

CHEVANAN, N.; MUTHUKUMARAPPAN, K.; UPRETI, P.; METZGER, L. E. Effect of calcium and phosphorus, residual lactose and salt-to-moisture ratio on textural properties of cheddar cheese during ripening. *Journal of Texture Studies*, v. 37, p. 711-730, 2006.

CHIARADIA, A.C.N.; GOMES, J.C. **Feijão: química, nutrição e tecnologia**. VIÇOSA: Fundação Arthur Bernades, 180p. 1997.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2016/2017. Disponível em: . Acesso em: 09 dezembro, 2017.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Acomp. safra bras. grãos, v. 7 Safra 2019/20 - Terceiro 36 levantamento, Brasília, p. 1-24 Dezembro de 2019. Disponível em: www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos.

CONTINI, G. K. (2020). **Utilização de farinha integral de centeio e farinha integral de feijão para o desenvolvimento de muffins com alto valor nutricional**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2020.

COSTA, E.G.A.; MONICI, K. S. Q.; REIS, S. M. P. M.; OLIVEIRA, A. C. Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. **Food Chemistry**, v.94, p.327-330, 2006.

CRUZ, J. C.; KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; MARRIEL, I. E.; CRUZ, I.; DUARTE, J.O.; OLIVEIRA, M. F.; ALVARENGA, R. C. **Produção de milho orgânico na agricultura familiar**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 17 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 81).

DAMODARAN S. Food proteins: an overview. In: DAMODARAN, S.; PARAF, A. (Ed.). **Food proteins and their applications**. p.250, 1997

DELLA, G.; QUILLIEN, L.; GUEGUEN, J. Relationships between processing conditions and starch and protein modifications during extrusion-cooking of pea flour. **Jornal of the Science of Food Agriculture**., v. 64, n. 4, p. 509-517, 1994

DINIZ, M. C.; SILVA, C. L.; ARAGÃO, N. L. L.; MUNIZ, M. B.; FERREIRA, G. M.; OLIVEIRA, R. T. Caracterização química e tecnológica de 4 variedades de feijão macasar verde (*Vigna unguiculata* (L.) walp) comercializadas e consumidas no município de Campina Grande – PB. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 3, n. 1, p. 91-100, 2001.

DOMENE, S. M. A. **Técnica Dietética: Teoria e Aplicações**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011, 128p.

EICHOLZ, E. D. et al. **Produção de sementes e conservação de variedades de milho de polinização aberta e crioulos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017. 36 p.

EDWARDS, W. P. **The Science of Bakery Products**. Cambridge: Royal Society Of Chemistry, 2007. 274 p.

EI-DESOUKY, A.; PULIDO, F. & MESSIAS, F. J. The role of packaging and presentation format in consumers' preferences for food: An application of projective techniques. *Journal of Sensory Studies*, v. 30, p. 360-369, 2015.

ELIA, F.M.; HOSFIELD, G.L.; KELLY, J.D.; UEBERSAX, M.A. Genetic analysis and interrelationships between traits for cooking time, water absorption, and protein and 110 tannin content of Andean dry beans. **Journal American Society Horticulture Science**, v.122, n.4, p.512-518, 1997.

EL-REFAI, A. A.; HARRAS, H. M.; EL-NEMR, K. M.; NOAMAN, M. A. Chemical and technological studies on faba bean seeds. I. Effect of storage on some physical and chemical properties. **Food Chemistry**, v. 29, p. 27-39, 1988.

EMBRAPA, Alternativas para diversificação da agricultura familiar de base ecológica – 2018.

EMBRAPA. **Alternativa ao trigo para produção de farinha e panificação sem glúten. Boletim Técnico**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2019. Disponível em: www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1111674/1/FOLDERMilhoFarinaceoBrancoa4.pdf. Acesso em: out. 2020.

ESTELLER, M.S.; JÚNIOR, O.Z.; LANNES, S.C.S. Bolo de chocolate produzido com pó de cupuaçu e kefir. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.42, n.3, p.447-454, 2006.

FALLAVENA, L. P. **O perfil do consumidor de produtos sem glúten: necessidade ou modismo?** 2015. 91f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel 83 em Engenharia de Alimentos)- Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

GALLAGHER, E.; GORMLLEY, T. R.; ARENT, E. K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends. Food Science Technology**. v. 15, p. 143-152, 2004.

GEORGE, D. & MALLERY, P. SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon, 2003.

GOFF, D. H.; REPI, N.; FABEK, H.; KHOURY, D.E.; GIDLEY, M. J. Dietary fibre for glycaemia control: Towards a mechanistic understanding. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, v.12, p. 6-12, 2017.

GOURSAUD, J. La leche de vaca: composición y propiedades fisico-químicas. In: LUQUET, F. M. Leche y productos lacteos: la leche de la mama a la lechería. Zaragoza: Acribia, 1991, v. 1, parte 1, cap. 1, p. 3-92.

GOYCOOLEA, F. et al. Efecto de los tratamientos caseros en la preparación de frijol pinto (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre el contenido de taninos y valor nutritivo de las proteínas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 40, n. 2, p. 263-274, 1990.

GUERRERO, L.; CLARET, A.; VERBEKE, W.; ENDERLI, G.; ZAKOWSKA-BIEMANS, S.; VANHONACKER, F.; HERSLETH, M. Perception of traditional food products in six 64 European regions using free word association. *Food Quality and Preference*, v. 21, p. 225–233, 2010.

GULARTE, M. A. Análise sensorial. Pelotas: Ed. Universitária, 2009. 66P.

GULARTE, M.A.; GÓMEZ, M.; ROSELL, C. M.; Impact of legume flours on quality and in vitro digestibility of starch and protein from gluten-free cakes. **Food Bioprocess Technology**, v. 5, p. 3142–3150, 2011.

GUTKOSKI, L. C.; DURIGON, A.; MAZZUTTI, S.; CEZARE, K.; COLLA, L. M.; Influência do tipo de farinha de trigo na elaboração de bolo tipo inglês. *Braz. J. Food Technol.*, Campinas, v. 14, n. 4, p. 275-282, out. /dez. 2011.

HALLEN, E.; IBANOGLU, S.; AINSWORTH, P. Effect of fermented/germinated cowpea flour addition on the rheological and baking properties of wheat flour. **Journal Food Engineering**, v. 63, p. 177-184, 2004.

Hayat, I.; Ahmad, A.; Masud, T.; Ahmed, A.; Bashir, S. Nutritional and health perspectives of beans (*Phaseolus vulgaris* L.): an overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Vol.54. Núm.5. 2014. p.580-92

HONGYU, K. Análise Fatorial Exploratória: resumo teórico, aplicação e interpretação. **E&S Engineering and Science**, v. 7, p. 88-98, 2018.

HSU, H. W. et al. Multienzyme technique for estimating protein digestibility. **Journal Food Science**, v. 42, n. 5, p. 1269- 1273, 1977.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4ª ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JEONG, D.; CHUNG, H.J. Physical, textural and sensory characteristics of legumebased gluten-free muffin enriched with waxy rice flour, *Food Science and Biotechnology*, 2018.

KOBLITZ, M.G.B. **Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. 301p.

LAJOLO, F. Alimentos funcionales en América Latina. **Alimentación Latinoamericana**, n.238, p.22-24, 2001.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. Sensory evaluation of food principles and practices. 1ed. Missouri: **Food Science**, Texte Series, 1998, 257p.

LEITE, N. D.; OLIVEIRA, D. S.; SANTOS, P. A.; EGEEA, M. B. Farinha de arroz e berinjela em massa alimentícia: propriedades químicas e físicas. *Segurança Alimentar e Nutricional*, v. 25, n. 1, p. 65-75, 2018

LORENZO-SEVA, U. & FERRANDO, P. J. Factor 9.2: A Comprehensive Program for Fitting Exploratory and Semiconfirmatory Factor Analysis and IRT Models. *Applied Psychological Measurement*, v. 37, p. 497-498, 2013.

LUSTOSA, B. H. B.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. Influência de parâmetros de extrusão na absorção e solubilidade em água de farinhas pré-cozidas de mandioca e caseína. *Alimentos e Nutrição*, v. 20, n. 2, p. 223-229, 2009.

MANCEBO, C. M.; PICÓN, J.; GÓMEZ, M. Effect of flour properties on the quality characteristics of gluten free sugar-snap cookies. **LWT - Food Science and Technology**, v. 64, p. 264-269, 2015.

MATHIUS, L. A., MONTANHOLI, C. H. S., OLIVEIRA, L. C. N., BERNARDES, D. N. D., PIRES, A., HERNANDEZ, F. M. O.; Aspectos atuais da intolerância à lactose. *Revista Odontológica de Araçatuba*, v. 37, n. 1, p. 46-52, jan./abr., 2016.

MATTAR, R., MAZO, D. F. C.; Intolerância à lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular. *Revista Associação Médica, São Paulo*. v. 56, n. 2, p. 230-236, 2010.

MATOS, M.E., SANZ, T., ROSELL, C.M. Establishing the function of proteins on the rheological and quality properties of rice based gluten free muffins. **Food Hydrocolloids**, v.35, p.150–158, 2014.

MATTSON, S. The cookability of yellow peas: a colloid chemical and biochemical study. *Acta Agriculturae Scandinavica.*, v. 2, n. 1, p. 185-231, 1950.

MARTÍNEZ-CERVERA, S. et al. Cocoa fibre and its application as a fat replacer in chocolate muffins. **LWT-Food Science and Technology**, v. 44, n. 3, p. 729-736, 2011.

MELO FILHO, A. B.; VASCONCELOS, M. A. S. **Química de alimentos**. Recife: UFRPE, 2011, 78p.

MOSCATTO, A. J.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, H. S.; HAULY, M. C. O. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 634-640, 2004.

MOWAT, A. M. **Coeliac disease—a meeting point for genetics, immunology, and protein chemistry**. *The Lancet*, [s.l.], v. 361, n. 9365, p.1290-1292, abr. 2003. Elsevier BV..

NASAR-ABBAS, S. M.; PLUMMER, J. A.; SIDDIQUE, K. H. M.; WHITE, P.; HARRIS, D.; DODS, K. Cooking quality of faba bean after storage at high temperature and the role of lignins and other phenolics in bean hardening. **LWT – Food Science and Technology**, v.41, p.1260 – 1267, 2008.

NCBI – **National Center For Biotechnology Information**. PubChem Compound Database; CID=17787981. Disponível em: www.pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/17787981. Acesso em: julho 2020.

NG, S. H.; ROBERT, S. D.; WAN AHMAD, W. A. N.; WAN ISHAK, W. R.; Incorporation of dietary fibre-rich oyster mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) powder improves postprandial glycaemic response by interfering with starch granule structure and starch digestibility of biscuit. **Food Chemistry**, v. 227, p. 358-368, 2017.

PAREYT, B.; DELCOUR, J. A. The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: a review on sugar-snap cookies. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, n. 9, p. 824-839, 2008.

PINEAU, N. et al. Temporal dominance of sensations: construction of the TDS curves and comparison with time-intensity. *Food Quality and Preference, Breaking*, v. 20, n. 3, p. 450-455, 2009.

PRAY, W.S. Lactose intolerance: the norm among the world's peoples. *American Journal of Pharmaceutical Education*, v. 64, p. 205-206, 2000.

PROCTOR, J.R.; WATTS, B.M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, Ottawa, v.20 n.1, p.9-14, 1987.

REYS-MORENO, C.; PAREDES-LÓPEZ O. Hard-to-cook Phenomenon in Common Beans – A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.33, p.227- 286, 1993

RIOS, A. O.; ABREU, S. M. P.; CÔRREA, A. D. Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 23, p. 39-45, 2003.

RIOS, R.V. **Efeitos da substituição de gordura vegetal hidrogenada nas propriedades estruturais de bolos**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, SP, 2014, 131f.

SAGUM, R.; ARCOT J. Effect of domestic processing methods on the starch, nonstarch polysaccharides and in vitro starch and protein digestibility of three varieties of rice with varying levels of amylose. **Food Chemistry**, v. 70, n. 1, p.107-111, 2000.

SANTOS, A. P.; GOMES, P. T. T.; ANTUNES, L. B. B.; RAMILO, V. M. P. ALMEIDA, J. M.; RIGO, M.; DALLA SANTA, O. R. Farinha de feijão (*Phaseolus vulgaris*): Caracterização Química e Aplicação em Torta de Legumes. *Revista Ciências Exatas e Naturais, Guarapuava*, v. 11, n. 2, Jul./Dez. 2009.

SANTOS, J.R. **Determinação do teor de fibra alimentar em produtos hortifrutícolas**. 63f. Dissertação (mestre em engenharia alimentar). Universidade de Lisboa, Lisboa, 2013. 63f

SATHE, S. K. Dry Bean Protein Functionality. **Critical Reviews Biotechnology**, v. 22, n. 2, p. 175-223, 2002

SEGURA, M. E. M.; SANZ, T.; FISZMAN, S.; ROSELL, C. M. **Development and quality of rice flour-based gluten-free muffins**. Caracas: Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 2014.

SILVA, V. M.; MINIM, V. P. R.; FERREIRA, M. A. M.; SOUZA, P. H. DE P.; MORAES, L. E. da S.; MINIM, L. A. Study of the perception of consumers in relation to different ice cream concepts. *Food Quality and Preference*, v. 36, p. 161–168, 2014.

Solé D, Silva LR, Rosário NA, Sarni ROS, Pastorino AC, Jacob CMA, et al. Consenso Brasileiro sobre Alergia Alimentar: 2007 - Documento conjunto da Associação Brasileira de Alergia e Imunopatologia e Sociedade Brasileira de Pediatria. *Rev Bras Alerg Imunopatol*. 2008;31:64-89.

SOUZA-BORGES, P.K.; SOKEI, F.R.; SPAGNOL, T.D.; CONTI-SILVA, A.C. **Características químicas, físicas e sensoriais de bolos de laranja e pães adicionados de inulina e oligofrutose**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2837-2846, nov./dez. 2013.

SGARBIERI, V.C.; PACHECO, M.T.B. Revisão: Alimentos funcionais fisiológicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.2, n.1,2, p.7-19, 1999.

SHEWRY, P. R. et al. **The structure and properties of gluten: an elastic protein from wheat grain**. Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences, [s.l.], v. 357, n. 1418, p.133-142, 28 fev. 2002. The Royal Society.

SZCZESNIAK, A.S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference** v.13, p.215-255, 2002.

TABNUT - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO. Escola Paulista de Medicina. Departamento de Informática em Saúde. Tabela de composição Química dos Alimentos (TABNUT). Disponível em: <https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md/beltsville-human-nutrition-research-center/nutrient-data-laboratory/docs/usda-national-nutrient-database-for-standard-reference/>. Acesso em: 11 set. 2020.

TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4ªed. Campinas, SP: NEPAUNICAMP, 2011,161p

TANG, C.-H.; CHEN, L.; MA, C.-Y. Thermal aggregation, amino acid composition and in vitro digestibility of vicilin-rich protein isolates from three Phaseolus legumes: a comparative study. **Food Chemistry**, v. 113, p. 957–963, 2009.

TÉO, C.R.P.A. Intolerância á lactose: uma breve revisão para o cuidado nutricional. Arq.Ciênc. Saúde Unipar, 6(3):135-140, 2002.

TRINDADE, D. B. F.L.; ESCOBAR, T. D.; RIBEIRO, P. F. A. Muffins adicionados de farinha de feijão de diferentes classes. **Brazilian Journal of food technology**, v. 21, 2018

TROMBINI, F. R. M.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. Características físicas, reológicas e sensorial de produtos extrusados de misturas de farinha de maracujá e fécula de mandioca. **Ciência Rural**, v .43, n. 10, p.1885-1891, 2013

VEIT, J.C.; FREITAS, M. B. REIS, E. S.; MOORE. O. Q.; FINKLER, J. K.; BOLOCOLO, W. R. FEIDEN, A. **Desenvolvimento e caracterização de bolos**

de chocolate e de cenoura com filé de Tilápia do Nilo (Oreochromis Niloticus). Alimento e Nutrição, ISSN 0103-4235, Araraquara, v. 23, n. 3, p. 427-433, jul./set. 2012.

VINDIOLA, O. L; SEIB. P. A; HOSENEY, R. C. Accelerate development of the hard-to-cook state in beans. **Cereal Foods World**, v. 31, p. 538, 1986.

WALKER MD, et al. Endocrine complications of celiac disease: a case report and review of the literature. **Endocrine Research**, v. 10, p. 1-19, 2018

WESSELS MMS, et al. Assessment of dietary compliance in celiac children using a standardized dietary interview. **Clinical Nutrition**, v. 37, n. 3, p. 1000-1004, 2018.

WIESER, Herbert. **Chemistry of gluten proteins.** Food Microbiology, [s.l.], v. 24, n. 2, p.115-119, abr. 2007. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.fm.2006.07.004. Disponível em: www.api.elsevier.com/content/article/PII:S0740002006001535?httpAccept=text/xml Acesso em: maio. 2020.

ZAVAREZE, Elessandra da Rosa; MORAES, Kessiane Silva; SALAS-MELLADO, Myriam de Las Mercedes. **Qualidade tecnológica e sensorial de bolos elaborados com soro de leite.** **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, p. 100-105, 2010.