

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

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DA APLICAÇÃO DE ALFARROBA EM PÓ NO  
DESENVOLVIMENTO DE MUFFINS SEM GLÚTEN**

**LUANA MAIESKI**

**PORTO ALEGRE, 2019**

# **AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DA APLICAÇÃO DE ALFARROBA EM PÓ NO DESENVOLVIMENTO DE MUFFINS SEM GLÚTEN**

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

Orientadoras:

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Roberta Cruz Silveira Thys

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Bruna Tischer

**PORTO ALEGRE, 2019**

## **Trabalho de Conclusão de Curso**

### **AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DA APLICAÇÃO DE ALFARROBA EM PÓ NO DESENVOLVIMENTO DE MUFFINS SEM GLÚTEN**

Luana Maieski

Aprovado em:

Conceito:

---

Profª. Drª. Roberta Cruz Silveira Thys (Orientadora 1)  
ICTA-UFRGS

---

Profª. Drª Bruna Tischer (Orientadora 2)  
ICTA-UFRGS

---

Profª Drª. Simone Hickmann Flores (Banca Avaliadora)  
ICTA-UFRGS

---

Raquel Pischke Garske (Banca Avaliadora)  
Engenheira de Alimentos e Mestranda PPGCTA/UFRGS

*Dedico este trabalho às  
pessoas que acreditam  
que o impossível não  
passa de um ponto de  
vista.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais que me deram todo o suporte necessário durante essa longa caminhada. Ao meu irmão Matheus e minha cunhada Anny que me incentivaram a seguir em frente. Essa conquista também é de vocês!

Ao meu tio Paulo por acreditar em mim e apoiar minhas escolhas. Obrigada pelos conselhos, pela confiança e pelos momentos de distração que me deram forças para chegar aqui. Te admiro e te tenho como exemplo!

Aos meus dindos Patrícia e Zeca que se mostraram sempre presentes e dispostos a me auxiliar no que fosse necessário. Obrigada pelo carinho.

Às minhas amigas e colegas, Esther e Caroline, que compartilharam tantos momentos comigo. Vocês me ensinaram o verdadeiro sentido de companheirismo. Obrigada pela confiança.

À amiga Melina pelo apoio e confiança depositados em mim. Obrigada pela paciência e atenção. Eu te tenho como uma irmã!

Ao amigo e engenheiro Cassiano que me ajudou de diversas formas nos diferentes momentos, sempre me apoiando e me incentivando a correr atrás dos meus sonhos. Obrigada por tudo!

Às professoras Roberta e Bruna que me orientaram. Obrigada pela atenção, carinho e confiança. Parte do que eu sei hoje devo a vocês!

À Camila e Michele por terem me auxiliado nessa etapa tão importante para mim. Obrigada, gurias!

A todos: obrigada.

*“Deus não nos fez  
perfeitos e não  
escolhe os  
capacitados, capacita  
os escolhidos”*

*Albert Einstein.*

## RESUMO

A crescente demanda por produtos que buscam atender algum público específico, seja por questões de saúde ou estética, tem ganhado maior espaço no mercado e proporcionado novos desafios para indústria alimentícia. A tendência atual por alimentos mais saudáveis tem refletido no grau de exigência dos consumidores que ampliaram sua busca por produtos sensorialmente melhores e mais nutritivos. Dessa maneira, o presente trabalho buscou, através do estudo dos efeitos da adição da farinha de alfarroba, desenvolver muffins sem glúten nutricionalmente e tecnologicamente similares aos encontrados no mercado. Em suma, os muffins formulados apresentaram resultados satisfatórios com boa aceitabilidade por parte dos consumidores. Os diferentes percentuais de farinha de alfarroba adicionados agregaram valor nutricional (maior teor de fibras e de compostos bioativos) e tecnológico (estruturas alveolares com maior quantidade de células por área e distribuição de tamanho mais homogênea) aos bolos. Melhora na maciez com redução dos parâmetros relacionados à firmeza, mastigabilidade e gomosidade também pôde ser observado. Em vista disso e dos resultados obtidos no presente estudo, a alfarroba apresenta propriedades capazes de melhorar a qualidade dos muffins, fator esse de grande relevância para obtenção de uma boa aceitabilidade por parte do consumidor.

**Palavras-chave:** Alfarroba, panificação, muffins sem glúten, proteínas, compostos bioativos.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Estrutura dos polímeros de amilose e de amilopectina.....	18
<b>Figura 2:</b> Aplicações do amido no setor alimentício.....	21
<b>Figura 3:</b> Semente de alfarroba.....	25
<b>Figura 4:</b> Fontes de hidrocoloides comercialmente importantes.....	32
<b>Figura 5:</b> Etapas do processamento de muffins sem glúten.....	48
<b>Figura 6:</b> Fotografias dos muffins controle e com diferentes percentuais de alfarroba em pó.....	56
<b>Figura 7:</b> Fotografia e imagem retirada do software ImageJ da estrutura interna dos muffins controle e com adição de alfarroba em pó.....	59
<b>Figura 8:</b> Decaimento de fluorescência para as farinhas de arroz (F. Arroz), de batata doce (F.BD), de alfarroba (F. ALF) e para os muffins, utilizados no cálculo da atividade antioxidante pelo método ORAC.....	63

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Composição físico-química e nutricional da batata doce crua e cozida.....	23
<b>Tabela 2:</b> Efeito da suplementação proteica em produtos sem glúten.....	28
<b>Tabela 3:</b> Composição, em 100g, de ovo in natura cru.....	29
<b>Tabela 4:</b> Exemplos de propriedades tecnológicas em alimentos adicionados de proteínas do soro do leite.....	30
<b>Tabela 5:</b> Formulações preliminares testadas.....	45
<b>Tabela 6:</b> Formulação a ser testada, após testes preliminares.....	47
<b>Tabela 7:</b> Resultados volume específico e rendimento para os muffins controle e com alfarroba em pó.....	53
<b>Tabela 8:</b> Resultados análise de textura dos muffins controle e com alfarroba em pó.....	54
<b>Tabela 9:</b> Resultados análise de cor dos muffins controle e com alfarroba em pó.....	56
<b>Tabela 10:</b> Resultados da análise da estrutura interna do miolo dos muffins controle e com inclusão de alfarroba em pó.....	58
<b>Tabela 11:</b> Composição centesimal dos muffins por porção de 100g.....	59
<b>Tabela 12:</b> Compostos fenólicos totais das farinhas e muffins.....	61
<b>Tabela 13:</b> Capacidade antioxidante das farinhas e muffins.....	61
<b>Tabela 14:</b> Resultados obtidos pela análise sensorial realizada com os muffins controle e com adição de farinha de alfarroba em pó.....	64

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
2.1. GLÚTEN.....	13
2.2. DOENÇAS RELACIONADAS AO CONSUMO DE GLÚTEN.....	13
<b>2.2.1 Doença celíaca (DC).....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.2 Alergia ao Trigo (AT).....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.3 Sensibilidade ao glúten não celíaca (SGNC).....</b>	<b>15</b>
2.3. MERCADO DE PRODUTOS SEM GLÚTEN NO BRASIL E NO MUNDO.....	16
2.4. DESAFIOS TECNOLÓGICOS NA PANIFICAÇÃO SEM GLÚTEN.....	16
<b>2.4.1 Ingredientes para o desenvolvimento de produtos sem glúten..</b>	<b>17</b>
2.4.1.1 Amidos.....	18
2.4.1.2. Farinhas sem glúten.....	21
<b>2.4.1.2.1 Farinha de arroz.....</b>	<b>22</b>
<b>2.4.1.2.2 Farinha de batata doce.....</b>	<b>23</b>
<b>2.4.1.2.3 Farinha de alfarroba.....</b>	<b>24</b>
<b>2.4.2 Ingredientes fonte de proteína.....</b>	<b>27</b>
2.4.2.1 Pseudocereais.....	28
2.4.2.2 Ovos.....	29
2.4.2.3 Leite.....	30
<b>2.4.3 Hidrocoloides.....</b>	<b>31</b>
2.4.3.1 Goma xantana.....	33
2.4.3.2 Carboximetilcelulose (CMC).....	34
2.4.3.3 Goma guar.....	35
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>37</b>
<b>4. ARTIGO “Avaliação do potencial da aplicação de alfarroba em pó no desenvolvimento de muffins sem glúten”.....</b>	<b>38</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>76</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>89</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Muffins são bolos muito apreciados pelo seu sabor e textura macia. Compostos basicamente por farinha de trigo, açúcar, óleo vegetal, ovo e leite, esses produtos assados contemplam uma quantidade calórica alta ao serem consumidos (SANZ et al., 2009). Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias (ABIMAPI, 2018), o Brasil ocupa o décimo lugar no ranking mundial de vendas de bolos industrializados com consumo per capita de 0,16 kg/ano.

A maior procura por qualidade de vida tem gerado reflexos diretos no cotidiano das pessoas e, conseqüentemente, em sua rotina alimentar. Segundo o Euromonitor, nos últimos cinco anos, produtos considerados saudáveis tiveram um aumento de 98% nas vendas, enquanto os produtos tradicionais cresceram 67% no mesmo período (SEBRAE, 2015). Entre todas as categorias de alimentos funcionais, naturais ou de perfil saudável, como os orgânicos, *diet* e *light*, os produtos sem glúten têm a maior previsão de crescimento no país até 2022 (ÉPOCA, 2018). Isso se deve, principalmente, ao crescente número de pessoas preocupadas com problemas de saúde relacionados ao seu consumo e a maior tendência de evitar o trigo na dieta (NACHAY, 2010).

A doença celíaca (DC) está entre os principais problemas de saúde associados ao consumo do glúten. Autoimune, essa enfermidade, diagnosticada em todas as faixas etárias, ocasiona a atrofia das vilosidades da mucosa intestinal de indivíduos predispostos geneticamente e seu tratamento envolve a completa retirada do glúten da alimentação (SANTOS et al., 2013). A fabricação de produtos de panificação sem glúten, no entanto, envolve muitos desafios para a indústria alimentícia, devido à baixa qualidade tecnológica e nutricional dos produtos elaborados (MATOS, SANZ E ROSELL, 2014). Em vista disso e da crescente demanda por produtos nutricionalmente saudáveis e sensorialmente agradáveis, surge a necessidade da indústria inserir e/ou substituir determinados ingredientes para agregar valor aos produtos fabricados.

No mercado brasileiro, a oferta de alimentos isentos de glúten ainda é escassa (VIEIRA; MORESCO, 2015). Além disso, os consumidores desses produtos demandam, cada vez mais, alimentos nutritivos e tecnologicamente e

sensorialmente equivalentes aos tradicionais com glúten (MONTEMAYOR et al., 2019). Assim, o presente trabalho teve como propósito avaliar o efeito da adição da farinha de alfarroba em muffins sem glúten, visto que a incorporação da mesma pode aumentar as qualidades nutricionais e, também, em função da sua semelhança de cor com o cacau, melhorar aspectos sensoriais do produto final (SILVA, 2006).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 GLÚTEN

O glúten é a principal proteína de armazenamento do trigo constituído, principalmente, por gliadinas e gluteninas (TONETTO, 2018). Essa mistura heterogênea de proteínas combinada com água e acrescida da ação de um trabalho mecânico formam uma massa viscoelástica capaz de reter gás durante o processo de fermentação. Nesse contexto, por meio das ligações cruzadas de dissulfeto, a gliadina contribui para viscosidade da massa e a glutenina para a elasticidade (FENNEMA, 2010).

As proporções de gluteninas e gliadinas, assim como, as interações formadas entre essas estruturas estão relacionadas às propriedades reológicas do glúten e com isso, influenciam nas propriedades viscoelásticas e, conseqüentemente, na qualidade do produto final (JGH, 2017).

Segundo Frutuoso (2007), o glúten não é um nutriente essencial à saúde, ou seja, os seres humanos podem viver sem esta proteína. No entanto, as propriedades de sua matriz proteica desempenham grande importância no desenvolvimento de produtos na indústria de alimentos, principalmente no setor de panificação. Dentre elas podemos citar: a capacidade de absorção da água, a retenção de gás, a coesividade, a viscosidade e a elasticidade conferidas à massa, especialmente no cozimento, e essenciais para determinação da qualidade do alimento (MEIRINHO, 2009).

### 2.2 DOENÇAS RELACIONADAS AO CONSUMO DE GLÚTEN

O glúten é encontrado em diversos alimentos consumidos diariamente pela população (massas, produtos de panificação e confeitaria, entre outros) (SPDM, 2014). No entanto, a ingestão de grãos que contenham essa proteína, por indivíduos com predisposição genética e/ou imunológica, tem sido relacionada à doença celíaca e a alergia ao trigo (AT). Não obstante, casos de natureza não alérgica e não autoimune, como a sensibilidade ao glúten não celíaca, também têm sido relacionados à ingestão desses grãos (FASANO et al., 2015a). Com base nisso, medidas como dietas isentas de glúten e seus derivados são adotadas e têm se tornado bastante comuns entre a população.

A eliminação do glúten pode acarretar em deficiências nutricionais e, conseqüentemente, ocasionar problemas de saúde, visto que a alteração alimentar, seja ela pela inclusão ou exclusão de um certo nutriente, pode gerar mudanças nutricionais na composição de ácidos graxos, no teor de fibras, na carga glicêmica, na composição dos macronutrientes, entre outros (CORDAIN et al, 2005). A seguir serão descritas as principais enfermidades relacionadas ao consumo de grãos que contenham glúten.

### **2.2.1 Doença celíaca (DC)**

A doença celíaca (DC) é uma doença autoimune desencadeada pela exposição ao glúten em indivíduos geneticamente predispostos (VARELLA, 2014). Essa enteropatia danifica as vilosidades do intestino delgado e, conseqüentemente, interfere na adequada absorção de nutrientes do alimento (NFCA,2015).

Segundo a Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP, 2017) a doença celíaca se apresenta nas formas clássica e não clássica. A forma clássica, normalmente identificada na infância, é caracterizada por sintomas como diarreia crônica, perda de peso e distensão abdominal. Os sintomas da forma não clássica podem se manifestar em qualquer idade e incluem dor abdominal, constipação, baixa estatura, anemia crônica, entre outros. Seu diagnóstico, portanto, deve envolver uma análise clínica do quadro apresentado pelo paciente, um teste sorológico positivo e uma biopsia intestinal evidenciando a atrofia nas vilosidades do intestino delgado.

O tratamento consiste na exclusão de alimentos que contenham glúten (VARELLA, 2011). No entanto, sua presença em produtos industrializados é muito comum. Portanto, no Brasil, a Lei Federal nº 10.674 obriga que os produtos industrializados informem no rótulo e na bula sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca (BRASIL, 2003).

### **2.2.2 Alergia ao trigo (AT)**

A alergia ao trigo (AT) é uma alergia alimentar ocasionada pela exposição de indivíduos predispostos à gliadina, proteína presente no trigo (FERREIRA E INÁCIO, 2018). Essa reação de hipersensibilidade geralmente se desenvolve na

infância e apresenta pouca ocorrência em adolescentes e adultos devido à boas taxas de resolução, 65% até os 12 anos, ao longo da vida (RESENDE et. al, 2017a).

Segundo Resende (2017) pacientes com AT apresentam sintomas como perda de peso, fadiga e cefaleia, além de manifestações comuns relacionadas as alergias alimentares que se desenvolvem em questão de minutos a horas após a ingestão da proteína. As manifestações gastrointestinais não ocasionam lesões permanentes como no caso da doença celíaca, no entanto, os sintomas apresentados são semelhantes e incluem: a dor e distensão abdominal, a diarreia, as náuseas, o vômito e a constipação.

O teste sanguíneo específico para anticorpos de imunoglobulina E (IgE) e o teste cutâneo são meios utilizados como diagnóstico. No entanto, devido sua baixa especificidade, é necessária a realização de um teste de provocação oral (TPO) do tipo simples cego ou duplo cego controlado por placebo (HILL et. al, 2016a). No simples cego apenas o médico sabe o que está sendo administrado no paciente, no duplo cego controlado por placebo, por outro lado, apenas uma pessoa não envolvida na avaliação sabe o que está sendo administrado (MENDONÇA et. al, 2011).

De acordo com Hill (2016) o tratamento envolve a eliminação do trigo da alimentação. Essa exclusão, no entanto, pode ser definitiva, em pacientes que apresentam reação anafilática, ou temporária, em indivíduos com predominância de manifestações gastrointestinais. Portanto, diferente de portadores da doença celíaca, pessoas, especialmente crianças, com exceção dos pacientes com reação anafilática diagnosticadas com AT, apresentam uma dieta menos restritiva e com perspectiva significativa de resolução. (HILL et. al, 2016b)

### **2.2.3 Sensibilidade ao glúten não celíaca (SGNC)**

A sensibilidade ao glúten não celíaca (SGNC) é uma sensibilidade alimentar que ocasiona reações intestinais e extraintestinais horas ou dias após a ingestão do glúten (FASANO et. al., 2015b). Os sintomas apresentados por pessoas que sofrem de SGNC não segue um padrão e, normalmente, têm evolução clínica variada. Essas manifestações clínicas, no entanto,

desaparecem com a exclusão do glúten da dieta e ressurgem com sua inserção (NUTRIÇÃO CLÍNICA, 2015).

A SGNC é uma patologia de natureza não alérgica e não autoimune que tem um diagnóstico baseado na exclusão de doenças associadas ao glúten como, por exemplo, a doença celíaca e a alergia ao trigo (VIANA; CATÃO; CAVALCANTI). A sensibilidade ao glúten não celíaca pode ser uma condição temporária ou permanente, portanto, o seu tratamento envolve uma dieta isenta da proteína por um tempo indefinido (RESENDE et. al, 2017b).

### 2.3 MERCADO DE PRODUTOS SEM GLÚTEN NO BRASIL E NO MUNDO

A busca por diferentes produtos com qualidade e sem glúten tem gerado um crescimento significativo, nos últimos anos, no mercado de alimentos. Esse aumento na demanda está relacionado a constante procura desses produtos por portadores de doenças relacionados ao consumo do glúten e, também, a crescente tendência pelo consumo de produtos saudáveis (GOFIND, 2018). No Brasil, o setor tem a maior previsão de crescimento, entre a categoria de produtos saudáveis, até 2022, com estimativa de um aumento de 35% a 40% ao ano nas vendas (ÉPOCA, 2018).

Os produtos sem glúten têm ganhado cada vez mais destaque no mercado e na rotina das pessoas. Segundo o Gluten Free Brasil, um dos maiores eventos de nutrição e do segmento “*gluten free*”, nos últimos 15 anos, no país, houve um aumento de 400% do mercado sem glúten e o consumo cresceu aproximadamente 30% ao ano (APAS, 2015). Nos Estados Unidos o setor rende mais de US\$ 10 bilhões por ano e desde 2012 lançou mais de 1500 produtos da categoria (SUPER INTERESSANTE, 2018). O desenvolvimento de novos produtos nessa linha, portanto, não apenas apresenta boas perspectivas de crescimento, mas também representa um estímulo para economia do setor alimentícia.

### 2.4 DESAFIOS TECNOLÓGICOS NA PANIFICAÇÃO SEM GLÚTEN

O glúten tem grande importância na qualidade dos produtos de panificação. Esse complexo proteico está relacionado às características reológicas da massa como a elasticidade, extensibilidade, capacidade de

retenção de gás, entre outras propriedades de grande relevância dentro da panificação (LAZARIDOU et. al, 2007).O desenvolvimento de novos produtos isentos de glúten, portanto, representa um desafio para o setor industrial alimentício, pois requer a utilização de novos ingredientes e aditivos que possam reproduzir as funções desempenhadas por esta proteína em termos não apenas tecnológico, mas também sensorial e nutricional (SAUERESSIG; KAMINSKI; ESCOBAR, 2016a).

Os produtos sem glúten apresentam defeitos relacionados a qualidade, características nutricionais e aceitabilidade (LIMA, 2018). A formação de uma estrutura fraca para retenção de gás que, conseqüentemente, resulta em um baixo volume final, um miolo mais denso e uma menor porosidade está entre os principais desafios encontrados pela indústria de panificação (HOUBEN et. al, 2012). Além disso, a ausência do glúten, na produção de pães e bolos, produz uma massa crua líquida que, após o cozimento, apresenta textura esfarelada, baixa coloração, sabor menos característico, entre outros defeitos de qualidade (NAQASH et. al, 2017a; SAUERESSIG; KAMINSKI; ESCOBAR, 2016b).

A procura por produtos sem glúten tem apresentado grande crescimento nos últimos anos. Portadores de doenças relacionadas ao seu consumo e também pessoas que buscam uma vida “mais saudável” tem aderido a uma dieta sem glúten (VEJA, 2018). No entanto, essa medida, necessária para celíacos e “alternativa” para indivíduos não portadores da doença, pode levar a deficiências ou excessos nutricionais. Isso se deve pelo fato de que os alimentos sem glúten, normalmente, são pobres em fibras, magnésio, ferro, zinco, vitaminas, entre outros micronutrientes e apresentam elevados teores de lipídeos, açúcares e sódio (VICI et. al, 2016). A busca de substitutos do glúten e o desenvolvimento de novos produtos “*gluten free*” com qualidade, portanto, são, cada vez mais, desafios presente nas indústrias alimentícias e nos centros de estudos de ciência e tecnologia.

#### **2.4.1 Ingredientes para o desenvolvimento de produtos sem glúten**

O desenvolvimento de produtos “*gluten free*” com atributos tecnológicos e de qualidade semelhantes aos elaborados com glúten requer o uso de medidas alternativas que substituam a falta deste composto. Com isso, modificações de

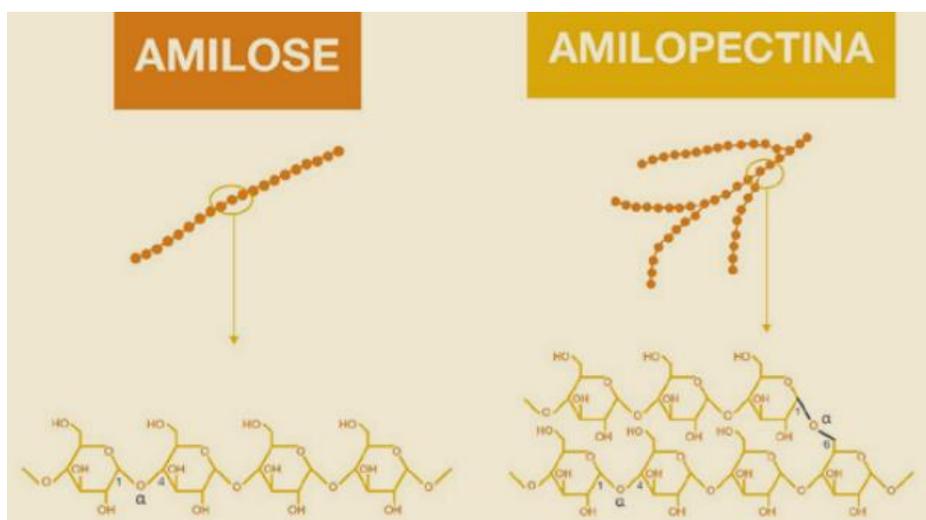
formulação e/ou incorporação de ingredientes adicionais são utilizados visando combater os defeitos originados pela falta do complexo proteico e, também, buscando, conseqüentemente, assegurar a aceitabilidade do produto por parte dos seus consumidores. (NAQASH et. al, 2017b)

As características únicas do glúten de trigo dificultam a descoberta de matérias-primas, aditivos ou ingredientes que possam substituí-lo (WANG et al. 2017a). Contudo, de acordo com Wang (2017) o uso de amidos, farinhas sem glúten, hidrocoloides, proteínas, enzimas e emulsificantes tem fornecido uma melhora nas características reológicas da massa. Com base nisso, percebe-se que a busca por substitutos do glúten para o desenvolvimento de produtos sem glúten com qualidade e aceitabilidade tem sido um grande desafio tecnológico enfrentado pela indústria e, portanto, um tema de bastante relevância para o contexto atual.

#### 2.4.1.1 Amidos

O amido é um carboidrato encontrado em sementes, raízes, tubérculos, bulbos, entre outros órgãos vegetais cuja função para o organismo é, principalmente, de reserva metabólica (HORSTMANN; LYNCH; ARENDT, 2017a). Estruturalmente é formado pelos polissacarídeos amilose e amilopectina através de ligações glicosídicas (PEREIRA, 2018a). A Figura 1 ilustra a estrutura dos polímeros de amilose e de amilopectina.

Figura 1: Estrutura dos polímeros de amilose e de amilopectina.



Fonte: FIB, 2015

A amilose é formada pela união de unidades de glicose através de ligações  $\alpha$  (1,4) lineares (HORSTMANN; LYNCH; ARENDT, 2017b). Essa estrutura confere à molécula uma forma helicoidal e uma maior solubilidade em água. A amilopectina, por outro lado, forma uma estrutura ramificada constituída de unidades de glicose através de ligações  $\alpha$  (1,4) e  $\alpha$  (1,6), que conferem ao polímero uma menor solubilidade em água (PASQUALONE et al., 2010).

As propriedades físico-químicas e funcionais dos grânulos de amido dependem das quantidades de amilose e amilopectina (PEREIRA, 2018b). No entanto, as proporções dessas moléculas variam conforme a fonte de obtenção, a variedade de espécie e o grau de maturação da planta (FIB, 2015a). Portanto, o conhecimento da matéria prima da qual se obterá o amido é de grande importância para a sua utilização em alimentos e aplicações industriais.

O amido está entre os principais carboidratos utilizados na alimentação humana e tem extrema importância para obtenção de propriedades tecnológicas características de produtos processados (HORSTMANN; LYNCH; ARENDT, 2017c). O seu uso está muito relacionado à busca por alterações e/ou controle de determinadas características como textura, aparência, umidade, viscosidade e vida útil de produtos. Com base nisso, os tipos de amido mais aplicados industrialmente no mercado são o amido resistente, o amido modificado e o amido pré-gelificado (FIB, 2015b).

O termo resistente se deve ao fato desse tipo de amido apresentar resistência à dispersão em água quente e não ser decomposto, por reações de hidrólise, em carboidratos menores no intestino delgado (PEREIRA, 2018c). Conseqüentemente, não ocorre a liberação de glicose no organismo. No entanto, há fermentação com produção de gases e ácidos graxos de cadeia curta no intestino grosso, o que se assemelha ao processo digestivo de fibras. Além disso, o conteúdo desse tipo de amido varia de acordo com a temperatura, o grau de gelatinização, o armazenamento e a quantidade de amilose, entre outros parâmetros relacionados diretamente ao processamento (FIB, 2015c). Logo, a facilidade de controle através de técnicas utilizadas no decorrer do processo e a semelhança com propriedades relacionada às fibras fazem com que o amido resistente seja amplamente aplicado pela indústria alimentícia para fins tecnológicos.

As modificações no amido podem ocorrer através de métodos químicos e físicos (SOUZA, 2019). Entre as técnicas químicas esta a reticulação ou ligação cruzada, a substituição ou estabilização e a conversão. As modificações físicas, por outro lado, envolvem, basicamente o processo de pré-gelatinização e aplicações de calor (COSTA, 2019). Ambas as modificações são utilizadas para incrementar ou inibir características originais e, com isso, promover espessamento, melhorar a retenção de água, aumentar a estabilidade, gelificar, conferir opacidade, entre outros aspectos de grande importância industrial (FIB, 2015d). Em vista disso, Milde, Ramallo e Puppo (2010) buscaram avaliar o efeito de uma mistura de amido de tapioca e farinha de milho (80:20) na textura e aceitação sensorial de pães sem glúten. O presente estudo constatou baixos valores de firmeza ( $\leq 100$  N) e elasticidade ( $> 65\%$ ), aumento de volume e uma aceitação global de 84% de consumidores de pão com glúten

Os amidos pré-gelificados são preparados através de aquecimento, agitação e água (SCHAITD, 2018). O seu uso está relacionado à produção de produtos cuja solubilidade em água fria ou quente sem aquecimento seja desejada. Portanto, esse tipo de amido é muito aplicado em produtos de panificação e confeitaria, em sopas, em cremes e em sobremesas instantâneas (FIB, 2015e).

Segundo a revista Food Ingredients Brasil (2015), o amido é muito utilizado pela indústria alimentícia como um ingrediente calórico e como melhorador de propriedades físico-químicas. No estudo realizado por Waranit e colaboradores (2014) a substituição de 10% do amido de tapioca pré-gelatinizado e a adição de 0,1% a 1% (base de peso de farinha) de transglutaminase em pães de arroz sem glúten resultaram em um aumento da viscoelasticidade da massa com aumento de volume, diminuição da dureza do miolo e da mastigabilidade. Logo, a interação do amido modificado com a enzima transglutaminase proporcionaram melhorias em relação à reologia da massa.

A Figura 2 mostra aplicações do amido no setor alimentício onde se pode observar que o amido desempenha um papel fundamental no setor alimentício. A sua vasta aplicabilidade, portanto, faz desse carboidrato um bom ingrediente alternativo, para fins tecnológicos, para indústria de alimento.

Figura 2: Aplicações do amido no setor alimentício.



Fonte: FIB, 2015

#### 2.4.1.2 Farinhas sem glúten

A oferta de diferentes tipos de farinhas sem glúten pela indústria é bem ampla. Dentre as principais farinhas disponíveis estão as farinhas de: arroz, milho, soja, entre outras, isoladamente ou combinadas entre si para a elaboração de produtos sem glúten. (FRANCO, 2015a)

No intuito do desenvolvimento de produtos sem glúten, vários estudos buscam avaliar a substituição da farinha de trigo por farinhas isentas de glúten com o propósito de oferecer ao consumidor produtos diferenciados do ponto de vista tecnológico e nutricional, especialmente produtos como biscoitos, pães, bolos, entre outros (Vidal, 2016).

A substituição da farinha de trigo por uma farinha sem glúten requer a combinação de mais de um tipo de farinha (VIEIRA et al., 2015). Entre os tipos de farinhas pertencentes a esse grupo estão as farinhas integrais (farinha de arroz integral, farinha de trigo serraceno, farinha de chia), as farinhas de oleaginosas e sementes (farinha de amêndoa, farinha de castanha do Pará, farinha de amaranto) e outras (farinha de grão de bico, a farinha de banana verde, farinha de soja, entre outras). (NATUELIFE, 2016)

Na panificação, a substituição da farinha de trigo por outras farinhas, como soja, grão-de-bico e arroz ocasiona modificações na textura, no sabor e na aparência do produto (FRANCO E SILVA, 2016). Além disso, a ausência do glúten influencia em características relacionadas ao produto final, como um menor rendimento e maciez. Em vista disso, a aplicação de hidrocoloides, enzimas e produtos lácteos tem sido uma alternativa para melhorar as características sensoriais, a aceitação por parte do consumidor, e a validade de produtos sem glúten. (MONTEIRO, 2013)

#### **2.4.1.2.1 Farinha de arroz**

A farinha de arroz é obtida do processo de moagem dos grãos de arroz inteiros ou quebrados. A sua composição química, normalmente, se assemelha à do arroz do qual a farinha foi originada e, conseqüentemente, o seu principal constituinte é o amido, um carboidrato com ampla aplicação industrial. Com base nisso, o seu uso no setor alimentício é voltado, principalmente, para produção de pães, bolos, massas e biscoitos. (DOMENEZ, 2016)

O aumento da demanda por produtos sem glúten por pacientes intolerantes à proteína tem intensificado o uso de farinhas originadas a partir do grão de arroz pelas indústrias alimentícias. Utilizada como um ingrediente substituto da farinha de trigo, a farinha de arroz apresenta propriedades hipoalergênicas, fácil digestibilidade, sabor suave e cor branca, características essas que facilitam sua aplicação industrial (MAGNAN, 2011).

Em estudo realizado por Moraes (2016) a substituição da farinha de trigo pela farinha de arroz flocada, em diferentes concentrações (0%, 50% e 100%) para o desenvolvimento de um bolo de abóbora sem glúten foi testada. Dentre as formulações, a com 100% de farinha de arroz flocada obteve melhores resultados nos atributos de aparência, cor, textura, sabor e aceitação global, avaliados na análise sensorial. Seu índice de aceitabilidade foi de 89% e a intenção de compra de 90,8%. No entanto, massas feitas a partir de farinha de arroz, quando comparada às massas feitas a partir de farinha de trigo, necessitam de maior hidratação para obter a consistência e estabilidade desejada (ROSSEL; MARCO, 2008). Além disso, por apresentar baixa capacidade de retenção de CO<sub>2</sub> devido à não formação da rede de glúten, os

produtos produzidos a base de farinha de arroz tendem a apresentar defeitos de qualidade e de comportamento reológico tais como baixo volume, textura inadequada, pouca coloração e estrutura de miolo heterogênea. Sendo assim, o uso de hidrocoloides como, por exemplo, as gomas, para o desenvolvimento de produtos isentos de glúten tem como propósito conferir propriedades viscoelásticas à massa e, conseqüentemente, minimizar esses defeitos. (TURABI; SUMNU; SAHIN, 2010)

#### 2.4.1.2.2 Farinha de batata doce

A batata doce é uma planta dicotiledônea (angiosperma) pertencente à família *Convolvulaceae* que se desenvolve em climas tropicais, subtropicais e temperados (FRANÇA, 2018; PEREIRA, 2012a). A sua raiz apresenta grande variação na composição química, nas propriedades físicas e bioquímicas, dentre outras características que contribuem para as suas diferentes aplicações. (PEREIRA, 2012b)

A batata doce é considerada uma boa fonte de carboidratos, fibras, minerais (cálcio, ferro, magnésio e potássio), vitaminas (B1, B2, C e E) e antioxidantes (MACHADO, 2018a). Em vista disso, é considerada um alimento com bom conteúdo nutricional e sua inclusão na dieta é recomendada (MORAIS, 2016a). A Tabela 1 exhibe a composição físico-química e nutricional da batata doce crua e cozida.

Tabela 1: Composição físico-química e nutricional da batata doce crua e cozida.

Componentes	Composição da batata-doce por 100g de parte comestível (crua)	Composição da batata-doce por 100g de parte comestível (cozida)
Teor de água (%)	69,5	80,4
Niacina (complexo B)	Traços	2,57
Vitamina A	252	300
Vitamina C	16,5	23,8
Energia (Kcal)	118	77
Proteína (g)	1,3	0,6
Carboidrato (g)	28,2	18,4
Fibra dietética (g)	2,6	2,2
Cinzas (%)	0,9	0,4
Cálcio (mg)	21	17
Magnésio (mg)	17	11
Fósforo (mg)	36	15

Fonte: TACO, 2011

Os cultivares de batata doce, em geral, apresentam um teor de carboidrato de 20 a 30%, dos quais 98% são facilmente digestíveis (PEGADO, 2016a). Além disso, os carboidratos presentes na batata doce são de baixo índice glicêmico, o que significa que sua absorção no organismo é mais lenta e a liberação da glicose na corrente sanguínea ocorre de maneira gradual (MORAIS, 2016b). De acordo com Campos (2014) os índices glicêmicos da batata doce e do pão branco, em relação à glicose, são em torno de 44 e 71, respectivamente. Desta maneira, o consumo de batata doce está presente na dieta de praticantes de atividades físicas, que requerem maior aporte de energia, como a musculação. Ainda, segundo Sbrunhera (2016), alimentos com baixo índice glicêmico e ricos em fibras têm sido mais consumidos com perspectivas de redução da obesidade, de diabetes e de doenças cardíacas. Logo, a batata doce é um alimento altamente reconhecido pelo seu baixo índice glicêmico e benefícios à saúde.

Segundo Gonzalez et al. (2018), a obtenção de farinha a partir da batata doce permite prolongar a vida de prateleira, agregar valor comercial e substituir a farinha de trigo para produção de produtos destinados a pessoas intolerantes ao glúten. Em seu estudo, Franco (2015) avaliou os efeitos da substituição da farinha de arroz pela farinha de batata-doce no desenvolvimento de pães sem glúten. No presente estudo, os pães desenvolvidos com 25% de farinha de batata-doce apresentaram entre os resultados: miolo uniforme e claro, parâmetros de dureza e mastigabilidade aceitável, tempo de armazenamento, segundo avaliações microbiológicas, de 7 dias, aumento no teor de fibras (0,94%) e índice de aceitabilidade de 80,3%. Portanto, em vista da grande demanda por produtos sem glúten e dos benefícios reológicos, nutricionais e sensoriais apresentados, a farinha de batata doce pode ser utilizada, como um substituinte da farinha de trigo, na elaboração de produtos sem glúten.

#### **2.4.1.2.3 Farinha de alfarroba**

A alfarroba é o fruto da alfarrobeira (*Ceratonia siliqua*), árvore pertencente à família das leguminosas típicas de clima subtropical (BARRACOSA; OSÓRIO; CRAVADOR, 2007). Formada pela semente e a polpa, a alfarroba é uma espécie de vagem rígida que atinge de 10 a 30 centímetros de comprimento (SOUZA,

2017). De acordo com Rodrigues (2015) a semente de alfarroba (Figura 3) é composta pela casca (30-33%), pelo endosperma (42-46%) e pelo embrião ou gérmen (23-25%) e a sua polpa é composta, basicamente, de carboidratos (40-60%) e fibras.

Figura 3: Semente de alfarroba



Fonte: <http://mundodaalfarroba.blogspot.com/p/alfarroba-e-seus-beneficios.html>

A alfarroba apresenta boa solubilidade devido à presença de carboidratos de baixo peso molecular em sua composição. Essa propriedade física é de grande importância para sua aplicabilidade industrial, principalmente, para sua adição em formulações de produtos alimentícios (JUNIOR et al., 2017a). Rodrigues (2015) relata que do endosperma das sementes de alfarroba há a obtenção da goma de alfarroba ou goma de semente de alfarroba utilizada pela indústria alimentícia devido suas propriedades de gelificação. Em estudo realizado por Riemsdijk e colaboradores (2011) pães sem glúten com a adição 2,4% de uma suspensão de partículas de proteína de soro de leite e 0,4% de goma de alfarroba ao amido de trigo foram desenvolvidos. A mistura obtida apresentou uma consistência final da massa semelhante à consistência da mistura referência com 10% de glúten vital (0,5-0,6 Nm), aumento no volume específico após cozimento, poros menores e mais uniformes, com diâmetro médio de  $2,2 \pm 0,1$  mm. Portanto, muito utilizada para substituir parcialmente ou totalmente o cacau na elaboração de biscoitos, massas para panificação, sobremesas, sorvetes, bebidas lácteas e achocolatados, a alfarroba, entra no mercado industrial, como uma nova maneira de garantir qualidade, agregar valor tecnológico e proporcionar características novas ao produto final (MEDEIROS; LANNES, 2010).

As indústrias de alimentos e a medicina vêm ampliando o uso dessa leguminosa em função da sua composição química e de seus componentes nutricionais. Considerada um produto saudável de baixa caloria e alto valor nutritivo, a alfarroba possui baixo índice glicêmico, reduzido teor de lipídeos e alta quantidade de fibras (NETO et al., 2017a). De acordo com Karim e Azlan (2012) o extrato de vagem da alfarroba apresenta uma elevada quantidade de antioxidantes favoráveis para o desenvolvimento de produtos nutracêuticos que atuam complementando a alimentação e auxiliando na prevenção e combate de doenças. Logo, sua composição química e seus componentes nutricionais proporcionam ações antidepressivas, diuréticas e antidiarreica benéficas à saúde (KARIM; AZLAN, 2012)

A polpa da vagem de alfarroba pode ser transformada em farinha através das etapas de secagem, trituração e torrefação (JUNIOR et al., 2017b). De acordo com Souza (2017) essa farinha apresenta 18% de fibras, 0,2 a 0,6% de gordura, 4,5% de proteína e 20 a 30% de glicídios simples (glicose, sacarose e frutose). Além disso, é rica em pectina, contém elevado teor de cálcio e de fósforo, possui baixo valor calórico e não contém glúten. Portanto, em vista do seu grande valor nutritivo e da ausência de glúten, a farinha de alfarroba, tem se tornado um ingrediente alternativo na elaboração de produtos voltados ao público celíaco ou alérgico à esta proteína.

A alfarroba em pó apresenta cor e sabor semelhantes ao do cacau. Essa semelhança e a ausência de compostos estimulantes, como a cafeína e a teobromina, levam ao emprego dessa farinha como um substituto do cacau (NETO et al., 2017b). Segundo Cassanego (2013) a vantagem da utilização da farinha de alfarroba em relação ao cacau em pó está, principalmente, na ausência de compostos antinutricionais e no menor teor de lipídeos.

A farinha de alfarroba já é utilizada em bebidas à base de leite, iogurtes, gelados, pães e mistura de bolos e sobremesas. As indústrias alimentares têm buscado alimentos à base de cereais e leguminosas com melhor qualidade nutricional (MIRANDA, 2018).

Miñarro e colaboradores (2012) buscaram avaliar em seu estudo o efeito de diferentes farinhas sem glúten (farinha de grão de bico, isolado de ervilha, farinha de alfarroba ou farinha de soja) em pães. Nesse estudo, os pães formulados com farinha de alfarroba (47,2 g) apresentaram menores valores de

volume específico ( $2,51 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$ ), maiores valores de dureza ( $2459,2 \pm 407,3$ ) e coesividade ( $0,30 \text{ a,z} \pm 0,01$ ) após 5 dias de armazenamento, migalhas mais escuras ( $L^* = 77,40 \pm 6,82$ ) e estrutura mais compacta com poros menores. Os pães formulados com farinha de alfarroba apresentaram boas propriedades reológicas, no entanto, sua aceitabilidade foi menor, quando comparada às formulações das outras leguminosas testadas. Em contrapartida, Sciammaro, Ferrero e Puppo (2018) desenvolveram muffins sem glúten com diferentes concentrações de farinha de alfarroba e avaliaram as propriedades reológicas, físico-química e sensorial do produto final. Nesse estudo, Sciammaro e colaboradores relataram que os muffins elaborados apresentaram baixa mastigabilidade, alta adesividade, alvéolos irregulares, porém com grande ocupação de área e migalhas macias e teor de fibra, conteúdo de polifenóis e atividade antioxidante aprimorados. Além disso, houve uma alta aceitação global do sabor e cor dos muffins formulados. Tendo em vista isso, a utilização da alfarroba em pó como ingrediente alternativo nas formulações de alimentos tem mostrado grande importância industrial.

#### **2.4.2 Ingredientes fontes de proteína**

As proteínas do glúten desempenham características relacionadas à melhor capacidade de absorção de água, coesividade, viscosidade e elasticidade da massa. A ausência ou quantidade insuficiente de proteína na elaboração de produtos de panificação ocasiona a formação de uma estrutura proteica fraca com menor capacidade de retenção de gás na massa, estrutura compacta e baixo volume (FREITAS et al., 2017). De acordo com Matos, Sanz e Rosell (2014) os consumidores adeptos de uma dieta sem glúten buscam, cada vez mais, produtos sensorialmente similares e nutricionalmente melhores aos tradicionais com glúten. A partir disso, é possível incrementar a qualidade da massa através da adição de fontes proteicas de diferentes origens: animal e vegetal (MACHADO, 2016a). A Tabela 2 apresenta o efeito da suplementação proteica em produtos sem glúten.

Tabela 2: Efeito da suplementação proteica em produtos sem glúten.

<b>Suplementação de proteínas</b>	<b>Efeito no produto sem glúten</b>	<b>Referências</b>
<b>Albumina</b>	Maior volume de massa, melhor retenção de células de gás.	Nozawa, Ito e Arai, 2016
<b>Concentrado de proteína de farelo de arroz</b>	Maior elasticidade, resistência ao cisalhamento, volume específico aprimorado, retenção de gás e prazo de validade	Phongthai, D'Amico, Schoenlechner, & Rawdkuen, 2016
<b>Farinha de ervilha, grão de bico e lentilha</b>	Melhor proteína, fibra alimentar e teor de cinzas	Bouasla, Wojtowicz e Zidoune, 2017
<b>Farinha de <i>psyllium</i></b>	Melhor qualidade do pão, formando estruturas semelhantes a películas durante o amassamento	Mariotti et al., 2009
<b>Farinha de Teff (fermentada)</b>	Volume específico aumentado, dureza reduzida da migalha.	Marti et al., 2017
<b>Farinha de quinoa</b>	Maior elasticidade da massa, melhor estrutura da massa, maior teor de fibras.	Turkut, Cakmak. Kumcuoglu e Tavman, 2016
<b>Farinha de trigo serraceno descascada</b>	Propriedades de cozimento aprimoradas	Mariotti et al., 2013
<b>Farinha de trigo serraceno</b>	Difusão de água limitada das migalhas, redução da formação.	Mariotti et al., 2013

Fonte: NAQASH et al., 2017

#### 2.4.2.1 Pseudocereais

Os pseudocereais (trigo serraceno, quinoa, amaranto, entre outros) possuem alto teor proteico (MACHADO, 2016b) e são amplamente utilizados em produtos sem glúten, na sua forma integral ou de farinha, visto seu elevado teor proteico. As farinhas elaboradas com proteína de leguminosas (farinha de grão de bico, farinha de sementes de alfarroba, farinha de arroz, farinha de castanha, farinha de quinoa, entre outras) são alternativas eficazes para melhorar a qualidade nutricional dos alimentos à base de cereais (PONTES, 2018).

Conseqüentemente, o seu uso na elaboração e desenvolvimento de produtos panificados sem glúten tem apresentado bons resultados.

#### 2.4.2.2 Ovos

Os ovos constituem uma importante fonte proteica devido à grande quantidade de aminoácidos essenciais em sua composição. Muito utilizado em misturas de bolos, mousses, tortas e massas em geral, esse ingrediente é fonte de minerais e vitaminas (BRANDÃO E LIRA, 2011). O Tabela 3 abaixo apresenta a composição, em 100 g, de ovo in natura cru.

Tabela 3: Composição, em 100 g, de ovo in natura cru.

Nutriente	Quantidade
Valor energético	143,1 Kcal = 601 Kj
Carboidratos	1,6 g
Proteínas	13 g
Lipídios	8,9 g
Cálcio	42 mg
Magnésio	13 mg
Fósforo	164 mg
Ferro	1,6 mg
Sódio	168 mg
Potássio	150 mg
Cobre	0,06 mg
Zinco	1,1 mg
Vitamina B1	0,07 mg
Vitamina B2	0,58 mg
Vitamina B3	0,75 mg

Fonte: TACO, 2011

Com ampla aplicação em produtos de panificação e confeitaria, os ovos contribuem para a formação estrutural da massa, o sabor, a cor, entre outras (SILVA, 2014). Considerados fontes de gordura, proporcionam aumento de

volume e melhorias na textura e retenção de ar dos produtos (CARUSO, 2012). Portanto, os ovos desempenham um importante papel para os aspectos estruturais da massa e para a qualidade final do produto.

#### 2.4.2.3 Leite

A proteína do leite possui uma estrutura química semelhante à do glúten e tem alto valor nutricional. Em vista disso, é possível aplicá-la no desenvolvimento de produtos sem glúten. (MACHADO, 2016)

O soro do leite é um subproduto da fabricação de queijo, derivado da precipitação da caseína durante a coagulação do leite (TOLEDO, 2016). Sua composição apresenta 5% de lactose, 93% de água, 0,9% de proteínas, 0,5% de vitaminas e minerais e 0,4% de gordura (BATISTA et al, 2015). Suas proteínas são utilizadas como ingrediente alimentício em aplicações relacionadas à tecnologia de alimentos devido suas excelentes propriedades nutritivas e fisiológicas e suas propriedades físico-químicas e funcionais (ZAVAREZE, 2010). De acordo com Camargo (2018) a adição de proteínas do soro proporciona uma melhora na textura, cor, sabor, solubilidade, formação de gel e espuma, entre outras vantagens tecnológicas. A Tabela 4 abaixo apresenta exemplos de propriedades tecnológicas em alimentos adicionados de proteínas do soro do leite.

Tabela 4: Exemplos de propriedades tecnológicas em alimentos adicionados de proteínas do soro do leite.

Propriedade funcional	Setor alimentar	% de proteína	Aplicações
Viscosidade	Sobremesas	35	Chocolates, <i>marshmallow</i> , <i>nougat</i> , barras de cereais, glacê.
Solubilidade, estabilidade coloidal	Bebidas	35	Bebidas fortificadas com proteínas, bebidas isotônicas, <i>pinã colada</i> , bebidas gaseificadas, chás gaseificados, bebidas infantis, sucos, iogurtes, bebidas substituintes de refeições.
Emulsificação	Sopas e alimentos infantis	85	Sopas com baixo teor ou zero gordura, molhos para saladas, queijos fundidos.
Formação de espuma	Confeitaria	35	Glacê, creme de leite UHT, <i>chantilly</i> , chocolates aerados.
Gelificação	Produtos lácteos	65	Iogurte, <i>frozen yogurt</i> , sorvete.
Elasticidade	Panificação	65	<i>Brownie</i> , bolo, <i>cookies</i> , pães, <i>muffins</i> , massa para pizza, biscoitos, <i>waffles</i> .
Absorção de água e gordura	Produtos cárneos	85	Salsicha, bife para hambúrguer, presunto, <i>nuggets</i> e embutidos.

Fonte: CAMARGO, 2018

Segundo Toledo (2016) concentrados de proteína do soro podem ser obtidos através do processo de ultrafiltração com a retirada da lactose e dos minerais e consequente concentração de proteínas. Esse concentrado proteico contém de 35% a 80% de proteínas com alto teor de aminoácidos essenciais (LARUCCIA, DINIZ E ARAÚJO; 2015a). Em estudo realizado por Soares e colaboradores (2017) a adição de 30% de proteína do soro do leite em bolos resultaram em um aumento do conteúdo proteico e altos valores de aceitabilidade nos parâmetros avaliados na análise sensorial: aparência (85,9%), sabor (80,8%), cor (85,9%), aroma (83,5%) e textura (79,8%). Camargo (2018) também relatou um aumento no teor proteico de bolos elaborados com 30% de proteína do soro do leite, além de aumento lipídico, de cinzas e de umidade, no entanto, sensorialmente, o bolo se mostrou pouco promissor, comparado aos com percentuais de proteína menores. Logo, o alto valor biológico e os benefícios tecnológicos proporcionados pela adição dessas proteínas ampliam seu uso na produção de uma variedade de produtos assados e, também, na elaboração de bebidas lácteas, leites fermentados e queijos tipo ricota (LARUCCIA, DINIZ E ARAÚJO; 2015b).

Segundo pesquisas, as proteínas do soro do leite, também conhecidas como *whey protein* apresentam efeitos sobre a síntese proteica muscular esquelética, redução da gordura corporal e melhora do desempenho físico (HARAGUCHI, ABREU E PAULA; 2006). Segundo Harahuchi e colaboradores (2006) a presença de composto bioativos do soro evidenciam efeitos antioxidante e hipocolesterolêmico benéficos para a saúde humana. Em vista disso, os concentrados proteicos têm se destacado como uma alternativa de potencial ingrediente alimentar para produção de diferentes produtos dentro do setor alimentício.

#### **2.4.3 Hidrocoloides**

Segundo Lima (2018) os hidrocoloides apresentam grande importância na elaboração de produtos de panificação sem glúten. Conhecidos como gomas, esses polímeros de carboidratos são utilizados como aditivos alimentares (ADITIVOS & INGREDIENTESa). A Portaria nº 540 de 27 de outubro de 1997 define aditivo alimentar como “qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as

características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento” (BRASIL, 1997).

De acordo com Nascimento (2014), os hidrocoloides podem ser classificados de acordo com a sua origem. Entre os de origem vegetal estão: (a) aqueles provenientes de algas marinhas, como a goma agar-agar, carragena e alginato; (b) os extraídos de plantas, como pectina e  $\beta$ -glucanas; (c) as gomas exsudadas de plantas, como a goma arábica; (d) as mucilagens de sementes, como a goma alfarroba, goma guar e psyllium. Existem também os hidrocoloides produzidos a partir da síntese química ou bioquímica da celulose, tais como a hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), carboximetilcelulose (CMC) e a metilcelulose(MC); e também os oriundos da biossíntese microbiana, como é o caso da goma xantana (HOUBEN; HÖCHSTÖTTER; BECKER, 2012). Apesar da grande variedade, na literatura identifica-se que os hidrocoloides utilizados mais frequentemente em produtos sem glúten são a goma xantana, HPMC e CMC (NASCIMENTO, 2014b). A Figura4 abaixo apresenta as fontes de hidrocoloides comercialmente importantes.

Figura 4: Fontes de hidrocoloides comercialmente importantes.

<b>Botânica</b>	<i>árvores</i>	celulose
	<i>gomas exsudadas de árvores</i>	goma arábica, goma karaya, goma ghatti, goma tragacanto
	<i>plantas</i>	amido, pectina, celulose
	<i>sementes</i>	goma guar, goma alfarroba, goma tara, goma tamarindo
	<i>tubérculos</i>	konjac manana
<b>Algas</b>	<i>Algas vermelhas</i>	agar, carragena
	<i>Algas marrons</i>	alginato
<b>Microbiana</b>		goma xantana, curdlana, dextrana, goma gelana, celulose
<b>Animal</b>		gelatina, caseinato, proteína de soro de leite, quitosana

Fonte: ADITIVOS & INGREDIENTES

Segundo Franco (2015) a maior parte das aplicações de hidrocoloides pela indústria alimentícia está relacionada às suas propriedades hidrofílicas que contribuem para aumento da viscosidade das soluções. Com isso, é possível obter produtos de maior volume, devido a maior capacidade de retenção de CO<sub>2</sub>, com características estruturais e de textura melhores (GALLAGHER;

GORMLEY; ARENDT, 2004). Além disso, apresentam uma grande aplicação devido à sua capacidade de retardar a retrodegradação do amido e de aumentar a retenção de umidade do produto final (ADITIVOS & INGREDIENTESc).

A escolha do hidrocoloide mais adequado tem relação com a função desempenhada pelo mesmo e a característica desejada no produto final. Além disso, é preciso levar em consideração o comportamento reológico desses polissacarídeos quando submetidos às condições de processamento e armazenamento do produto e, também, à sua interação com os demais ingredientes presentes na formulação (ADITIVOS & INGREDIENTESd). Quanto as quantidades e aspectos sensoriais, geralmente, são usados em pequenas concentrações e, normalmente, não influenciam no sabor, aroma ou valor nutricional dos alimentos (IMENSON, 2010).

#### 2.4.3.1 Goma xantana

A goma xantana é um polissacarídeo obtido por fermentação pela bactéria *Xanthomonas Campestris* (BARROS, 2018a). A sua estrutura ramificada e o seu alto peso molecular conferem a esse hidrocoloide a capacidade de formar soluções com alta viscosidade até mesmo em baixas concentrações (FRANCO, 2015b). Além disso, a sua solubilidade em água fria ou quente, o seu comportamento pseudoplástico, a sua capacidade de estabilizar suspensões e emulsões, a sua estabilidade em variações de pH e temperatura e a sua afinidade com sais ampliam sua aplicação industrial (BORGES; VENDRUSCOLO, 2008). Portanto, considerado um aditivo alimentar, esse hidrocoloide pode ser utilizado como espessante, estabilizante, emulsionante e espumante (BOTELHO, 2012a).

A goma xantana é um dos hidrocoloides mais utilizados em formulações sem glúten devido à sua capacidade de melhorar a qualidade do produto (WANG et al., 2017). De acordo com Nascimento (2014) a adição de 0,3% e 0,4% de goma xantana em bolos sem glúten à base de farinha de arroz proporcionaram melhores características sensoriais apresentando uma estrutura mais uniforme, um maior volume específico e uma redução da dureza. Desse modo, a capacidade de reter umidade e diminuir a taxa de desidratação desempenhada pela goma fazem desse hidrocoloide uma boa opção para melhorias

relacionadas à textura, características sensoriais e aumento da vida de prateleira.

O controle de umidade na produção de um bolo ou pão é de extrema relevância para qualidade final do produto. A partir disso, a aplicação de goma xantana, em panificação, mostra-se muito eficiente. O seu uso contribui para aumentar a suavidade, a retenção e incorporação do ar em massas de bolos e misturas de pães (BOTELHO, 2012b). Conseqüentemente, há uma melhora na textura, um aumento no volume e uma maior retenção da umidade que proporcionam uma massa mais macia e elástica. (BARROS, 2018b)

Segundo Franco (2015) o uso da goma xantana em combinação com outros hidrocoloides como, por exemplo, a carboximetilcelulose (CMC), é frequente. Esse sinergismo entre hidrocoloides, de acordo com Luvielmo e Scamparini (2009), é de especial interesse comercial, visto que possibilita uma nova funcionalidade e permite a redução das quantidades utilizadas, o que reduz os custos finais de produção.

#### 2.4.3.2 Carboximetilcelulose (CMC)

A carboximetilcelulose (CMC) é um sal de sódio obtido a partir da celulose através de reações químicas de substituição. A sua formação ocorre através da substituição de hidroxilas presentes na estrutura da celulose por grupos carboxílicos metilados,  $-CH_2-COOH$ , (RHOR, 2007). Esse grau de substituição influencia diretamente na capacidade hidrofílica desse hidrocoloide, ou seja, na sua solubilidade em água e, também nas suas propriedades reológicas resultantes. Por consequência, seu uso pode ser realizado em diversas aplicações nas indústrias de alimentos, cosméticos, farmacêutica, têxtil, entre outras. (CERRUTTI; FROLLINI, 2009)

A CMC pode ser encontrada em diferentes formas. Essas variações ocorrem em função do tamanho de suas partículas, do seu grau de substituição, da sua viscosidade e da sua capacidade de hidratação (SILVA, 2016). Esse hidrocoloide tem capacidade de influenciar em características relacionadas ao espessamento, à consistência, à estabilização de proteínas, à retenção de água, à umectação, à emulsificação, à gelificação, à conferência de volume, ao revestimento e à conferência de corpo (ADICEL, 2018a). Logo, sua aplicação dentro do setor alimentício é bastante diversificada.

A CMC apresenta em sua estrutura grupos hidrofílicos e hidrofóbicos responsáveis por atividades relacionadas à estrutura da massa e à construção de redes viscosas. Essas estruturas aumentam a viscosidade e reforçam os limites para a expansão do gás e sua retenção durante o assamento. (MARINHO, 2015). Com isso, um aumento no volume e no produto final podem ser observados.

Em panificação, a CMC é utilizada como espessante ou melhorador de texturas, emulsificante ou agente de suspensão, contribuindo para o aumento de volume, diminuindo a cristalização, com função ligante e estabilizante (NUNES, 2018). De acordo com Franco (2015) seu uso, nesse setor, está relacionado à capacidade de hidratação desse hidrocoloide, pois a quantidade de água é de extrema relevância para o controle das propriedades reológicas das massas à base de cereais. Segundo Marinho (2015) quando associada à goma xantana a CMC proporciona um aumento da elasticidade de massa, um aumento da vida útil e uma redução da firmeza do produto. Em estudo realizado por Silva (2016) pães sem glúten com farinha de arroz e farinha de banana verde foram desenvolvidos. Nesse estudo, a adição de 0,3% de CMC combinada com 0,75% de goma xantana obteve maior índice médio na escala hedônica com relação aos atributos avaliados: cor de casca, aroma, sabor, textura e aparência do miolo. Ainda, Nunes (2018) relata índices de aceitação maiores que 70% nos atributos avaliados (aparência, odor, sabor, textura e aceitação global) para chocotones sem glúten desenvolvidos com adição de 0,3% de CMC na formulação. Portanto, a adição de CMC em formulações apresenta diversas aplicações no setor da panificação voltados à aspectos reológicos e sensoriais do produto final.

#### 2.4.3.3 Goma Guar

A goma guar é um tipo de galactomanana extraída de sementes, cuja composição monossacarídica é constituída predominantemente de manose e galactose na proporção de 2:1 (M/G) (ALVES, 2013). Segundo Botelho (2012), as galactomananas são polissacarídeos de armazenamento da parede celular de várias sementes albuminosas ou endospermicas sendo as mais usadas as galactomananas das sementes da alfarrobeira (*Ceratonia siliqua*), da planta guar

(*Cyamopsistetragonoloba*) e em menor extensão do arbusto tara (*Cesalpiniaspinosa*).

A goma guar apresenta ampla aplicação na indústria de alimentos devido à sua capacidade de formar soluções altamente viscosas quando em contato com água. Essa viscosidade aumenta exponencialmente com o aumento da concentração da goma em água fria e é influenciada por fatores como temperatura, pH, tempo, grau de agitação (cisalhamento), tamanho da partícula da goma e presença de sais e outros sólidos (ADICEL, 2018b).

A sua aplicação no setor industrial também está relacionada às suas funções como espessante, emulsificante e estabilizante e com à sua sinergia com outras gomas para proporcionar diferentes viscosidades e textura (VIAFARMA, 2011). Segundo Demirkesen e colaboradores (2010), a adição de 0,5% de goma guarem pães sem glúten resultaram em mudanças reológicas tais como: melhor comportamento viscoelástico e textura, menor firmeza e maior volume no produto final. Além disso, sua compatibilidade com outras gomas, amidos, hidrocoloides e agentes gelificantes, é capaz de enriquecer a sensação tátil bucal, a textura e, também, modificar e controlar o comportamento da água em alimentos (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2016). Ainda, por ser um polissacarídeo não digerível, é considerada como uma fibra alimentar solúvel, ou seja, é capaz de atrasar a absorção de hidratos de carbono e, conseqüentemente, reduzir o índice glicêmico de alimentos (WIKI, 2010). O custo/benefício da goma guar, portanto, favorece a sua ampla utilização (SILVA et al., 2018).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GERAL**

Avaliar o efeito da adição de diferentes percentuais de farinha de alfarroba no desenvolvimento de muffins sem glúten.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desenvolver muffins sem glúten com características aprimoradas aos com glúten encontrados no mercado.
- Avaliar o produto em relação as características físico-química e sensoriais
- Quantificar o teor de polifenóis e a atividade antioxidante das farinhas utilizadas (arroz, batata doce e alfarroba) e dos muffins desenvolvidos.

#### 4. ARTIGO

“Avaliação do potencial da aplicação de alfarroba em pó no desenvolvimento de muffins sem glúten”

## **Avaliação do potencial da aplicação de alfarroba em pó no desenvolvimento de muffins sem glúten**

Luana Maieski<sup>1</sup> Roberta Cruz Silveira Thys<sup>2</sup> Bruna Tischer<sup>2</sup>

### **RESUMO**

Os produtos de panificação são amplamente consumidos pela população, entretanto tem crescido consideravelmente o número de casos relacionados às restrições alimentares. Em vista disso e dos desafios atuais enfrentados pelas indústrias alimentícias, na procura por ingredientes alternativos que atendam às exigências e expectativas do público, o presente trabalho buscou estudar os efeitos da adição de alfarroba em pó na elaboração de muffins isentos de glúten, elaborados a partir de farinha de batata doce e farinha de arroz. Foram formulados dois produtos com diferentes percentuais de substituição da mistura de farinha de arroz e batata doce (base farinácea da formulação) por alfarroba em pó. Ao primeiro muffin elaborado foi adicionado 6,25% de alfarroba em pó (M. 6,25% ALF) em substituição à base farinácea, ao segundo, 12,5% de alfarroba em pó (M.12,5% ALF). Para fins comparativos, foi elaborado uma amostra de muffin chamada de controle (M. Controle), com ausência de alfarroba em pó. Os muffins obtidos apresentaram valores de volume específico sem diferença significativa entre si ( $p \geq 0,05$ ). Os parâmetros de coesividade, elasticidade e resiliência também não tiveram diferenças estatísticas evidenciadas pelo acréscimo da alfarroba ( $p \geq 0,05$ ). Em relação as características físicas (cor, textura) pode-se verificar que o muffin com maior percentual de alfarroba (12,5%) obteve o menor valor para o parâmetro luminosidade ( $17,91 \pm 0,92$ ), firmeza ( $8,64 \text{ N} \pm 0,55$ ), mastigabilidade ( $7,33 \text{ N} \pm 0,63$ ) e gomosidade ( $6,88 \pm 0,62$ ). A análise de alvéolos indicou um aumento da densidade alveolar e redução do percentual de porosidade total dos muffins com alfarroba. O comparativo teórico entre as composições nutricionais dos muffins indicou um aumento no teor de fibras. O teor de polifenóis e atividade antioxidante foram superiores nos muffins com adição da alfarroba em pó. Na análise sensorial, apenas os atributos de cor e aparência apresentaram diferenças significativas, porém o índice de aceitabilidade foi superior a 70% para ambas formulações contendo alfarroba em pó. Este estudo, portanto, mostrou

que a farinha de alfarroba apresenta elevado potencial na elaboração de muffins sem glúten, sendo assim, uma boa alternativa na produção de bolos com maior apelo de saudabilidade.

**Palavras-Chave:** Alfarroba, muffins sem glúten, restrições alimentares, saudabilidade.

---

<sup>1</sup>Acadêmica ICTA/UFRGS <sup>2</sup>Profª ICTA/UFRGS.

### ABSTRACT

Bakery products are widely consumed by the population, but the number of cases related to dietary restrictions has grown considerably. In view of this and the current challenges faced by the food industries in their search for alternative ingredients that meet the requirements and expectations of the public, the present work sought to study the effects of adding carob powder to the preparation of gluten-free muffins made from sweet potato flour and rice flour. Two products were formulated with different percentages of replacement of the mixture of rice flour and sweet potato (farinaceous base of the formulation) by carob powder. To the first elaborated muffin was added 6.25% carob powder (M. 6.25% ALF) replacing the farinaceous base, to the second 12.5% carob powder (M.12.5% ALF). For comparison purposes, a control muffin sample (M.Control) was prepared, with no carob powder. The muffins obtained presented specific volume values without significant difference between them ( $p \geq 0.05$ ). The parameters of cohesiveness, elasticity and resilience also had no statistical differences evidenced by the increase of carob ( $p \geq 0.05$ ). Regarding the physical characteristics (color, texture) it can be verified that the muffin with the highest carob percentage (12.5%) obtained the lowest value for the luminosity parameter ( $17.91 \pm 0, 92$ ), firmness ( $8.64 \text{ N} \pm 0.55$ ), chewability ( $7.33 \text{ N} \pm 0.63$ ) and gumminess ( $6.88 \pm 0.62$ ). Alveolus analysis indicated an increase in alveolar density and a reduction in the percentage of total porosity of carob muffins. The theoretical comparative between the muffin nutritional compositions indicated an increase in fibers content. The polyphenols content and antioxidant activity were higher in the muffins with the addition of carob powder. In the sensory analysis,

only the attributes of color and appearance presented significant differences, but the acceptability index was higher than 70% for both formulations containing carob powder. This study, therefore, showed that carob flour has high potential in the preparation of gluten-free muffins, thus being a good alternative in the production of cakes with greater health appeal.

**Keywords:** Carob, gluten free muffins, dietary restrictions, healthiness

## 1. INTRODUÇÃO

A busca por produtos isentos de glúten tem gerado um crescimento significativo no mercado de alimentos. Esse aumento na demanda está relacionado a constante procura por portadores de doenças relacionadas ao consumo do glúten e, também, a crescente tendência pelo consumo de produtos saudáveis (GOFIND, 2018). Em vista disso, o desenvolvimento de novos produtos nessa linha, não apenas apresenta boas perspectivas de crescimento, mas também representa um estímulo para economia do setor alimentício.

O glúten é a principal proteína de armazenamento do trigo constituído, principalmente, por gliadinas e gluteninas (FENEMMA, 2010). Diversos alimentos consumidos diariamente pela população, como massas, produtos de panificação e confeitaria contém glúten. No entanto, a ingestão de grãos que contenham essa proteína, por indivíduos com predisposição genética e/ou imunológica, tem sido relacionada à doença celíaca e a alergia ao trigo. Não obstante, casos de natureza não alérgica e não autoimune, como a sensibilidade ao glúten não celíaca, também têm sido relacionados à ingestão desses grãos (FASANO et al., 2015). Com base nisso, medidas como dietas isentas de glúten e seus derivados são adotadas e têm se tornado bastante comuns entre a população.

Os produtos sem glúten geralmente apresentam defeitos relacionados à qualidade, características nutricionais e aceitabilidade (JGH, 2017; HOUBEN et. al, 2012). Em pães e bolos, a ausência do glúten geralmente produz uma massa crua líquida que, após o cozimento, apresenta textura esfarelada, baixa coloração, sabor menos característico, entre outros defeitos de qualidade (NAQASH et al. 2017a; SAUERESSIG; KAMINSKI; ESCOBAR, 2016a). Além disso, os alimentos sem glúten, normalmente, são pobres em fibras, magnésio, ferro, zinco, vitaminas, entre outros micronutrientes e apresentam elevados teores de lipídeos, açúcares e sódio (VICI et. al, 2016). Em vista disso, o desenvolvimento de novos produtos isentos de glúten requer a utilização de novos ingredientes e aditivos que possam reproduzir as funções tecnológicas desempenhadas pelo glúten e proporcionar qualidade sensorial e nutricional (SAUERESSIG; KAMINSKI; ESCOBAR, 2016b). Com isso, modificações na composição e/ou incorporação de ingredientes são utilizados visando reduzir os

defeitos originados pela falta do complexo proteico e, também, buscando assegurar a aceitabilidade do produto por parte dos seus consumidores (NAQASH et. al, 2017b).

Segundo Sciammaro, Ferrero e Puppo (2018) os bolos são produtos doces, assados, e bastante apreciados pelo sabor e textura que apresentam. Esses produtos são elaborados a partir da mistura de farinha de trigo, óleo vegetal, ovos, açúcar e água e/ou leite. A farinha é um ingrediente de grande importância para a qualidade de muitos produtos, especialmente os relacionados à panificação e à confeitaria (MIRANDA; GUARIENTI; TONON, 2011). Suas características funcionais e tecnológicas variam conforme a composição do grão e o processo de obtenção. Logo, a qualidade da farinha utilizada apresenta grande importância na determinação do comportamento reológico da massa (SCHEUER et. al, 2011).

A oferta de diferentes tipos de farinhas pela indústria é bem ampla. A mais utilizada e de fácil aquisição no mercado é a farinha de trigo (FOOD MAGAZINE, 2014). No entanto, a sua substituição por farinhas sem glúten, ocasiona modificações na textura, no sabor e na aparência do produto (FRANCO E SILVA, 2016). Em vista disso, o uso de amidos, hidrocoloides, proteínas, enzimas e emulsificantes tem fornecido uma melhora nas características reológicas da massa (WANG et al., 2017).

Entre as opções encontradas pela indústria, a utilização de farinhas fortificadas com leguminosas têm se tornado uma alternativa para a obtenção de produtos com um melhor perfil proteico e um maior conteúdo de compostos bioativos (MONTEMAYOR, et al. 2019). Em vista disso, e também de sua composição e similaridade com o cacau, a incorporação, principalmente em panificação, da farinha de alfarroba vem sendo explorada cientificamente e comercialmente como alternativa para aumentar as qualidades nutricionais e tecnológicas de alimentos (SILVA; CREDIDIO, 2006). Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi elaborar muffins sem glúten a partir do uso de uma mistura de farinhas (arroz, batata doce e alfarroba) e hidrocoloides (goma xantana e carboximetilcelulose) para avaliação do potencial efeito da alfarroba nas propriedades físico-químicas, nutricionais e sensoriais do produto final.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 MATÉRIA-PRIMA**

Os ingredientes utilizados nas formulações dos muffins sem glúten foram adquiridos no comércio local, em Porto Alegre, e fornecidos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Foram usados alfarroba em pó e farinha de arroz (Foco Alternativo), farinha de batata doce (EkoSul), leite desnatado (CCGL), xilitol (Onepower), goma xantana (E.R. Atacado ME), carboximetilcelulose (Adicel), bicarbonato de sódio, açúcar (Caravelas), fermento químico em pó (Royal), margarina (Primor), ovo in natura (Naturivos) e sal (Cisne).

### **2.2 PROCESSAMENTO DOS MUFFINS**

#### **2.2.1 TESTES DE FORMULAÇÃO**

Os testes preliminares foram realizados no laboratório de Tecnologia de Cereais do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA), localizado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), no Campus do Vale.

Com o propósito de avaliar aspectos sensoriais, realizar ajustes e obter um produto com maior aceitabilidade, três formulações foram testadas. As formulações preliminares testadas (FP1, FP2 e FP3), calculadas a partir da base farinácea, foram desenvolvidas de acordo com o estudo realizado por Sciammaro, Ferrero e Puppo (2018) e os percentuais de alfarroba das formulações foram calculados com relação à substituição da base farinácea, composta pelas farinhas de arroz e de batata doce, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5: Formulações preliminares testadas.

Ingredientes	FP1			FP2			FP3		
	M. Controle	M. 6,25% ALF	M. 12,5% ALF	M. Controle	M. 6,25% ALF	M. 12,5% ALF	M. Controle	M. 6,25% ALF	M. 12,5% ALF
<b>Base farinácea</b>									
Farinha de arroz (g)	50	46,87	43,75	50	46,87	43,75	50	46,87	43,75
Farinha de batata doce (g)	50	46,87	43,75	50	46,87	43,75	50	46,87	43,75
Alfarroba em pó (g)	0	6,25	12,5	0	6,25	12,5	0	6,25	12,5
<b>Demais ingredientes- Calculados em percentual sobre a base farinácea</b>									
Leite desnatado (mL)	171,71	171,71	171,71	171,71	171,71	171,71	171,71	171,71	171,71
Sacarose(g)	5,71	5,71	5,71	42,86	42,86	42,86	71,43	71,43	71,43
Xilitol (g)	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29
Margarina (g)	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14
Ovo (mL)	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14
Fermento em pó (g)	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57
Goma xantana (g)	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
Essência de baunilha (g)	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86
Bicarbonato de sódio (g)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
CMC (g)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Sal (g)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71

Fonte: O autor, 2019

Primeiramente foi desenvolvida e testada a formulação FP1, com variações nas quantidades das farinhas de arroz e de batata doce com relação à substituição das mesmas por farinha de alfarroba. Modificações nas quantidades de sacarose e xilitol também foram realizadas entre as formulações visando melhor aceitação sensorial por parte dos consumidores.

A combinação entre as farinhas usadas em conjunto com a alfarroba em pó se deu em função da grande versatilidade da farinha de arroz para fabricação de produtos sem glúten (Franco et al., 2015) e do atraente perfil nutricional da farinha de batata doce em função de seus componentes bioativos (Julianti et al., 2017). Além disso, foram utilizados xilitol, devido sua equivalência em doçura à sacarose, baixa caloria e menor índice glicêmico (Arcano, et al. 2018), e goma xantana e CMC foram utilizados em sinergismo para melhorar a qualidade do produto.

Após o preparo e cozimento da massa, os muffins foram avaliados visualmente e avaliados sensorialmente pelos responsáveis pelo trabalho. A aparência e textura dos bolos foram bem aceitas, no entanto, a doçura foi considerada baixa. Sendo assim, as formulações FP2 e FP3 foram elaboradas com variações de açúcar e xilitol.

Os mesmos métodos utilizados na avaliação dos muffins elaborados a partir da formulação FP1 foram utilizados para as demais formulações (FP2 e FP3). Após a avaliação, a amostra que apresentou uma maior aprovação pelos responsáveis pelo trabalho foi a elaborada como formulação FP3. Em vista disso, todas as demais análises realizadas nesse estudo foram executadas com muffins produzidos a partir de FP3.

### **2.2.2 ELABORAÇÃO DOS MUFFINS**

A Tabela 6 abaixo corresponde à formulação teste calculada a partir de 100% m/m da base farinácea composta pelas farinhas de arroz, de batata doce e de alfarroba.

Tabela 6: Formulação a ser testada, após testes preliminares.

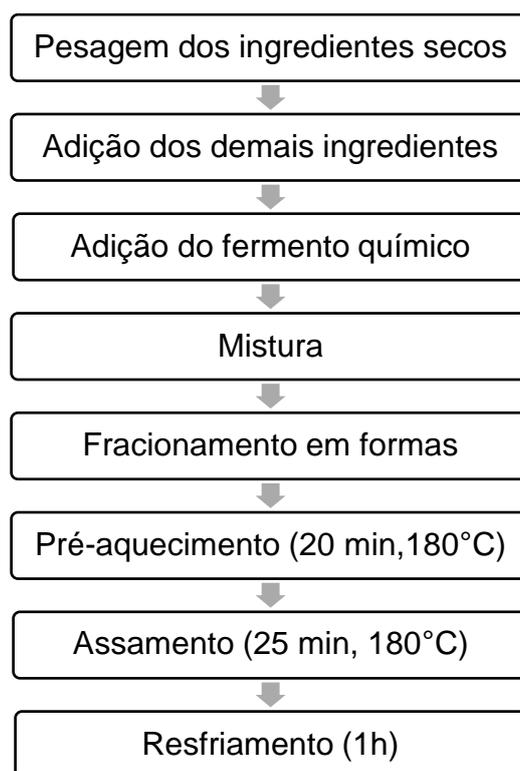
Ingredientes	Formulação final		
	M. Controle	M. 6,25% ALF	M. 12,5% ALF
<b>Base farinácea</b>			
Alfarroba em pó (g)	0	6,25	12,5
Farinha de arroz (g)	50	46,87	43,75
Farinha de batata doce (g)	50	46,87	43,75
<b>Demais ingredientes- Calculados em percentual sobre a base farinácea</b>			
Leite desnatado (mL)	171,71	171,71	171,71
Sacarose (g)	71,43	71,43	71,43
Xilitol (g)	14,29	14,29	14,29
Margarina (g)	17,14	17,14	17,14
Ovo (mL)	17,14	17,14	17,14
Fermento em pó (g)	3,57	3,57	3,57
Goma xantana (g)	1,43	1,43	1,43
Essência de baunilha (g)	2,86	2,86	2,86
Bicarbonato de sódio (g)	0,71	0,71	0,71
CMC (g)	0,71	0,71	0,71
Sal (g)	0,71	0,71	0,71
Total	401,7	401,7	401,7
% de alfarroba	0%	1,55%	3,11%

Fonte: O autor, 2019.

As etapas conduzidas no processamento de muffins sem glúten estão descritas na Figura 5. Inicialmente, foi realizada a pesagem dos ingredientes secos, em balança digital (BEL ENGINEERING). Na sequência, o leite, a margarina, o ovo e a essência de baunilha foram pesados e acrescentados. Por fim, o fermento foi adicionado e um processo de mistura manual foi realizado. Após a obtenção de uma massa homogênea, triplicatas com 50 g de massa crua foram pesadas em formas próprias para muffins para posterior cozimento em forno elétrico (Calábria Grill, NARDELLI).

O pré-aquecimento do forno foi realizado durante 20 minutos em temperatura de 180°C e os muffins foram assados durante 25 minutos nessa mesma temperatura. Após o cozimento, os bolos foram retirados das formas e deixados resfriar sob temperatura ambiente, por 1h. Ao término do tempo de resfriamento, os muffins foram submetidos as análises desse estudo.

Figura 5: Etapas do processamento de muffins sem glúten.



Fonte: O autor, 2019

## 2.3 ANÁLISES DAS MATÉRIAS-PRIMAS E PRODUTO FINAL

Os muffins foram submetidos à todas as análises contidas nesse trabalho (volume e rendimento; textura; cor; alvéolos; composição centesimal; teor de polifenóis, atividade antioxidante e sensorial). As farinhas, por outro lado, foram analisadas apenas quanto ao seu conteúdo fenólico e sua atividade antioxidante. Os resultados apresentados, com exceção da tabela nutricional, foram calculados através da média de triplicatas.

### 2.3.1 ANÁLISES FÍSICAS

As análises físicas do produto final foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Cereais e no Laboratório de Análise de Propriedades Físicas, ambos no Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA).

### **2.3.1.1 VOLUME ESPECÍFICO E RENDIMENTO**

O volume específico das três amostras de muffins foi medido através do método do deslocamento das sementes de painço (LEAL E ALMEIDA, 2016). Sendo assim, o peso dos muffins foram determinados em balança digital (BEL ENGINEERING) e o volume aparente foi medido em proveta graduada. A determinação do volume específico ( $\text{cm}^3\text{g}^{-1}$ ) se deu pela razão entre o volume aparente medido e o peso de cada amostra.

O rendimento foi calculado a partir do peso das amostras antes e após o cozimento e foi expresso em percentual.

### **2.3.1.2 ANÁLISE DE TEXTURA**

A análise de textura foi realizada no miolo das três amostras de muffins, a mesma seguiu a metodologia descrita pela *Association of Cereal Chemists*, método AACCI 74-09.11 (1995). Parâmetros de firmeza, elasticidade, mastigabilidade, coesividade, gomosidade e resiliência foram analisados.

Os bolos analisados foram submetidos a dupla compressão de 40% em um texturômetro TA.XT plus (*Stable Micro Systems*, Reino Unido) equipado com um probecilíndrico P/36R. As condições de teste para a análise foram: velocidade pré-teste de 2,0 mm/s, velocidade de teste de 1,7 mm/s e velocidade pós-teste de 2,0 mm/s.

### **2.3.1.3 ANÁLISE DE COR**

A cor do miolo dos muffins foi medida em um colorímetro (MINOLTA, CR-400, Cingapura) com sistema de cores CIE  $L^*a^*b^*$ . O valor de  $L^*$  indica a luminosidade e pode variar de 0 (preto) a 100 (branco). Os parâmetros  $a^*$  e  $b^*$  caracterizam variações de coloração do vermelho (valores positivos) ao verde (valores negativos) e do amarelo (valores positivos) ao azul (valores negativos), respectivamente.

### **2.3.1.4 ANÁLISE DA ESTRUTURA INTERNA DO MUFFIN (ALVÉOLOS)**

As características do miolo dos muffins foram avaliadas usando um sistema digital de análise de imagens (ImageJ), disponível para Windows. As

imagens utilizadas foram tiradas em câmera de 16 megapixel através de um celular da marca Samsung modelo A5 2017 e analisadas na região central. Uma determinada área (4 x 4 cm<sup>2</sup>) do miolo do muffin foi selecionada, e foram avaliados os seguintes parâmetros: quantidade de poros com tamanho superior a 5 mm<sup>2</sup>, a densidade alveolar por cm<sup>2</sup>, a porosidade total (%), tamanho médio de poro e número total de poros encontrados.

## **2.3.2 PROPRIEDADES QUÍMICAS DOS MUFFINS**

### **2.3.2.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL TEÓRICA**

A determinação do valor energético e dos macros e micronutrientes (carboidratos, proteínas, lipídios, fibra, cálcio e sódio) dos muffins desenvolvidos foi realizada teoricamente. Os resultados apresentados foram obtidos da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) e das informações nutricionais contidas na embalagem de cada ingrediente utilizado.

### **2.3.2.2 TEOR DE POLIFENÓIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE**

A determinação de compostos antioxidantes foi realizada no Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), no Laboratório de Tecnologia de Frutas e Hortaliças e no Laboratório de Radiobiologia Molecular do Centro de Biotecnologia (CBiot) da UFRGS. O teor de polifenóis e da atividade antioxidante das farinhas utilizadas (alfarroba, arroz e batata doce) e dos muffins desenvolvidos foram analisados através do método de Folin-Ciocalteu modificado (Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós, 1999) e o do método de verificação da capacidade de desativação do radical peroxila - ORAC (Huang, Ou, & Prior, 2005), respectivamente.

A obtenção do extrato foi realizada em triplicata, através da metodologia descrita por Lv et al. (2012), com modificações. O processo de obtenção do extrato foi realizado em duas etapas. Na primeira etapa ocorreu a pesagem, em balança analítica (BIOPRECISA, FA-2104N) de aproximadamente 0,5 g das amostras submetidas à extração. Em seguida, 5 mL de uma solução de água e acetona (1:1) foi adicionada aos muffins e farinhas analisados e as amostras foram, então, guardadas, ao abrigo da luz para, no dia seguinte, dar-se início a

realização da segunda etapa do processo. Para essa etapa, as amostras foram dispostas em centrífuga (HITACHI, CR 21GIII) por 10 minutos em uma velocidade de 2000 g por três centrifugações consecutivas em temperatura ambiente. Após o término de cada centrifugação foi feita a coleta do sobrenadante resultante e a adição de 5 mL da mesma solução de água com acetona adicionada anteriormente. Todas as amostras procederam da mesma maneira.

O teor de polifenóis total das farinhas e muffins foi quantificado a partir da equação  $y = 0,0092x + 0,0075$  ( $r = 0,999$ ) construída de uma curva analítica de solução de ácido gálico ( $5000 \text{ mg L}^{-1}$ ). O procedimento foi realizado a partir de uma solução padrão e da preparação de soluções com  $250 \mu\text{L}$  da diluição do sobrenadante obtido no processo de extração acrescido de  $1500 \mu\text{L}$  de água Milli-Q e  $250 \mu\text{L}$  de Folin-Ciocalteu 1 N. Após obtenção das soluções, as mesmas foram agitadas durante 20 segundos e deixadas em repouso por 5 minutos. Ao término desse tempo, foram adicionados  $1000 \mu\text{L}$  de uma solução de bicarbonato de sódio 7%. Novamente, foi realizada a agitação por 20 segundos, as soluções foram mantidas em repouso, ao abrigo da luz, por 120 minutos. Transcorrido esse tempo, se procedeu a leitura das absorbâncias em um espectrofotômetro UV-Vis (Spectrale, RE1304030) a 765 nm. O conteúdo fenólico total foi, então, expresso em miligramas equivalentes de ácido gálico por grama de farinha ou muffin ( $\text{mg.GAE.g}^{-1}$ ).

Os antioxidantes são substâncias capazes de reduzir a velocidade de oxidação através da desativação de radicais livres (ALMEIDA et al., 2016). Em vista disso, o método utilizado para determinação da atividade antioxidante das farinhas e muffins analisados tem como princípio a verificação da capacidade sequestradora de um antioxidante diante de um radical peroxila induzido pelo AAPH (2,2'-Azobis (2-amidinopropane) dihydrochloride) em temperatura de  $37^\circ\text{C}$  e em pH 7,4. Primeiramente, uma curva padrão de 8 pontos com o padrão Trolox ( $16-96 \mu\text{M}$ ) foi confeccionada. Em uma microplaca de ELISA, de cor preta, foram adicionados  $25 \mu\text{L}$  do padrão ou dos extratos de farinha ou muffin, diluídos em uma solução tampão de fosfato de potássio  $75 \text{ mM}$  e  $150 \mu\text{L}$  de uma solução de trabalho de fluoresceína ( $81 \text{ nM}$ ) para posterior incubação da placa por 10 minutos a  $37^\circ\text{C}$ , sendo os últimos 3 minutos sob agitação constante. Transcorrido esse tempo, foram adicionados  $25 \mu\text{L}$  de uma solução de AAPH

(152 mM), a qual gera radical peroxila em 37 °C. O monitoramento do decaimento da fluorescência foi, então, realizado em um leitor de fluorescência (Enspire 2300, Multimode Plate Reader, Perkin Elmer, USA) a 37°C por 90 min ou até atingir menos de 0,5% do valor inicial. Os comprimentos de onda de excitação e emissão utilizados foram 485 e 528nm, respectivamente. Por fim, os cálculos foram realizados a partir da obtenção da área sob a curva (AUC) e o valor do branco (contendo apenas tampão fosfato) subtraído para obtenção da AUC líquida. A AUC é dada segunda a Equação (1) e os resultados estão expressos como  $\mu\text{mol}$  de Trolox equivalentes por g de amostra ( $\mu\text{mol TE g}^{-1}$  amostra).

$$AUC = 1 + f^1/f_0 + f^2/f_0 + f^3/f_0 + \dots f^n/f_0 \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

$f_n$  = fluorescência relativa em um ciclo de leitura (1 min)

$f_0$  = fluorescência no tempo zero

### 2.3.3 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial dos muffins foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos. As amostras foram apresentadas simultaneamente a um total de 50 provadores, sendo 32 mulheres e 18 homens, não treinados, os quais realizaram a avaliação do produto através de uma escala hedônica de 9 pontos (1- desgostei muitíssimo; 9- gostei muitíssimo). Os atributos avaliados foram: aparência, cor, odor, sabor, sabor residual, textura e aceitação global. Além disso, a intenção de compra (ficha apresentada no apêndice) e o índice de aceitabilidade (IA) do produto foi calculado a partir da Equação (2):

$$IA (\%) = \frac{(A*100)}{B} \quad \text{Equação (2)}$$

\* Onde A é a nota média obtida para o muffin e B é a nota máxima da escala.

### 2.3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram avaliados estatisticamente utilizando o *software* Statistica. Para a análise de variância (Two -Way, ANOVA) foi utilizado o teste de Tukey com 95% de confiança.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 VOLUME ESPECÍFICO E RENDIMENTO

A Tabela 7 apresenta os valores de volume específico obtidos e o rendimento dos muffins.

Tabela 7: Resultados de volume específico e rendimento para os muffins controle e com alfarroba em pó.

Amostras	Volume Específico (cm <sup>3</sup> . g <sup>-1</sup> )	Peso massa(g)	Peso produto(g)	Rendimento (%)
M. Controle	1,79 ± 0,16 <sup>a</sup>	50,04 ± 0,035 <sup>a</sup>	40,08 ± 0,576 <sup>a</sup>	80,10
M. 6,25% ALF	1,85 ± 0,21 <sup>a</sup>	50,27 ± 0,376 <sup>a</sup>	41,18 ± 0,424 <sup>a</sup>	81,92
M. 12,50% ALF	1,96 ± 0,03 <sup>a</sup>	50,42 ± 0,511 <sup>a</sup>	41,31 ± 1,027 <sup>a</sup>	81,94

Fonte: O autor, 2019

\*Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância.

De acordo com a Tabela 7 as amostras não apresentaram diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) para volume específico e rendimento. Em estudo realizado por Sciammaro (2018) resultados superiores de volume específico ( $2,52 \pm 0,02$  e  $2,17 \pm 0,02$ ) foram obtidos para muffins sem glúten com adição, em base farinácea, de 33,34% e 66,64% de alfarroba em pó, em misturas com 33,33% e 16,68% de farinha de milho e farinha de arroz, respectivamente. Portanto, é possível que o percentual de alfarroba em pó adicionado no presente estudo seja insuficiente para acarretar alterações significativas no parâmetro avaliado.

Ramos, Barreto e Sandri (2012) na preparação de pré-mistura para bolos sem glúten, com diferentes percentuais de farinha de arroz, 68,33% e 81,66%, e farinha de linhaça, 31,67% e 18,34%, encontram valores semelhantes de volume específico: 1,89 cm<sup>3</sup>/g e 1,96 cm<sup>3</sup>/g. Souza e colaboradores (2013) também

obtiveram resultados similares ( $1,9 \text{ cm}^3/\text{g}$ ) em bolos sem glúten formulados com farinha de casca de mandioca (50%) e arroz (50%).

Em estudo realizado por Barros et al. (2018), muffins com glúten adicionados de farinha de feijão (30%) de diferentes classes foram elaborados. Nesse estudo, o volume específico e o rendimento encontrados para os bolos formulados foram  $1,89 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1} \pm 0,40$  e 85% e  $1,87 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1} \pm 0,29$  e 88% para o bolo padrão sem adição da farinha de feijão e o bolo com farinha de feijão branco, respectivamente. Segundo Houben et al. (2012), produtos sem glúten tendem a apresentar baixos volumes. Dessa maneira, é possível observar que os muffins sem glúten desenvolvidos obtiveram bons resultados, visto que os mesmos foram similares à resultados de bolos com glúten citados acima.

### 3.2 ANÁLISE DE TEXTURA

De acordo com a análise dos resultados apresentados na Tabela 8, os muffins avaliados apresentaram diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) nas propriedades físicas relacionadas à firmeza, mastigabilidade e gomosidade. Esse fato pode ser relacionado à composição da alfarroba que apresenta de 20 a 30% de glicídios simples (Souza et al., 2017) e a presença da goma de alfarroba, em seu endosperma, que contém propriedades de gelificação que, juntamente, com a goma xantana, atuam na absorção de umidade do produto.

Tabela 8: Resultados análise de textura dos muffins controle e com alfarroba em pó.

Parâmetros	M. Controle	M. 6,25% ALF	M. 12,5% ALF
Firmeza (N)	$11,86 \pm 1,52^a$	$9,59 \pm 0,48^{ab}$	$8,64 \pm 0,55^b$
Coesividade	$0,79 \pm 0,05^a$	$0,84 \pm 0,05^a$	$0,79 \pm 0,04^a$
Elasticidade	$1,07 \pm 0,01^a$	$1,07 \pm 0,004^a$	$1,06 \pm 0,01^a$
Mastigabilidade (N)	$10,12 \pm 1,27^a$	$8,65 \pm 0,73^{ab}$	$7,33 \pm 0,63^b$
Gomosidade (N)	$9,46 \pm 1,17^a$	$8,06 \pm 0,66^{ab}$	$6,88 \pm 0,62^b$
Resiliência	$0,29 \pm 0,02^a$	$0,3 \pm 0,01^a$	$0,28 \pm 0,03^a$

Fonte: O autor, 2019

\*Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5%.

Segundo Dal'aqua (2018) a firmeza ou dureza está relacionada à força necessária para ocasionar uma pré-deformação, ou seja, quanto maior a força requerida, maior a dureza do alimento. Em vista disso e do decréscimo dos valores encontrados (Tabela 8), é possível perceber que a adição de 6,25% de alfarroba não proporcionou diferença significativa no bolo, em comparação ao controle, no entanto, já a adição de 12,5% de alfarroba em pó proporcionou um aumento significativo da maciez.

A mastigabilidade e a gomosidade estão relacionadas a energia requerida para ocasionar a desintegração de um alimento sólido ou semi-sólido, respectivamente (SILVA, 2013). Logo, apresentam relação com a firmeza do produto, visto que alimentos com menor dureza requerem uma menor energia para se desintegrar. Assim, os resultados encontrados para esses parâmetros também apresentaram valores menores com a adição de alfarroba, sendo que as diferenças significativas se deram com a substituição de 12,5% desta farinha.

A coesividade é um parâmetro de textura que avalia a capacidade dos componentes estruturais se manterem unidos (SCIAMMARO et al., 2018). De acordo com os resultados, não houve diferenças significativas entre os bolos formulados. Os valores obtidos ficaram entre 0,79 (formulação controle e 12,5% de alfarroba em pó) e 0,84 (6,25% de alfarroba em pó). Em estudo, Correa e colaboradores (2017) encontram valores de coesividade semelhantes, entre 0,72 e 0,74 ao adicionar, em pães, diferentes percentuais de alfarroba (10%,15%,20% e 30%).

De acordo com Kowask, Carr e Tadini (2003) a elasticidade é definida como a velocidade com a qual o material, após a remoção da força que o deformou volta ao seu estado inicial. Para os muffins elaborados, o valor da elasticidade ficou entre 1,06 (12,5% de alfarroba em pó) e 1,07 (formulação controle e com 6,25% de farinha alfarroba em pó), não havendo diferença significativa entre as três amostras. O mesmo comportamento foi observado para a resiliência, ou seja, o esforço que o produto faz para recuperar a sua altura original (GUINÉ, CORREIA, CORREIA, 2015). Rodrigues e colaboradores (2017) obtiveram valores semelhantes (1,0) para bolos sem glúten elaborados com biomassa de banana verde.

Em um estudo realizado por Galán (2009) muffins com glúten com até 20% de alfarroba apresentaram aumento na firmeza e mastigabilidade do

produto com posterior queda em percentuais maiores. Em contrapartida, Andrade (2018) obteve, na elaboração de bolos com aplicação de galactomana das sementes de *Cassia grandis*, valores de firmeza ( $9,85 \pm 0,84$ ;  $10,69 \pm 1,24$  e  $8,69 \pm 0,91$ ), coesividade ( $0,72 \pm 0,04$ ;  $0,75 \pm 0,05$  e  $0,72 \pm 0,09$ ) e mastigabilidade ( $6,35 \pm 1,41$ ;  $7,07 \pm 0,95$  e  $5,49 \pm 1,12$ ) com 0%, 0,5% e 1%, respectivamente, semelhantes ao do presente estudo.

### 3.3 ANÁLISE DE COR

Os resultados da análise de cor dos muffins desenvolvidos estão apresentados na Tabela 9 e na Figura 6, respectivamente.

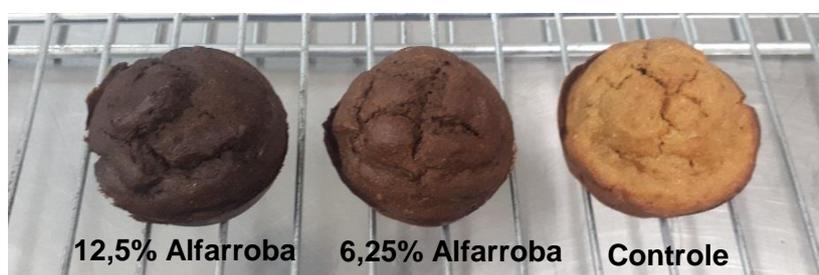
Tabela 9: Resultados análise de cor dos muffins controle e com alfarroba em pó.

Parâmetros	M. Controle	M. 6,25% ALF	M. 12,5% ALF
L*	$37,29 \pm 0,16^a$	$21,42 \pm 0,56^b$	$17,91 \pm 0,92^c$
a*	$3,76 \pm 0,19^c$	$4,49 \pm 0,35^a$	$3,77 \pm 0,19^{bc}$
b*	$13,45 \pm 0,73^a$	$7,55 \pm 0,49^b$	$5,22 \pm 0,3^c$

Fonte: O autor, 2019

\*Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5%.

Figura 6: Fotografias dos muffins controle e com diferentes percentuais de alfarroba em pó.



Fonte: O autor, 2019

Os resultados apresentados na Tabela 9 indicam que houve variação significativa entre as amostras. Além disso, é possível observar que a adição da alfarroba em pó ocasionou um decréscimo no valor do parâmetro L\* (luminosidade). Segundo Souza (2017) a alfarroba em pó contém de 20 a 30% de glicídios simples (glicose, frutose e sacarose) e 4,5% de proteína. Em vista disso, é possível que a conferência de uma coloração mais acastanhada e

escura tenha se dado pelo desenvolvimento de reações de Maillard durante a etapa de cozimento do produto. Segundo Francisquini *et al.* (2017), essas reações ocorrem na presença de açúcares redutores e aminoácidos que juntamente com a sacarose tendem a sofrer hidrólise parcial e favorecer o escurecimento.

O menor e o maior valor obtido para o parâmetro  $L^*$  (luminosidade) e  $b^*$  (cromaticidade) foram atribuídos, respectivamente, ao muffin com 12,5% de alfarroba ( $17,91 \pm 0,92$  e  $5,22 \pm 0,3$ ) e ao muffin isento de alfarroba ( $37,29 \pm 0,16$  e  $13,45 \pm 0,73$ ). Conseqüentemente, o primeiro apresentou-se com coloração mais escura e o segundo apresentou-se com coloração mais clara e amarelada (Figura 6). Em estudo realizado por Galán (2009), muffins desenvolvidos a partir da substituição da farinha de trigo por diferentes percentuais de farinha de alfarroba (0%;10%;20%;30%,40% e 50%) apresentaram diminuição dos valores de  $L^*$  e  $b^*$  com o aumento gradativo do percentual de alfarroba em pó utilizado, como no presente trabalho.

Em muffin sem glúten elaborado com 4,25% de biomassa de banana verde, Silva (2018) obteve na análise da cor do miolo valores de  $46,10 \pm 2,10$ , para  $L^*$ ,  $2,33 \pm 1,21$ , para  $a^*$ , e  $14,53 \pm 3,8$ , para  $b^*$ . Valores semelhantes aos encontrados para o muffin obtido a partir da formulação do presente estudo.

Sciammaro *et al.* (2018), desenvolveram muffins sem glúten com farinha de milho (50%) e farinha de arroz (50%) e obtiveram o valor de  $67,30 \pm 1,80$  para luminosidade. É possível, portanto, que a menor luminosidade do muffin controle do presente trabalho esteja relacionada com aspectos referentes a farinha de batata doce, visto que o muffin controle é composto por 50% de farinha de arroz e 50% de farinha de batata doce.

### **3.4 ANÁLISE DA ESTRUTURA INTERNA DOS MUFFINS (ALVÉOLOS)**

Foram analisados o percentual de poros maiores que  $5 \text{ mm}^2$ , a densidade alveolar por  $\text{cm}^2$ , a porosidade total (%) e o tamanho médio dos poros dos bolos, apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Resultados da análise da estrutura interna do miolo dos muffins controle e com inclusão de alfarroba em pó.

<b>Parâmetros</b>	<b>M. Controle</b>	<b>M. 6,25% ALF</b>	<b>M. 12,5% ALF</b>
Poros > 5 mm <sup>2</sup> (%)	0,45 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,4 ± 0,021 <sup>a</sup>	0,44 ± 0,038 <sup>a</sup>
Densidade alveolar (cm <sup>-2</sup> )	3,48 ± 0,47 <sup>c</sup>	16,07 ± 0,49 <sup>b</sup>	27,63 ± 1,36 <sup>a</sup>
Porosidade total (%)	92,5 ± 0,42 <sup>a</sup>	82 ± 3,87 <sup>b</sup>	55,47 ± 1,25 <sup>c</sup>
Tamanho médio (cm)	0,34 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,05 ± 0,004 <sup>b</sup>	0,03 ± 0,01 <sup>b</sup>
Nº de células encontradas	16,5 ± 1,00 <sup>b</sup>	36,5 ± 7,7 <sup>b</sup>	136,3 ± 6,35 <sup>a</sup>

Fonte: O autor, 2019

\*Letras diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa entre as amostras ( $p < 0,05$ ).

De acordo com a Tabela 10 as amostras não apresentaram diferenças significativas no que diz respeito ao percentual de poros com tamanho maior que 5 mm. No entanto, foram verificadas diferenças significativas referentes à densidade alveolar. Pode-se observar, ainda, que a adição da alfarroba proporcionou um grande aumento na área ocupada pelos alvéolos.

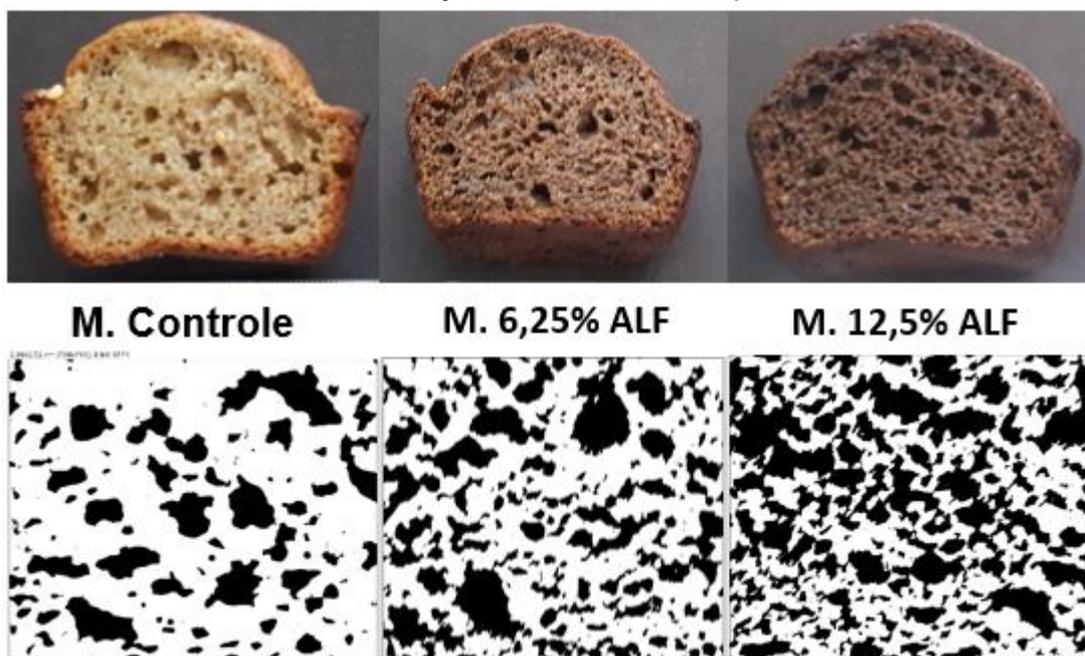
A porosidade total, o tamanho médio dos poros e o número de células encontradas também apresentaram diferenças significativas entre os muffins analisados. Através dos resultados obtidos é possível verificar que houve um significativo decréscimo da porosidade com a adição da alfarroba que também está relacionada a maior densidade celular encontrada com o acréscimo dessa farinha. De acordo com Da Rosa Machado e Thys (2019), densidades celulares e volumes específicos maiores, assim como porosidades e porcentagens de poros > 5 mm menores indicam produtos de qualidade superior. Sendo assim, a adição da alfarroba se mostrou positiva para obtenção de muffins sem glúten com estrutura interna melhor e, conseqüentemente, qualidade superior.

O aumento do número de células encontradas e o decréscimo do tamanho médio dos alvéolos apresentado por meio de valores numéricos na Tabela 10 podem ser visualizados na imagem de fatias dos muffins e na imagem da respectiva projeção dos alvéolos do mesmo ilustrados na Figura 7.

A partir da análise da Figura 7 pode-se observar que com o aumento da farinha de alfarroba em pó, houve uma redução dos poros maiores e mais heterogêneos em tamanho, visualmente encontrados no muffin controle. Kuntz (2013) afirma ter encontrado comportamento semelhante ao adicionar 2%,5% e

8% de inulina em muffins. Perales (2011) afirma que a obtenção de uma estrutura alveolar com poros maiores, mais abertos e em menor número tem relação com a incorporação de ar ocasionada na etapa do batimento e, conseqüentemente, influência na obtenção de volumes finais mais baixos. No entanto, os volumes encontrados, no presente trabalho, não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

Figura 7: Fotografia e imagem retirada do software ImageJ da estrutura interna dos muffins controle e com adição de alfarroba em pó.



Fonte: O autor, 2019

### 3.5 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL TEÓRICA

Os resultados obtidos para a determinação teórica da composição centesimal dos muffins estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11: Composição centesimal dos muffins por porção de 100g.

<b>Porção 100 g</b>	<b>M. Controle</b>	<b>M. 6,25% ALF</b>	<b>M. 12,5% ALF</b>
Valor energético (Kcal)	355,0	355,2	355,4
Carboidratos (g)	64,58	63,38	62,18
Proteínas (g)	17,22	17,78	18,32
Gorduras Totais (g)	3,52	3,58	3,64
Fibra alimentar (g)	1,36	1,9	2,44
Cálcio (mg)	598,36	598,36	598,36
Sódio (mg)	335,24	333,42	331,58

Fonte: O autor, 2019

Entre os resultados obtidos podemos ressaltar o alto teor proteico dos produtos elaborados. De acordo com a RDC nº 54 de 2012 da ANVISA um alimento é considerado com alto conteúdo de proteína quando contém no mínimo 12 g de proteína em 100 g. Em vista disso, pode-se inferir que os muffins formulados apresentam alto conteúdo de proteínas em sua composição, aspecto esse de grande importância tecnológica e nutricional para produtos sem glúten, entretanto, tendo em vista que os resultados obtidos são teóricos, para confirmar tal aspecto, este deveria ser analisado e confirmado com análise química. Em estudo realizado por Matos, Sanz e Rosell (2014) valores inferiores de proteína foram encontrados, 10,43% e 11,5%, em muffins com glúten formulados com 13% de isolado proteico de ervilha e muffins sem glúten formulados com isolado proteico de soja, respectivamente.

Os muffins com a adição de farinha de alfarroba apresentaram um aumento significativo, 39,71% (M. 6,25% ALF) e 79,41% (M. 12,5% ALF), em relação ao muffin controle, na quantidade de fibras. Segundo Sciammaro, Ferrero e Puppo (2018) a farinha de alfarroba contém um total de 25% de fibra alimentar em sua composição. Logo, é possível que os maiores percentuais encontrados estejam relacionados à adição da mesma e à elevada quantidade de fibra alimentar contida em sua composição. Almeida, Lopes e Teixeira (2017), em estudo, encontraram 2,1% de fibra alimentar em muffins de banana, valor semelhante ao obtido em muffins de banana sem glúten com 14% de cacau. No entanto, o percentual de gordura encontrado neste estudo foi 19,18%, valor superior aos muffins de alfarroba. De acordo com Farias e colaboradores (2019), enquanto a farinha de alfarroba contém baixo teor lipídico, em torno de 0,5%, o cacau contém 23% de gordura em sua composição.

Souza (2017) afirma ter encontrado valores similares para valor energético (355 Kcal), carboidratos (68,33%) e fibra (1,33%) em bolos sem glúten com adição de 6,25% de linhaça. Morais et al. (2018), em contrapartida obteve valores inferiores para fibra, 0,49% e 0,96%, e proteína, 6,34% e 6,19%, e superior para lipídeos (13,44%) em cupcakes com glúten elaborados, respectivamente, com 0% e 5% de farinha de fibra de caju. A baixa qualidade nutricional é um dos principais desafios dos produtos sem glúten, em vista disso e dos resultados apresentados, é possível verificar que a alfarroba agregou valor nutricional aos muffins elaborados.

### 3.6 TEOR DE POLIFENÓIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

O teor de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante dos muffins e farinhas utilizadas foram quantificados pelos métodos de Folin-Ciocalteu e pela verificação da capacidade de desativação do radical peroxila (ORAC), respectivamente. Os resultados encontrados são mostrados nas Tabelas 12 e 13.

Tabela 12: Compostos fenólicos totais das farinhas e muffins.

<b>Matéria-prima</b>	<b>mg.GAE.g<sup>-1</sup></b>	<b>Produto final</b>	<b>mg.GAE.g<sup>-1</sup></b>
Farinha de Arroz	0,016 ± 0,002 <sup>c</sup>	M. Controle	0,054 ± 0,001 <sup>c</sup>
Farinha de Batata-doce	0,153 ± 0,070 <sup>b</sup>	M. 6,25% ALF	0,072 ± 0,003 <sup>b</sup>
Alfarroba em pó	0,613 ± 0,032 <sup>a</sup>	M. 12,5% ALF	0,091 ± 0,003 <sup>a</sup>

Fonte: O autor, 2019

\*Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa entre as amostras (p<0,05).

Tabela 13: Capacidade antioxidante das farinhas e muffins.

<b>Matéria-prima</b>	<b>µmol.TE.g<sup>-1</sup></b>	<b>Produto final</b>	<b>µmol.TE.g<sup>-1</sup></b>
Farinha de Arroz	72,3 ± 4,47 <sup>cb</sup>	M. Controle	33,7 ± 2,72 <sup>c</sup>
Farinha de Batata-doce	146,5 ± 3,97 <sup>b</sup>	M. 6,25% ALF	86,1 ± 3,13 <sup>b</sup>
Alfarroba em pó	1455,9 ± 25,9 <sup>a</sup>	M. 12,5% ALF	139,5 ± 1,23 <sup>a</sup>

Fonte: O autor, 2019

\*Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa entre as amostras (p<0,05).

De acordo com os dados das Tabelas 12 e 13 é possível observar que a adição da farinha de alfarroba elevou a quantidade de polifenóis e a capacidade antioxidante dos muffins, quando em comparação ao controle. Isso se deve ao alto nível de compostos bioativos e a elevada capacidade antioxidante presente na farinha da alfarroba.

A partir dos resultados encontrados, é possível verificar que a farinha de alfarroba apresenta quantidades bastante superiores de compostos bioativos que as demais farinhas utilizadas. Em estudo realizado com a caracterização de farinhas de alfarroba, foram encontrados valores de compostos fenólicos de 0,71 ± 0,06 mg.GAE.g<sup>-1</sup> para a farinha obtida a partir da moagem do gérmen de

alfarroba, resultado similar ao obtido no presente estudo (Durazzo et al. 2014). Já na determinação de polifenóis em amostras de alfarroba, coletadas em diferentes estágios de maturação, foram obtidos valores entre 0,05 e 0,2 mg.GAE.g<sup>-1</sup>, sendo os maiores valores encontrados ao final do desenvolvimento do vegetal (Benchikh et al. 2014).

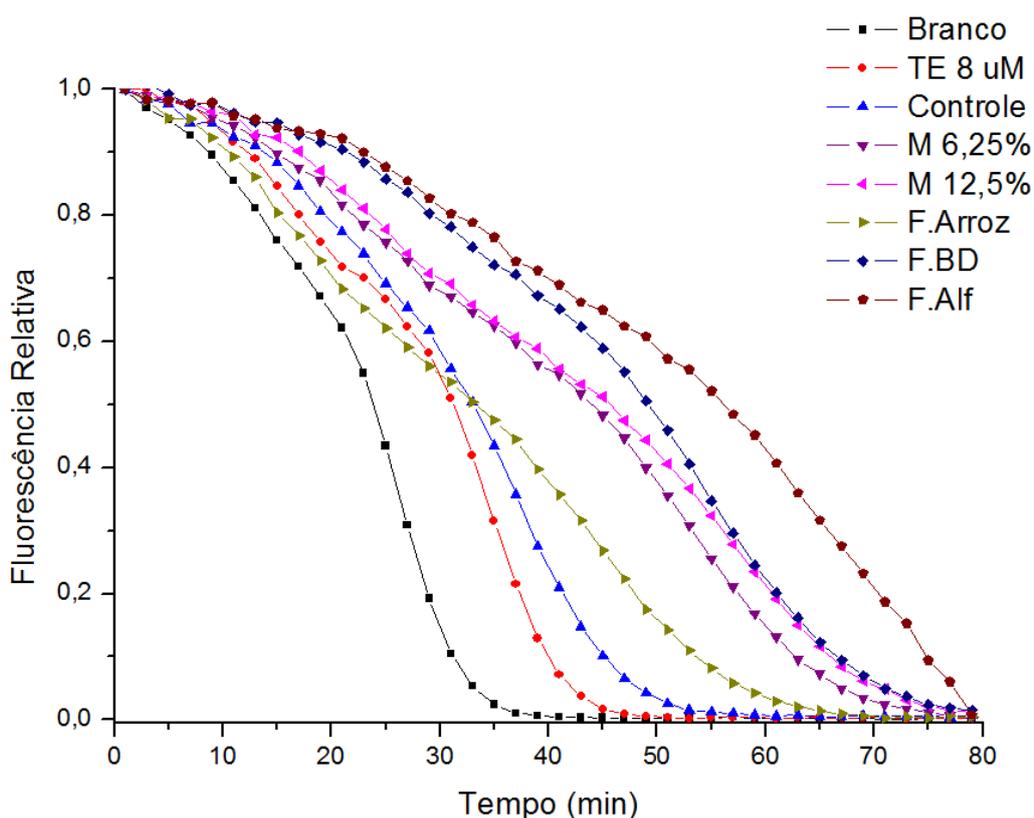
Valores superiores foram relatados por Turfani e colaboradores (2017) na elaboração de pães com diferentes misturas de farinha de trigo e alfarroba. Em seu estudo, na substituição de 6% da farinha de trigo por farinha de germe de alfarroba foi encontrado 1,321 mg.GAE.g<sup>-1</sup>. Ainda, valores inferiores (0,518 mg.GAE.g<sup>-1</sup>) a este, no entanto, superiores ao obtido nos muffins, foram relatados ao realizar a substituição com 10% de farinha de semente de alfarroba refinada. Já Sciammaro e colaboradores (2018) relataram valores de 0,0195 mg.GAE.g<sup>-1</sup> e 0,0295 mg.GAE.g<sup>-1</sup> em muffins sem glúten com substituição de 33,32% e 66,64% de alfarroba, respectivamente.

Segundo Sciammaro, Ferrero e Puppo (2015), a farinha obtida a partir dessa leguminosa apresenta, por ORAC, em torno de 1200 µmol de Trolox por grama de farinha. Em relação a atividade antioxidante, os muffins elaborados apresentaram valores entre 33,7 e 139,5 µmol de Trolox por grama de amostra, sendo os maiores valores observados nos muffins com maior incremento de alfarroba. Albertos e colaboradores (2015), em estudo, relataram valores de 428,01 ± 24,43 µmol. Trolox.g<sup>-1</sup> em casca de semente de alfarroba. Valores semelhantes de 75 e 100 µmol.Trolox.g<sup>-1</sup> foram encontrados por Hernández et al. (2015) ao analisar a capacidade antioxidante de massas com semente de amaranto (50%) cruas e cozidas, respectivamente.

O teor de polifenóis e a capacidade antioxidante, nas farinhas, variaram entre 0,016 a 0,613 mg.GAE.g<sup>-1</sup> (Tabela 12) e 72,3 a 1455,9 µmol.Trolox.g<sup>-1</sup> (Tabela 13). Portanto, a partir da análise dos resultados, é possível observar que a farinha de alfarroba apresenta valores muito superiores em ambas as análises. Evidenciando, assim, o seu potencial como antioxidante natural (Albertos et. al. 2015). Em estudo realizado por Morais et al. (2018), foi relatado uma capacidade antioxidante de 130,58 ± µmol.Trolox.g<sup>-1</sup> em farinha de batata doce púrpura. Das e Bhattacharya (2019) relataram valores de 0,68 mg.GAE.g<sup>-1</sup> para farinha de arroz vermelho extrusado.

A Figura 8 apresenta a curva de decaimento de fluorescência confeccionada para o padrão Trolox (16-96  $\mu\text{M}$ ), para o branco e para as amostras estudadas. O maior tempo de decaimento da fluorescência indica uma maior capacidade antioxidante, visto que há um decréscimo na velocidade de reação de perda da fluoresceína através da maior transferência de átomos de hidrogênio ao radical peroxila (Morais, 2018).

Figura 8: Decaimento de fluorescência para as farinhas de arroz (F. Arroz), de batata doce (F.BD), de alfarroba (F. ALF) e para os muffins, utilizados no cálculo da atividade antioxidante pelo método ORAC.



Fonte: O autor, 2019

A partir da Figura 8 é possível demonstrar, em vista do maior tempo de decaimento apresentado, o elevado potencial antioxidante da farinha de alfarroba frente as demais farinhas.

Segundo Arribas e colaboradores (2019) os cereais e as leguminosas costumam conter altas quantidades de compostos fenólicos que podem ser perdidos quando expostos à altas temperaturas. Entretanto, a partir da análise

das Tabelas 12 e 13 e dos percentuais totais (1,55% e 3,11%) de alfarroba utilizados na formulação (Tabela 6), pode-se observar que grande parte dos compostos bioativos foram mantidos. Com base nisso e nos dados apresentados, é possível verificar que a farinha de alfarroba contém alto teor de compostos bioativos presentes em sua composição. Sendo assim, sua utilização como ingrediente em formulações se mostra bastante benéfica em aspectos nutricionais.

### 3.7 ANÁLISE SENSORIAL

Os resultados referentes aos sete parâmetros sensoriais analisados e a aceitabilidade dos muffins avaliados estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14: Resultados obtidos pela análise sensorial realizada com os muffins controle e com adição de farinha de alfarroba em pó.

<b>Notas atribuídas</b>			
<b>Atributos</b>	<b>M. Controle</b>	<b>M. 6,25% ALF</b>	<b>M. 12,5% ALF</b>
<b>Aparência</b>	7,88 ± 0,96 <sup>b</sup>	8,34 ± 0,66 <sup>a</sup>	8,14 ± 0,88 <sup>ab</sup>
<b>Cor</b>	7,48 ± 1,18 <sup>b</sup>	7,88 ± 0,98 <sup>ab</sup>	8,32 ± 0,74 <sup>a</sup>
<b>Odor</b>	7,68 ± 1,04 <sup>a</sup>	7,48 ± 1,13 <sup>a</sup>	7,32 ± 1,20 <sup>a</sup>
<b>Textura</b>	6,52 ± 1,88 <sup>a</sup>	6,6 ± 1,68 <sup>a</sup>	6,84 ± 1,69 <sup>a</sup>
<b>Sabor</b>	7,18 ± 1,16 <sup>a</sup>	6,6 ± 1,53 <sup>a</sup>	7,06 ± 1,58 <sup>a</sup>
<b>Sabor residual</b>	6,6 ± 1,48 <sup>a</sup>	6,10 ± 1,53 <sup>a</sup>	6,30 ± 1,62 <sup>a</sup>
<b>Aceitação global</b>	7,04 ± 1,23 <sup>a</sup>	7,14 ± 1,59 <sup>a</sup>	7,38 ± 1,46 <sup>a</sup>
<b>Aceitabilidade (%)</b>			
<b>Aparência</b>	87,56	92,67	90,44
<b>Cor</b>	83,11	87,56	92,44
<b>Odor</b>	85,33	83,11	81,33
<b>Textura</b>	72,44	73,33	76
<b>Sabor</b>	79,78	73,33	78,44
<b>Sabor residual</b>	74	67,78	70
<b>Aceitação global</b>	78,22	79,33	82

Fonte: O autor, 2019

\*Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5%.

A partir da Tabela 14 é possível observar que apenas os atributos relacionados a aparência e a cor do produto apresentaram diferença significativa, já para os demais atributos, a adição da alfarroba não promoveu diferenças significativas. Esse resultado corrobora com os resultados apresentados na análise de cor, tendo em vista a variação estatística das amostras obtidas nessa análise em que se pode observar que o acréscimo da farinha de alfarroba promoveu a redução da luminosidade dos muffins. Além disso, foi possível observar um índice de aceitabilidade superior à 70% para os três muffins. Em estudo realizado por Garcia (2019), a adição de 8,82% de alfarroba na formulação de bolos com glúten, quando comparado à um bolo controle sem alfarroba, apresentou diferença significativa nos atributos relacionados à cor e à aparência sendo, respectivamente, as médias de 8,6 e 8,6, para o bolo controle e 8,1 e 8 para o bolo adicionado de alfarroba. Os demais parâmetros avaliados, aroma, sabor, textura e avaliação global, não apresentaram diferenças significativas entre as amostras. De acordo com Naqash e colaboradores (2017), após o cozimento, bolos sem glúten tendem a apresentar baixa coloração e sabor menos satisfatório. Logo, o acréscimo da farinha de alfarroba, agregou valor aos muffins elaborados sem alterar ou prejudicar a aceitação do produto.

A textura e o sabor residual obtiveram as menores notas. Segundo comentários descritos pelos provadores, a presença de um amargor nas amostras com alfarroba foi evidenciada. Já a textura foi considerada “arenosa” por alguns dos provadores e “crocante” para outros. De acordo com comentário ao degustar os muffins se tinha a sensação de estar “mastigando cristais”. É possível que os cristais mencionados estejam relacionados com as quantidades de açúcar e xilitol adicionados, visto que a observação se manteve para as três amostras. O amargor, por outro lado, se deve, provavelmente, a adição da farinha de alfarroba.

A aceitação global não apresentou diferença significativa em suas médias, e a aceitabilidade foi superior a 75% para as três amostras. Em estudo realizado por Silva (2018), muffins sem glúten formulados com 4,25% de biomassa de banana verde obtiveram, em escala de 9 pontos, uma média de  $6,9 \pm 1,4$ . Garcia (2019), por outro lado, obteve média de  $8,1 \pm 0,86$  para bolos com glúten adicionados de 8,81% de alfarroba.

Segundo Teixeira (1987), um produto é considerado aceito pelos seus provadores quando obtém índice de aceitabilidade (IA) igual ou superior a 70%. Sendo assim, o muffin sem a adição da farinha de alfarroba e o muffin com 12,5% de alfarroba foram considerados aceitos pelos provadores. O muffin com 6,25% de alfarroba obteve IA inferior a 70% para o sabor residual, no entanto, o mesmo apresentou resultado promissor nos demais parâmetros avaliados e obteve aproximadamente metade (24%), do total de 60% dos provadores que comprariam os muffins com alfarroba.

#### **4. CONCLUSÃO**

Este estudo mostrou que a farinha de alfarroba apresenta elevado potencial na elaboração de muffins sem glúten. A adição deste ingrediente se mostrou uma boa alternativa na produção de muffins com maior apelo de saudabilidade, sendo esse um fator bastante relevante na escolha pelo consumidor. Pode-se observar, ainda, que o uso da farinha de alfarroba manteve a maior parte das propriedades estruturais e sensoriais dos bolos, além de proporcionar a elaboração de muffins com propriedades antioxidantes e com boa aceitação sensorial.

Sendo assim, o produto elaborado neste estudo apresenta grande potencial de se tornar um produto disponível no mercado, a fim de aumentar a gama de produtos sem glúten e de produtos com ingredientes que tragam benefícios a saúde do consumidor.

## REFERÊNCIAS

AACC. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 9<sup>o</sup> ed. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1995. Acesso em: 07 de nov. 2019.

ALMEIDA, M.J. et al. 2006. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema  $\beta$ - caroteno /ácido linoleico e método de sequestro de radicais DDPH. Ciência Tecnologia de Alimentos, Campinas, vol.26. 446-452p. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v26n2/30196.pdf>> Acesso em: 09 de nov. 2019.

ANDRADE, J.F. 2018. Aplicação da galactomanana das sementes de *Cassia grandis* e da farinha de feijão-fava em bolos esponja e bolos sem glúten. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Rede Nordeste de Biotecnologia - RENORBIO, Universidade Federal de Pernambuco/UFPE. Acesso em: 7 de jul. 2019.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC N<sup>o</sup> 54, DE 12 DE NOVEMBRO DE 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Aprovada pela Portaria n<sup>o</sup> 354 da ANVISA, de 11 de agosto de 2006. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054\\_12\\_11\\_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864](http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864)> .Acesso em: 22 de nov. 2019.

ARCANO, D.Y.; et al. 2018. Xilitol: Uma revisão sobre o progresso e os desafios de sua produção por rota química. *Catalysistoday*. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0920586118305492>>. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2018.07.060> Acesso em: 02 de dez. 2019.

ARRIBAS, C.; et al. 2019. O efeito da extrusão nos compostos bioativos e na capacidade antioxidante de novos produtos expandidos sem glúten à base de misturas de alfarroba, ervilha e arroz. *Elsevier, Ciência Alimentar Inovadora e Tecnologias Emergentes*, vol.52, 100-107 p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856418311202>> <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.12.003>. Acesso em: 22 de nov. 2019.

BARROS, T.F.L. 2018. Muffins adicionados de farinha de feijão de diferentes classes. Campinas, v.21; <https://doi.org/10.1590/1981-6723.08117> ISSN 1981-6723 on-line version. Acesso em: 15 de nov.2019.

BENCHIKH, Y.; et al, 2014. Alterações no conteúdo fitoquímico bioativo e na atividade antioxidante in vitro da alfarroba (*Ceratonia siliqua* L.) influenciada pelo amadurecimento do fruto. *Industrial Crops and Products*, vol. 60, 298-303 p. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669014003276>><https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.05.048>. Acesso em: 22 de nov. 2019.

CORREA, J.M.; et al. 2017. Technological quality of dough and breads from commercial algarroba-wheat flour blends. *J FoodSciTechnol* DOI 10.1007/s13197-017-2650-4. Acesso em: 16 de nov. 2019.

CREDIDIO, Edson. *Alimentos Funcionais na Nutrologia médica*, São Paulo: Ottoni 2005. Acesso em: 01 de dez. 2019

DA ROSA MACHADO, C.; SILVEIRA THYS, R.C. Grilo em pó (*Gryllus assimilis*) como uma nova fonte alternativa de proteína para pães sem glúten. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 56. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856419303522>> <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102180>. Acesso em: 08 de dez. 2019

DAL'AQUA, F. 2018. Análise do perfil instrumental de textura e caracterização microbiológica de mortadela suína com teor reduzido de sódio. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Acesso em: 16 de nov. 2019

DAS, B.A; BHATTACHARYA, S. 2019. Caracterização da massa e do bolo sem glúten da farinha de arroz vermelha extrusada. *LWT*, vol. 102, 197-204 p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643818310843>><https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.026>. Acesso em: 30 de nov. 2019

DURAZZO, A.; et al, 2014. Caracterização nutricional e componentes bioativos de farinhas de alfarroba comercial. *Food Chemistry*, vol. 153, 109-113 p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814613019110>><https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.045>. Acesso em: 28 de nov. 2019.

ÉPOCA, 2018. Revista época negócios: Brasileiro aumenta consumo de alimentos sem glúten e lactose. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Economia/noticia/2018/06/brasileiro-aumenta-consumo-de-alimentos-sem-gluten-e-lactose.html>> Acesso em: 27 de jul. 2019.

FARIAS,N.J.; et al. 2019. Desenvolvimento de biscoitos integrais à base de alfarroba como uma alternativa para substituição do cacau em pó. *CC BY-NC-ND 4.0 · International Journal of Nutrology* 2019; 12(01): 041-047 DOI: 10.1055/s-0039-1693735. Disponível em: <<https://www.thieme->

connect.com/products/ejournals/html/10.1055/s-0039-1693735> Acesso em: 22 de nov. 2019

FASANO, et al. 2015. Sensibilidade não celíaca ao glúten. AGA, v. 148, ed. 6, 1195-1204 p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016508515000293>>. Acesso em: 27 de jul. 2019.

FENNEMA, O.R.; DAMODARAM, S.; PARKIN, K.L. Química de alimentos de Fennema. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p. Acesso em: 13 de jul. 2019.

FOOD MAGAZINE, 2014. Farinhas. Disponível em: <<https://foodmagazine.com.br/noticia-food-service/farinhas>> Acesso em: 29 jul. 2019

FRANCISQUINI, A.J. 2017. Reação de Maillard: uma revisão. Disponível em : <<https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/541>> DOI: 10.14295/2238-6416.v72i1.541 Acesso em: 15 de nov. 2019

FRANCO, A.V. 2015. Desenvolvimento de pão sem glúten com farinha de arroz e de batata doce. Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/5148/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Vilmara%20Ara%C3%BAjo%20Franco-%202015.pdf>> Acesso em: 02 de dez 2019

FRANCO, A.V.; SILVA, A.F., 2016. Pão sem glúten: busca por novos produtos. Revista processos químicos, artigo geral 15. Acesso em: 02 de dez. 2019

GALÁN, G.A. 2009. Estudo da farinha e da goma de alfarroba (*Prosopis* spp.) Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Ciência dos Alimentos. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/ABEL\\_GONZALEZ-GALAN/publication/266039508\\_ESTUDO\\_DA\\_FARINHA\\_E\\_DA\\_GOMA\\_DE\\_ALGARROBA\\_Prosopis\\_spp/links/550c45690cf212874160b1e8/ESTUDO-DA-FARINHA-E-DA-GOMA-DE-ALGARROBA-Prosopis-spp.pdf](https://www.researchgate.net/profile/ABEL_GONZALEZ-GALAN/publication/266039508_ESTUDO_DA_FARINHA_E_DA_GOMA_DE_ALGARROBA_Prosopis_spp/links/550c45690cf212874160b1e8/ESTUDO-DA-FARINHA-E-DA-GOMA-DE-ALGARROBA-Prosopis-spp.pdf)> Acesso em 14 nov. 2019. Acesso em: 02 de dez. 2019

GARCIA, L.A. 2019. Utilização das farinhas de alfarroba e semente de jaca na substituição do cacau em pó na elaboração de bolo. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Unidade Acadêmica de Saúde da Universidade Federal de Campina Grande. Acesso em: 15 de nov. 2019

GOFIND. GlutenFree Brasil 2018. Disponível em: <<https://www.gofind.online/gluten-free-brasil-2018/>> Acesso em: 27 de jul. 2019.

HERNÁNDEZ, C.A.; et al. 2016. Propriedades funcionais aprimoradas da massa: Enriquecimento com farinha de sementes de amaranto e folhas de amaranto secas. *Journal of Cereal Science*, vol. 72, 84-90 p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521016302892#fig2>> <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.09.014>. Acesso em: 30 de nov. 2019

HOUBEN, A.; HÖCHSTÖTTER, A.; BECKER, T. Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview. *European Food Research and Technology*, v. 235, n. 2, p. 195-208, 2012. Acesso em: 30 de nov. 2019

HOUBEN, et al. 2012. Efeito dos substitutos de glúten em pães sem glúten: uma revisão da literatura científica. Disponível em: <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/17376/1/2015\\_ThamiresMarinhodoBomfim.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/17376/1/2015_ThamiresMarinhodoBomfim.pdf)> Acesso em: 27 jul. 2019

HUANG, D., Ou, B., & Prior, R.L. (2005). The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841-1856. doi: 10.1021/jf030723c. Acesso em 27 jul. 2019

JGH. *Jornal de gastroenterologia e hepatologia: O que é glúten*. JGHF, v. 32, ed. S1, 28 fev. 2017. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jgh.13703>>. Acesso em: 27 jul. 2019.

JULIANTI, E. 2017. Propriedades funcionais e reológicas da farinha composta de batata doce, milho, soja e goma xantana. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, vol. 16, ed.2, 171-177p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X15000211>> <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.05.005> Acesso em: 02 dez. 2019

KOWASL, B.M.; CARR, G.L.; TADINI, C.C. 2015. Parâmetros físicos e de textura de pão francês produzido na cidade de São Paulo. XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Disponível em: <<http://sites.poli.usp.br/pqi/lea/docs/cbcta2002d.pdf>>. Acesso em 16 nov. 2019

KOWASLKI, B.M.; CARR, G.L.; TADINI, C.C. Parâmetros físicos e de textura de pão francês produzido na cidade de São Paulo. XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Acesso em 16 nov. 2019

KUNTZ, G.M. 2013. Efeitos da inulina nas propriedades físicas, químicas, de textura e aceitabilidade no desenvolvimento de muffin destinado a consumidores

em idade escolar. Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de Doutor em Ciência dos Alimentos. Acesso em: 22 de nov. 2019

LEAL, A.R.S; ALMEIDA, E.L. 2016. Influência do sistema de levedação em muffins assados em forno de micro-ondas. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/1127.pdf>> . Acesso em: 09 nov. 2019

Lv, J.; et al. (2012). Phytochemical compositions, and antioxidant properties, and antiproliferative activities of wheat flour. *Food Chemistry* 135:325–331. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.04.141. Acesso em: 09 nov. 2019

MATOS, E.M.; SANZ,T.;ROSELL,M.C. 2014. Estabelecimento da função de proteínas nas propriedades reológicas e de qualidade de muffins sem glúten a base de arroz. *Hidrocoloides alimentares, elsevier*, vol. 35, 150-158p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X13001434>> Acesso em 22 nov. 2019

MIRANDA; Z.M.; GUARIENTI; M.E.; TONON; D.V. 2011. Qualidade tecnológica de trigo. Acesso em: 22 nov. 2019

MONTEMAYOR, M.A., et al. 2019. *Prosopis* spp. Atividades funcionais e suas aplicações em produtos de panificação. *Food Science & Technology*, vol. 94, 12-19p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092422441930425X>><https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.09.023>. Acesso em: 1 dez. 2019

MORAIS, P.C. 2018. Aplicação de farinhas integrais de batata doce púrpura e de couve na elaboração de biscoitos ricos em cálcio. Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção de título de Engenheiro de Alimentos do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Acesso em: 01 dez. 2019

MOURA, F. A. 2013. Valorização tecnológica da polpa de alfarroba. Mestrado integrado em ciências farmacêuticas. Instituto superior de ciências da saúde egas Moniz. Disponível em: <<https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/14124/1/Pessoa%2c%20Ana%20Rita%20Ferreira.pdf>>. Acesso em: 20 de nov de 2019.

NAQASH, et al. 2017. Cozimento sem glúten: combatendo os desafios- Uma revisão. *Trends in Food Science & Technology*, v. 66, 98-107p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224415301230>> <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.004>. Acesso em: 27 jul. 2019

PERALES, S.N. 2011. Efeito das concentrações de  $\alpha$ -amilase maltogênica e gordura na qualidade tecnológica e sensorial de bolos. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos, da Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/255421/1/BedoyaPeralas\\_NoeliaSoledad\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/255421/1/BedoyaPeralas_NoeliaSoledad_M.pdf)>. Acesso em: 27 jul. 2019

RAMOS, C.N.; BARRETO, P.L.; SANDRI, G.I. 2012. Elaboração de pré-mistura para bolo sem glúten. Alim. Nutr., Araraquara v. 23, n. 1, p. 33-38, jan./mar. 2012, ISSN 0103-4235 ISSN 2179-4448 on line. Acesso em: 15 de nov. 2019

RODRIGUES, M.L. et al. 2017. Elaboração e avaliação da textura instrumental de bolos sem glúten e sem lactose de biomassa de banana verde durante armazenamento. Revista Brasileira de Agronomia, vol.7, nº2, 402-406 p. Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/5240/402-406>> Acesso em 16 nov. 2019

SAUERESSIG, Andressa Luciane Ceccon; KAMINSKI, Tiago André; ESCOBAR, Thomas Duzac. Inclusão de fibra alimentar em pães isentos de glúten. Braz. J. Food Technol., Campinas, v. 19, e2014045, 2016. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1981-67232016000100501&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232016000100501&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 24 ago. 2019.

SCHEUER, M.P.; et al. 2011. Trigo: características e utilização na panificação. Revisão. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande. v.13, n.2, p.211-222, 2011 211 ISSN 1517-8595. Acesso em 24 ago. 2019

SCIAMMARO, L.; FERRERO, CL.; PUPPO, MC. 2015. Agregando valor ao fruto de alfarroba. Estudo da composição química e nutricional para sua aplicação em salgadinhos. Revista da Faculdade de Agronomia - La Plata, 114 ( 1 ) ( 2015 ), pp. 115 – 123. Acesso em 29 jul. 2019

SCIAMMARO, L.P.; FERRERO, C.; PUPPO, M.C., 2018. Muffins assados sem glúten, desenvolvidos com farinha de Prosopis alba. LWT, v.98, 568-576p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643818307771>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

SILVA, B.V. 2018. Elaboração de bolos tipo muffins sem glúten com substituição parcial da gordura por biomassa de banana verde. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos. Disponível em:

<<http://www.repository.ufrpe.br/handle/123456789/1409>>.  
<http://hdl.handle.net/123456789/1409>. Acesso em 14 nov. 2019

SILVA, B.V. 2018. Elaboração de bolos tipo muffins sem glúten com substituição parcial da gordura por biomassa de banana verde. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos. Acesso em 20 set. 2019.

SILVA, F.E. 2006. Utilização da farinha de alfarroba (*Ceratonia Siliqua* L.) na elaboração de bolo e avaliação de aceitação por testes sensoriais afetivos. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Nutrição da Faculdade União das Américas – UNIAMERICA. Disponível em: <<https://pleiade.uniamerica.br/index.php/secnutri/article/view/100>> Acesso em: 1 dez. 2019

SILVA, S.W. 2013. Comportamento mecânico do queijo coalho tradicional, com carne seca, , tomate seco e orégano armazenados sob refrigeração. Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, como parte integrante das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Acesso em: 16 de nov. 2019

SOUZA, et al. (2013). Bolos sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca. Seminário: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 2, p. 717-728, mar./abr. 2013, DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n2p717. Acesso em: 15 de nov. 2019

SOUZA, M.A. 2017. Bolo sem glúten e sem lactose: Análise de custo, elaboração e caracterização do produto. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, em Engenharia Química, do departamento de Engenharia Química, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Acesso em 22 nov. 2019

SOUZA, V.C., 2017. Sorvete light de alfarroba com calda de hibisco. Disponível em: <  
[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9085/1/LD\\_COALM\\_2017\\_2\\_04.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9085/1/LD_COALM_2017_2_04.pdf)> Acesso em: 22 nov. 2019

TEIXEIRA, E.; MENERT, E.M.; BARBERTA, P.A. Análise sensorial de alimentos. Florianópolis: UFSC, 1987. 180 p. WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. Food Microbiol. p 115-119, 2007. Acesso em: 19 nov. 2019

THIRANUSORNKIJ, L. et al. 2019. Estudos comparativos das propriedades físico-químicas, hidrólise do amido, índice glicêmico previsto da farinha de arroz Riceberry e suas aplicações no pão. Elsevier, Química de Alimentos, vol, 283, 224-231 p. Disponível em :

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814619301165>>  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.048>. Acesso em 22 nov. de 2019.

TURFANI, V.; et al. 2017. Propriedades tecnológicas, nutricionais e funcionais do pão de trigo enriquecido com farinhas de lentilha ou alfarroba. *LWT*, vol. 78, 361-366 p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643816308076>> <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.030> . Acesso em: 30 nov. 2019

VICI, G.; et al. 2016. Dieta sem glúten e deficiências nutricionais: uma revisão. *Nutrição clínica*, v. 35, ed. 6, 1236-1241p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261561416300887>> Acesso em: 28 jul. 2019.

WANG, K.; et al. 2017. Desenvolvimentos recentes em abordagens de panificação sem glúten: uma revisão. *Food Science Technology*, Campinas, v 37, supl. 1, p.1 a 9 de dezembro de 2017. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612017000500001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612017000500001&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 07 de agosto de 2019.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adição da farinha de alfarroba nos muffins formulados apresentou resultados promissores relacionados à textura e composição nutricional. Pode-se observar que houve uma melhora significativa na maciez, relacionada ao decréscimo da firmeza, mastigabilidade e gomosidade, nos muffins com o acréscimo da farinha de alfarroba, em especial, o com 12,5% de alfarroba. Além disso, a análise da estrutura interna do miolo do muffin evidenciou, em comparação ao controle, um aumento da densidade alveolar e uma estrutura com poros de tamanhos mais homogêneos pode ser obtida. Com relação à composição, pode-se evidenciar que a formulação utilizada resultou em mais de 12 g de proteína em 100 g de produto sólido, podendo, assim, ter alegação de “alto conteúdo” de proteína. Ainda, as amostras com alfarroba apresentaram significativo aumento no teor de fibras e baixa quantidade de lipídeos.

Os muffins apresentaram tons de coloração bem distintos uns dos outros, sendo visível um gradual escurecimento com o aumento do percentual de farinha adicionado. Inclusive, foram os atributos visuais, aparência e cor, que obtiveram as melhores notas na análise sensorial e apresentaram aceitabilidade superior a 80%. Ainda, os resultados mostraram que os bolos formulados foram bem aceitos e de um total de 78% dos provadores que comprariam o produto, 60% escolheriam os muffins com alfarroba, evidenciando, assim, a boa aceitabilidade e perspectiva de venda do produto elaborado.

Por fim, o alto teor de compostos bioativos presentes na alfarroba e a sua potencial capacidade de atuar como antioxidantes foram demonstrados. Com isso, pode-se concluir que a adição da farinha de alfarroba melhorou a qualidade dos muffins e mostrou-se como uma alternativa promissora de ingrediente a ser utilizado na elaboração de bolos com maior apelo de saudabilidade na linha *gluten-free*.

## REFERÊNCIAS

ADICEL. Goma. Disponível em: <<https://www.adicel.com.br/blog/index.php/noticias/item/goma>> Acesso em: 28 jul. 2019

ADITIVOS & INGREDIENTES, 2016. Reologia dos hidrocoloides. Disponível em: <[https://aditivosingredientes.com.br/upload\\_arquivos/201703/2017030256659001488913630.pdf](https://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201703/2017030256659001488913630.pdf)> Acesso em: 30 jul. 2019

ADITIVOS & INGREDIENTESf. Os tipos de gomas e suas aplicações na indústria. Disponível em: <[https://aditivosingredientes.com.br/upload\\_arquivos/201601/2016010030333001453488327.pdf](https://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201601/2016010030333001453488327.pdf)> Acesso em: 30 de jul. 2019

ADITIVOS INGREDIENTES. Os ingredientes enriquecedores na panificação. Acesso disponível em: <<https://aditivosingredientes.com.br/artigos/panificacao/os-ingredientes-enriquecedores-na-panificacao>>. Acesso em: 28 de agosto de 2019.

ALVES, C.R. 2013. Caracterização de gomas extraídas de seis tipos de sementes de leguminosas. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/107308/320188.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 29 jul. 2019

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. PORTARIA N° 540 DE 27 DE OUTUBRO DE 1997. Regulamento técnico de aditivos alimentares. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/391619/PORTARIA\\_540\\_1997.pdf/3c55fd22-d503-4570-a98b-30e63d85bdad](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/391619/PORTARIA_540_1997.pdf/3c55fd22-d503-4570-a98b-30e63d85bdad)> Acesso em 30 jul. 2019

APAS. Associação Paulista de Supermercados. Alimentação saudável impulsiona mercado brasileiro sem glúten. Disponível em: <<https://portalapas.org.br/alimentacao-saudavel-impulsiona-mercado-brasileiro-sem-gluten/>> Acesso em 27 jul. 2019

APLEVICZ; S.K.; MOREIRA; P.J. 2015. Avaliação de goma xantana e carboximetilcelulose em pães para celíacos. Acesso em 27 jul. 2019

BARRACOSA, P .; OSÓRIO, J .; CRAVADOR, A. Avaliação da diversidade de frutos e sementes e caracterização de cultivares de alfarroba (*Ceratonia siliqua* L.) na região do Algarve. *Scientia Horticulturae*, v. 114, p. 250-257, 2007. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423807002415?via%3Dihub>><https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.06.024>. Acesso em 04 de ago. 2019

BARROS, 2018. Goma xantana: o que é e para que serve. Disponível em <<https://www.terra.com.br/vida-e-estilo/culinaria/tudogostoso/goma-xantana-o-que-e-e-para-que-serve,9d9b408b47dfab6203154aceadb37644q9bjm26i.html>> Acesso em 27 jul. 2019

BORGES; D.C.; VENDRUSCOLO; T.C. 2008. Goma Xantana: características e condições operacionais de produção. Acesso em: 08 jul. 2019

BOTELHO, S.F. 2012. Efeito das gomas xantana e/ou guar na textura de pães isentos de glúten elaborados com farinha de arroz e de milho. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Gastronômicas. Acesso em: 01 ago. 2019

BULSA, G. 2015. Sensibilidade não celíaca ao glúten. Uma nova doença com intolerância ao glúten. *Nutrição Clínica*, vol. 34 ed.2 , 189-194p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261561414002180>> <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.08.012> Acesso em 27 de jul. 2019

CAMPOS, R.V. 2016. Elaboração de um Snack de batata doce. Trabalho de Conclusão de Curso do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5269/1/LD\\_COALM\\_2014\\_1\\_11.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5269/1/LD_COALM_2014_1_11.pdf)> Acesso em 3 ago. 2019

CASSANEGO, B.D. 2013. Efeitos da substituição parcial de cacau por alfarroba em bebidas lácteas. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <<http://jararaca.ufsm.br/websites/ppgcta/download/2013/Casanego.pdf>> Acesso em 7 ago. 2019

CERRUTTI, M.B.; FROLLINI, E.2009. Carboximetilcelulose como agente de estabilização de suspensões cerâmicas. Disponível em : <<https://www.ipen.br/biblioteca/cd/cbpol/2009/PDF/795.pdf>> Acesso em 28 jul. 2019

COSTA, S.S., 2019. Amido da banana musa Aab- prata verde: um estudo das suas propriedades tecnológicas. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais na modalidade Profissional, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/6870/1/SABRINA%20DOS%20SANTOS%20COSTA%20-%20DISSERTA%c3%87%c3%83O%20-%20PPGSA%20-%20PROFISSIONAL%202019.pdf>> Acesso em: 06 out. 2019

DOMENEZ, P.E. 2016. Propriedades tecnológicas de amido e farinha de arroz tratados por annealing. Dissertação apresentada a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Acesso disponível em :

<<https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9889/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 29 jul. 2019.

ELEMENTUS junior consultoria, 2017. Desafios na produção de pão sem glúten. Disponível em: <<https://www.elementusconsultoria.com/post/desafios-na-produ%C3%A7ao-do-pao-sem-gluten-1>> Acessado em 28 jul de 2019.

ÉPOCA, 2018. Revista época negócios: Brasileiro aumenta consumo de alimentos sem glúten e lactose. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Economia/noticia/2018/06/brasileiro-aumenta-consumo-de-alimentos-sem-gluten-e-lactose.html>> Acessado em: 27 jul. 2019

FASANO, et al. 2015. Sensibilidade não celíaca ao glúten .Gastroenterologia, v. 148, ed. 6, 1195-1204 p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016508515000293>> <<https://doi.org/10.1053/j.gastro.2014.12.049>>\_ Acesso em: 27 jul. 2019

FENNEMA, O.R.; DAMODARAM, S.; PARKIN, K.L..Química de alimentos de Fennema. 4. ed. Porto Alegre: Artmed,2010. 900 p. Acesso em: 3 de jul. 2019.

FERMAIS, 2016. Dicas para substituir o glúten nas receitas de pão e massa. Disponível em: <<http://fermais.com.br/dicas-para-substituir-o-gluten-nas-receitas-de-paes-e-massas/>> Acesso em: 2 ago. 2019

FERREIRA, F.; INACIO, F. 2018. Patologia associada ao trigo: Alergia IgE e não IgE mediada, doença celíaca, hipersensibilidade não celíaca, FODMAP. Revista Port. Imunoalergologia, Lisboa , v. 26, n. 3, p. 171-187Disponível em <[http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0871-97212018000300002&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-97212018000300002&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 12 out. 2019.

FIB,2015. Food Ingredients Brasil: Amidos. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/499.pdf>> Acesso em 07 ago. 2019

FOOD MAGAZINE, 2014. Farinhas. Disponível em: <<https://foodmagazine.com.br/noticia-food-service/farinhas>> Acesso em: 29 jul. 2019

FRANÇA, K.T.2018. Obtenção e avaliação de pães sem glúten à base de batata doce com e sem farinha de linhaça. Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia de Alimentos, do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, da Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/15818/1/TKBF20092019.pdf>> Acesso em: 20 set. 2019

FRANCO, A.V. 2015.Desenvolvimento de pão sem glúten com farinha de arroz e de batata doce. Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. Acesso disponível em :

<[https://ppgcta.agro.ufg.br/up/71/o/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_Vilmara\\_2015.pdf](https://ppgcta.agro.ufg.br/up/71/o/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Vilmara_2015.pdf)> Acesso em: 20 set. 2019

FRANCO, A.V.; SILVA, A.F. 2016. Pão sem glúten: busca por novos produtos. Disponível em: <[http://ojs.rpqsenai.org.br/index.php/rpq\\_n1/article/view/363](http://ojs.rpqsenai.org.br/index.php/rpq_n1/article/view/363)> Acesso em: 12 out. 2019

FRUTUOSO, S. 2009. Todos contra o glúten. Revista época, Rio de Janeiro, n.470, p.68-69. Disponível em: <<http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,,EMI56978-15223,00-TODOS+CONTRA+O+GLUTEN.html>>. Acesso em: 27 jul. 2019.

GALLAGHER, E.; GORMLEY, T.R.; ARENDT, E.K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. Trends in Food Science and Technology, London, v. 15, p. 143–152, 2004. Acesso em: 20 set. 2019

GOFIND. Gluten Free Brasil 2018. Disponível em: <<https://www.gofind.online/gluten-free-brasil-2018/>> Acesso em: 27 jul. 2019

GONZALEZ, J.; et al. 2018. Avaliação físico-química de farinha de batata doce cultivada em sistema agrológico. XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2018/PT.0189.pdf>> Acesso em: 3 ago. 2019

HILL, I.D,et. Al. 2016. Clinical Report on the Diagnosis and Treatment of Gluten-related Disorders. J Pediatría Gastroenterology Nutrition. 156-65p NASPGHAN. Disponível em: <[https://journals.lww.com/jpgn/fulltext/2016/07000/NASPGHAN\\_Clinical\\_Report\\_on\\_the\\_Diagnosis\\_and.28.aspx](https://journals.lww.com/jpgn/fulltext/2016/07000/NASPGHAN_Clinical_Report_on_the_Diagnosis_and.28.aspx)> Acesso em: 28 jul. 2019

HORSTMANN, W.S.; LYNCH M.K; ARENDT,K.E; 2017.Características do amido ligadas a produtos sem glúten. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5409317/>> Doi: 10.3390 / foods6040029PMCID: PMC5409317 PMID: 28383504. Acesso em: 06 out. 2019

HOUBEN, A.; HÖCHSTÖTTER, A.; BECKER, T. Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview. European Food Research and Technology, v. 235, n. 2, p. 195-208, 2012.Acesso em: 28 jul. 2019

HOUBEN, et al. 2012. Efeito dos substitutos de glúten em pães sem glúten: uma revisão da literatura científica. Disponível em: <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/17376/1/2015\\_ThamiresMarinhodoBomfim.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/17376/1/2015_ThamiresMarinhodoBomfim.pdf)> Acesso em: 27 jul. 2019

IMENSON, A. (2010). Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents. BlackwellPublishing, Oxford, U.K. Acesso em: 27 jul. 2019

JGH. *Jornal de gastroenterologia e hepatologia: O que é glúten*. JGHF, v. 32, ed. S1, 28 fev. 2017. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jgh.13703>>. Acesso em: 27 jul. 2019.

JUNIOR, et al., 2017. *Elaboração de produtos alimentícios com farinha de alfarroba*. *Brazilian Journal of Food Research*. ISSN: 2448-3184 Acesso em: 7 ago. 2019.

KARIM, A.A.; AZLAN, A.A. 2012. *Extrato de vagens de frutas como fonte de nutracêuticos e farmacêuticos*. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6268244/>>. Doi: 10.3390 / moléculas171011931, PMCID: PMC6268244 PMID: 23052712. Acesso em 7 ago. 2019.

LAZARIDOU, A.; et al. 2007. *Efeitos de hidrocoloides na reologia da massa e parâmetros de qualidade do pão em formulações sem glúten*. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877406003025?via%3Dihub>> .<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.03.032>. Acesso em: 27 jul. 2019.

LIMA, R.C. 2018. *Desenvolvimento de bolo de chocolate sem glúten: pesquisa de mercado, elaboração, caracterização físico química e avaliação sensorial*. Monografia apresentada à banca examinadora do Curso de Engenharia de Alimentos do Campus Universitário do Araguaia Disponível em: <[http://bdm.ufmt.br/bitstream/1/262/1/TCC\\_2018\\_Carla%20Regina%20Nascimento%20de%20Lima.pdf](http://bdm.ufmt.br/bitstream/1/262/1/TCC_2018_Carla%20Regina%20Nascimento%20de%20Lima.pdf)> Acesso em: 20 set. 2019

LIMA, S.F.; et al. 2018. *Farinha de batata doce: um produto alternativo para alimentação e geração de renda nas comunidades rurais*. Instituto Federal de Tocantins. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/9jice/paper/viewFile/9252/4033>> Acesso em: 4 ago. 2019

LOREN, C.; et al. 2005. *Origens e evolução da dieta ocidental: implicações para a saúde para o século 21*, *The American Journal of Nutrição Clínica*, Volume 81, Ed. 2, fevereiro de 2005, páginas 341–354, <https://doi.org/10.1093/ajcn.81.2.341> Acesso em: 27 jul. 2019.

LUVIELMO, M.; SCAMPARINI, A. 2009. *Goma xantana: Produção, recuperação, propriedades e aplicação*. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*.doi: 10.4013/ete.2009.51.04. Acesso em: 27 jul. 2019.

MACHADO, O.A. 2016. *Novas tecnologias para obtenção de pães isentos de glúten a base de farinha de arroz e concentrado proteico de orizenanina*. Tese apresentada para obtenção do título de doutor. Acesso disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9911/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 04 de setembro de 2019

MAGNAN, S.L. 2011. *Desenvolvimento de pão tipo cachorro quente isento de glúten*. Monografia apresentada ao curso de engenharia de alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em:

<<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/56092/000857797.pdf?sequence=1>> Acesso em 29 jul. 2019

MARINHO, T. 2015. Efeito dos substitutos de glúten em pães sem glúten: Uma revisão da literatura científica. Disponível em: <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/17376/1/2015\\_ThamiresMarinhodoBomfim.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/17376/1/2015_ThamiresMarinhodoBomfim.pdf)> Acesso em 29 jul. 2019

MEIRINHO, S. G..Aplicação de um sistema de multi-sensores para a detecção de gliadinas: discriminação semi-quantitativa entre alimentos com glúten e sem glúten. Acesso em: 27 jul. 2019.

MENDONÇA, B.R. 2011. Teste de provocação oral aberto na confirmação de alergia ao leite de vaca mediada por IgE: qual seu valor na prática clínica? Artigo de Revisão. Acesso disponível em : <<http://www.scielo.br/pdf/rpp/v29n3/a17v29n3.pdf>> Acesso em: 28 jul. 2019

MIRANDA, M.R. 2018. Formulação de uma bebida à base de soro de leite com péptidos bioativos. Dissertação. Disponível em: <<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/15863/1/Bebida%20Soro%2018.pdf>> Acesso em: 8 ago. 2019

MIRANDA; Z.M.; GUARIENTI; M.E.; TONON; D.V. 2011. Qualidade tecnológica de trigo. Acesso em: 07 ago 2019

MONTEIRO, Z.S. 2013. Utilização de mesclas de farinha de arroz , inhame e quinoa na elaboração de disco de pizza pré assado sem glúten e sem lactose. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/87552/000910320.pdf?sequence=1>> Acesso em: 12 out. 2019

MORAIS, G.S. 2016. Estudo da cinética de secagem da batata doce e caracterização da farinha. Trabalho de Conclusão de curso apresentado na Universidade Federal de Paraíba. Disponível em : <[https://docgo.net/view-doc.html?utm\\_source=suenia-gabriela-goncalves-morais](https://docgo.net/view-doc.html?utm_source=suenia-gabriela-goncalves-morais)> Acesso em: 30 ju. 2019

NAQASH, et al. 2017. Cozimento sem glúten : combatendo os desafios- Uma revisão. Trends in Food Science & Technology, v. 66, 98-107p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224415301230>> <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.004> Acesso em: 27 jul. 2019

NASCIMENTO, B.A. 2014. Desenvolvimento de produtos alimentícios sem glúten elaborado a partir da percepção de consumidores celíacos. Tese apresentada ao programa de pós-graduação em ciência dos alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina. Acesso disponível em : <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/123304/326712.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 30 jul. 2019

NATUELIFE, 2016. Tipos de farinhas sem glúten: conheça as melhores opções. Disponível em: <<https://www.natue.com.br/natuelife/tipos-de-farinha-sem-gluten.html>> Acesso em: 27 jul. 2019

NETO, G.L. *et al.*, 2017. Utilização de farinha de alfarroba para elaboração de iogurte. Revista CIENTEC Vol. 9, no 3, 78-91, 2017. Acesso em: 7 ago. 2019

NFCA - National Foundation For Celiac Awareness. CeliacDisease: FastFacts. Disponível em:<<https://www.beyondceliac.org/celiac-disease/facts-and-figures/>>. Acesso em: 28 jun. 2019.

NUNES, R.T., 2018. Desenvolvimento e análise sensorial de chocotones sem glúten utilizando hidrocolóides. Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso superior de Tecnologia em Gastronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Disponível em: <<https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/1007/THALITA%20NUNES%20TCC%202018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 29 jul. 2019

O'SHEA, N.; ARENDT E.; GALLAGHER, E. 2014. Estado da arte em pesquisa sem glúten. Journal of food science. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1750-3841.12479>>\_ <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12479>.\_ Acesso em: 29 jul. 2019

OLIVEIRA, L.J., 2017. Pão sem glúten com farinha de sorgo vermelha: propriedades tecnológicas, proximais e sensoriais. Dissertação apresentada no Programa de Pós Graduação Profissional em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano Disponível em: <[https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos\\_11/2018-02-23-03-34-20DissertacaoJanainaLacerdaMIFG.pdf](https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_11/2018-02-23-03-34-20DissertacaoJanainaLacerdaMIFG.pdf)> Acesso em: 29 jul. 2019

PASQUALONE, A., et al. 2010. Ensaio de produção de pão sem glúten a partir de farinha de mandioca (*Manihotesculenta* Crantz) e avaliação sensorial do produto final. Int. J. Food Prop. 2010; 13: 562-573. doi: 10.1080 / 10942910802713172. Acesso em: 06 out. 2019.

PEGADO, R.W. 2016. Obtenção da farinha de batata doce pelo processo foamat. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <[https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/3184/1/Obtencaodafarinha\\_Monografia](https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/3184/1/Obtencaodafarinha_Monografia)> Acesso em: 29 ago. 2019

PEREIRA, D. 2012. Propriedades funcionais do amido da batata-doce nativo e modificado por succinilação. Disponível em: <<http://repositorio.faema.edu.br:8000/bitstream/123456789/276/1/PEREIRA%20C%20D.%20>>

%20PROPRIEDADES%20FUNCIONAIS%20DO%20AMIDO%20DA%20BATA  
TA-  
DOCE%20%28Ipomoea%20batatas%20L.%29%20NATIVO%20E%20MODIFI  
CADO%20POR%20SUCCINILA%C3%87%C3%83O.pdf>\_ Acesso em: 28 jul.  
2019

PEREIRA, V.E.M; 2018. Avaliação de amido total e resistente de Aveia (*Avena sativa* L.) após diferentes processamentos e digestão *in vitro* Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/193620/PCAL0442-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>> Acesso em: 06 out. 2019

PONTES, B.A. 2018. Desenvolvimento de pães sem glúten a partir de farinhas pouco exploradas. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Gastronômicas. Disponível em: <[https://run.unl.pt/bitstream/10362/59487/1/Pontes\\_2018.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/59487/1/Pontes_2018.pdf)> Acesso em: 06 out. 2019

RESENDE, G.P. 2017. Doenças relacionadas ao glúten. Artigo de revisão. Disponível em : <<http://rmmg.org/artigo/detalhes/2104>> DOI: 10.5935/2238-3182.20170. Acesso em: 28 jul 2019.

RHOR, T. G. 2007. Estudo reológico da mistura carboximetilcelulose/amido e sua utilização como como veículo de inoculação bacteriano. 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/tede/338>. Acesso em: 3 ago. 2019.

RODRIGUES, F.C.2015. Avaliação do extrato aquoso de alfarroba e seus possíveis efeitos antioxidantes sobre o metabolismo lipídico. Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Bioquímica da Universidade Federal do Pampa. Disponível em: <<http://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/281/1/Cristiane%20de%20Freitas%20Rodrigues.pdf>> Acesso em 7 ago. 2019

ROSELL, M.C.; MARCO, C. 2008. Arroz. Academic Press, Produtos e bebidas de cereais sem glúten. 81-100 p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012373739750006X#sec2>> <https://doi.org/10.1016/B978-012373739-7.50006-X>. Acesso em: 29 jul. 2019

SAUERESSIG, Andressa Luciane Ceccon; KAMINSKI, Tiago André; ESCOBAR, Thomas Duzac. Inclusão de fibra alimentar em pães isentos de glúten. *Braz. J. Food Technology.*, Campinas, v. 19, e.2014045, 2016 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1981-67232016000100501&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232016000100501&lng=pt&nrm=iso)>. Epub 14-Jun-2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.4514>. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/bjft/v19/1981-6723-bjft-1981-67234514.pdf>> Acesso em: 24 ago. 2019

SBP. Sociedade Brasileira de Pediatria. Doença celíaca. Disponível em: <<https://www.sbp.com.br/especiais/pediatria-para-familias/noticias/nid/doenca-celiaca/>> Acesso em: 28 jun. 2019

SBRUNHERA, P.A.2016. Efeito do processamento nas características da batata doce reidratada. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos do Departamento de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5992/1/CM\\_COEAL\\_2016\\_2\\_03.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5992/1/CM_COEAL_2016_2_03.pdf)> Acesso em: 3 ago. 2019

SCHAIDT,L.A, 2018. Produção e caracterização de snacks de abacaxi com amido pré-gelatinizado. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/192746/TCC%20Ana%20L%c3%bacia%20Schaidt.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>Acesso em: 06 out. 2019

SCHEUER, M.P.; et al. 2011.Trigo: características e utilização na panificação. Revisão. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande. v.13, n.2, p.211-222, 2011 211 ISSN 1517-8595 Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev132/Art13211.pdf>> Acesso em: 07 ago. 2019

SCIAMMARO, L.P.; FERRERO, C.; PUPPO, M.C., 2018. Muffins assados sem glúten,desenvolvidos com farinha de Prosopis alba. LWT, v.98, 568-576p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643818307771>> . Acesso em: 29 jul. 2019.

SILVA, A.A.; et al. 2017. Utilização de ingredientes sucedâneos ao trigo na elaboração de bolos sem glúten. Revista Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, 2017;76: e1724. Disponível em: <[http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/10/rial76\\_completa/artigos-separados/1724.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/10/rial76_completa/artigos-separados/1724.pdf)> Acesso em: 04 de setembro de 2019

SILVA, E.C. et al., 2018. Elaboração de produtos panificáveis sem glúten. III Congresso Internacional das Ciências Agrárias. Disponível em: <<https://cointerpdvagro.com.br/wp-content/uploads/2019/01/ELABORA%C3%87%C3%83O-DE-PRODUTOS-PANIFIC%C3%81VEIS-SEM-GL%C3%9ATEN-1.pdf>> Acesso em: 28 jul. 2019

SILVA, P.L. 2016. Desenvolvimento de pão de forma sem glúten com farinhas mistas: efeito de hidrocoloides em atributos sensoriais. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Sociais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal de Maranhão. Disponível em:

<<https://rosario.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/1312/1/Luana%20Priscila%20Azevedo%20Guimar%c3%a3es%20Silva.pdf>> Acesso em: 28 jul. 2019

SILVA, R.R.; et al. 2018. Efeito da utilização de gomas na viscosidade e nas características sensoriais de shake à base de farinha de banana verde. Braz. J. Food Technology, Campinas, vol. 21, ed.2016052, 2018. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1981-67232018000100601&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232018000100601&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 25 ago. 2019.

SOUSA, L. G. 2015. Obtenção e caracterização da farinha de batata doce. Monografia apresentada Universidade Estadual da Paraíba. Disponível em:<<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/8634/1/PDF%20-%20Gleyton%20Leonel%20Silva%20Sousa.pdf>> Acesso em: 3 ago. 2019

SOUZA, T.N.; 2019. Modificação química e física de amido de milho e aplicação em sobremesa láctea. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Rondônia. Disponível em: <<http://ri.unir.br/jspui/bitstream/123456789/2708/1/SOUZA%2c%20Nat%c3%a1lia%20Tolfo%20de..pdf>> Acesso em: 06 out. 2019

SOUZA, V.C. 2017. Sorvete light de alfarroba com calda de hibisco. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9085/1/LD\\_COALM\\_2017\\_2\\_04.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9085/1/LD_COALM_2017_2_04.pdf)> Acesso em 4 ago. 2019

SPDM. Associação Paulista para o Desenvolvimento da Medicina. O que é glúten? Disponível em: <<https://www.spdm.org.br/blogs/nutricao/item/1357-480-que-e-gluten>>. Acesso em: 12 de out. 2019

SUPER INTERESSANTE, 2018. A polêmica do glúten. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/saude/a-polemica-do-gluten/>> Acesso em: 27 de jul. 2019

TACO. Tabela Brasileira de Composição de alimentos. Disponível em: <[http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf)> Acesso em: 29 de ago. 2019.

TONETTO, C.T.; 2018. Melhoria nas características sensoriais de pão isento de glúten a partir da fermentação natural. Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em : <[https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/13820/DIS\\_PPGCTA\\_2018\\_TO NETTO\\_TATIANE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/13820/DIS_PPGCTA_2018_TO NETTO_TATIANE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 12 out. 2019

TURABI, E.; SAMNU, G.; SAHIN, S.2010. Análise quantitativa da macro e micro estrutura de bolos de arroz sem glúten contendo diferentes tipos de gomas cozidas em diferentes fornos. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X10000639>>  
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.04.001> Acesso em: 30 jul 2019.

UOL NOTÍCIAS. Amido. Disponível em:  
 <<https://alunosonline.uol.com.br/quimica/amido.html>> Acesso em 07 ago 2019  
 VARELLA, 2014. Doença Celíaca: como diagnosticar e tratar? Disponível em:  
 <<https://drauziovarella.uol.com.br/alimentacao/doenca-celiaca-como-diagnosticar-e-tratar/>> Acesso em: 12 de out. 2019

VARELLA, Drauzio. Dr. Drauzio. A doença do glúten. 2011. Disponível em:  
 <<https://drauziovarella.uol.com.br/drauzio/artigos/a-doenca-do-gluten-artigo/>> .  
 Acesso em: 28 jul. 2019

VEJA, 2018. Dieta sem glúten é recorde de procura na internet. Disponível em:  
 <<https://veja.abril.com.br/saude/dieta-sem-gluten-e-recorde-de-pesquisa-na-internet/>> Acesso em: 27 jul. 2019

VIAFARMA, 2011. Goma guar. Disponível em:  
[http://laboratorionutramedic.com.br/site/public\\_images/produto/b412db55595d89c976c10092eb9b4142.pdf](http://laboratorionutramedic.com.br/site/public_images/produto/b412db55595d89c976c10092eb9b4142.pdf)> Acesso em: 29 jul. 2019

VIANA, L.D; CATÃO, G.B; CAVALCANTI S.M. Sensibilidade ao glúten não celíaca: uma patologia existente, de natureza não alérgica e não autoimune de importância crescente. II Congresso Brasileiro de Ciência da Saúde. Disponível em:<[http://www.editorarealize.com.br/revistas/conbracis/trabalhos/TRABALHO\\_EV071\\_MD1\\_SA6\\_ID1536\\_03052017005604.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/conbracis/trabalhos/TRABALHO_EV071_MD1_SA6_ID1536_03052017005604.pdf)> Acesso em: 27 jul. 2017

VICI, G.; et al. 2016. Dieta sem glúten e deficiências nutricionais: uma revisão. *Nutrição clínica*, v. 35, ed. 6, 1236-1241p. Disponível em:  
 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261561416300887>>  
<https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.05.002> Acesso em 28 jul. 2019.

VIDAL, R.A. 2016. Obtenção e caracterização de biscoitos sem glúten e sem lactose com farinha de batata doce e antioxidantes naturais. Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia de Alimentos, do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, da Universidade Federal da Paraíba. Disponível em:  
 <[https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/1052/1/Vidal\\_Ana%20Rennally%20Obtencao%20e%20caracterizacao.pdf](https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/1052/1/Vidal_Ana%20Rennally%20Obtencao%20e%20caracterizacao.pdf)> Acesso em: 3 ago. 2019

VIEIRA, S.T; et al. 2015. Efeito da substituição da farinha de trigo no desenvolvimento de biscoito sem glúten. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 18, n. 4, p. 285-292 Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bjft/v18n4/1981-6723-bjft-18-4-285.pdf>> <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.1815>. Acesso em: 12 out. 2019

WANG, K.; et al. Desenvolvimentos recentes em abordagens de panificação sem glúten: uma revisão. *Food Science Technology*, Campinas, v 37, supl. 1, p. 1 a 9 de dezembro de 2017. Disponível em

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612017000500001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612017000500001&lng=en&nrm=iso). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.01417>. Acesso em: 07 ago. 2019.

WIKI, G.2010. Para que serve goma guar? Benefícios e propriedades.

Disponível em : <<https://blog.nutritienda.com/pt/goma-guar/>>

<http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.5216>. Acesso em: 29 jul. 2019

## APÊNDICE

Gênero: ( ) Feminino ( ) Masculino ( ) Outro Idade: \_\_\_\_\_

Você está recebendo três amostras de muffin sem glúten. Prove as amostras da esquerda para direita, ingerindo água entre cada amostra, e avalie cada atributo conforme a escala apresentada abaixo:

9- Gostei muitíssimo

8- Gostei muito

7- Gostei moderadamente

6- Gostei ligeiramente

5- Nem gostei / Nem desgostei

4- Desgostei ligeiramente

3- Desgostei moderadamente

2- Desgostei muito

1-Desgostei muitíssimo

Você compraria algum dos produtos apresentados? Se sim, quais?

( ) 384

( ) 421

( ) 528

Atributo	384	421	528
<b>Aparência</b>			
<b>Cor</b>			
<b>Odor</b>			
<b>Sabor</b>			
<b>Sabor Residual</b>			
<b>Textura</b>			
<b>Aceitação Global</b>			