

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

LUCAS DE SOUZA NESPECA

**IMPACTO DA ADIÇÃO DAS FOLHAS DE *STEVIA REBAUDIANA*
BERTONI NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E
SENSORIAIS DE BOLOS ISENTOS DE GLÚTEN E LACTOSE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2021

LUCAS DE SOUZA NESPECA

**IMPACTO DA ADIÇÃO DAS FOLHAS DE *STEVIA REBAUDIANA*
BERTONI NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E
SENSORIAIS DE BOLOS ISENTOS DE GLÚTEN E LACTOSE**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso Superior de Engenharia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Campo Mourão, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Renata Hernandez Barros Fuchs
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Maysa Ariane Formigoni

CAMPO MOURÃO

2021

TERMO DE APROVAÇÃO

IMPACTO DA ADIÇÃO DAS FOLHAS DE *STEVIA REBAUDIANA* BERTONI NAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DE BOLOS ISENTOS DE
GLÚTEN E LACTOSE

LUCAS DE SOUZA NESPECA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 20 de abril de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos e foi avaliado pelos seguintes professores:

Prof.^a Dr.^a Renata Hernandez Barros Fuchs
Prof.(a) Orientador(a)

Prof.^a Dr.^a Adriana Aparecida Droval
Avaliadora 1

Prof. Dr. Evandro Bona
Avaliador 2

Dedico este trabalho aos meus pais (Luiz
Carlos e Odete), meu alicerce na vida,
que sempre investiram e acreditaram no
meu potencial.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por todo o discernimento, sabedoria, força, benção e luz, sendo estes pontos extremamente essenciais para que eu conseguisse chegar até essa etapa na graduação e concluí-la.

Em segundo lugar quero agradecer aos meus pais, Luiz Carlos e Odete, as pessoas mais importantes da minha vida, que sempre serviram como excepcionais exemplos para mim e me criaram da melhor maneira possível, com muito carinho e amor, além de acreditarem e depositarem toda a confiança em minha capacidade, sem esses dois eu não seria quem sou atualmente. Além disso, sou grato imensamente ao restante da minha família, Michele e Juliana (irmãs), Rafael e Paulo César (cunhados), Caio, Beatriz, Bianca, Luiz Gustavo e Barbará (sobrinhos) e Flávio (primo) sem vocês minha trajetória de vida não seria a mesma, vocês são minha base. Sou muito grato à minha melhor amiga Camila, essa pessoa incrível e extraordinária que não tenho palavras para descrever o quanto foi/ é importante para mim. Aturou-me os 5 anos da graduação (fora os anos antes dessa etapa), dia e noite, compartilhando todos os momentos de risos, choros, surtos, vitórias, derrotas, enfim, está sempre presente para qualquer situação e para me apoiar.

Quero direcionar os agradecimentos aos meus amigos Amanda e Bruno, pessoas que me proporcionaram momentos e ligações de suma importância, a todos os colegas que a graduação me presenteou e as técnicas de laboratório (Vanessa e Adriele, em especial). Cada um foi essencial para eu percorrer este caminho e com a ajuda destas pessoas o fardo dessa trajetória ficou mais leve.

Sou imensamente grato a minha orientadora Renata, como sempre digo, uma segunda mãe dentro da universidade, pessoa com um coração enorme que sempre teve paciência para ensinar e compartilhar todo o conhecimento necessário, ajudando a moldar o profissional e principalmente a pessoa que estou me tornando. Com isso não posso deixar de mencionar as outras incríveis e maravilhosas professoras do grupo de pesquisa, Leila, Adriana e Flávia, sendo este grupo o marco inicial de tudo e que foi de suma importância para minha vida acadêmica e pessoal, sou imensamente grato por isso.

Por fim, deixo meu muito obrigado a todos os citados nesta seção, vocês foram importantes para eu chegar aonde cheguei e peço desculpas aos que não tiveram o nome citado, mas saibam que sou eternamente grato.

“Mantenha seus pensamentos positivos,
pois seus pensamentos se tornam as
suas palavras.

Mantenha suas palavras positivas, pois
suas palavras se tornam os seus
comportamentos.

Mantenha seus comportamentos
positivos, pois seus comportamentos se
tornam os seus hábitos.

Mantenha seus hábitos positivos, pois
seus hábitos se tornam os seus valores.

Mantenha seus valores positivos, pois
seus valores se tornam o seu destino.”

(GANDHI, Mahatma, 2012)

RESUMO

Alimentos para fins especiais são aqueles produzidos e utilizados como suprimentos de necessidades alimentares específicas, como doença celíaca, intolerância à lactose e diabetes, as quais tem como ponto em comum, a necessidade de uma dieta restrita aos nutrientes correlacionados a estas condições. A *Stevia rebaudiana* é uma planta que contém glicosídeos de esteviol que a conferem um dulçor característico e faz com que esta atue como edulcorante natural, sendo uma alternativa para substituir o açúcar. Com isso, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da adição de folhas de *Stevia rebaudiana* nas características sensoriais e físico-químicas de bolos isentos de glúten e lactose. Foram elaboradas cinco formulações de bolos que sofreram modificações quanto ao teor de açúcar e folhas de estévia, sendo elas, F1 (0% estévia), F2 (0,24% estévia), F3 (0,34% estévia), F4 (0,44% estévia) e F5 (0,55% estévia). Realizou-se análise microbiológica, perfil de textura, volume específico, teste de aceitação e intenção de compra e o teste descritivo *Rate-All-That-Apply* (RATA) nos bolos elaborados. Com os resultados do RATA, notou-se que F1 e F2 são mais bem descritas por atributos como sabor doce e maciez, devido a maior presença de açúcar nestas formulações. F3 apresenta elasticidade como maior característica descritora, enquanto odor característico de chocolate e cor marrom da crosta são alguns atributos que descrevem F4. Devido ao maior teor de estévia em F5, esta apresentou sabor amargo e amargor após deglutição correlacionados a ela. Com relação ao teste de aceitação, todos os atributos apresentaram diferenças significativas ao nível de significância de 5% e conforme aumentou-se o teor de estévia nos bolos, a aceitabilidade desses atributos diminuiu, sendo que o mesmo ocorreu com a intenção de compra. Analisando os parâmetros do perfil de textura, somente a dureza, mastigabilidade, gomosidade e o volume específico apresentam diferença entre si ($p < 0,05$), sendo estes parâmetros influenciados pelo teor de açúcar, visto que este componente agrega positivamente na textura dos bolos. Conclui-se que foi possível a elaboração de bolos sem glúten e sem lactose utilizando folhas de estévia como edulcorante, contudo essa adição deve ser feita moderadamente visto que é inversamente proporcional a aceitabilidade dos atributos e pode influenciar negativamente o perfil de textura desses produtos. A descrição sensorial foi realizada de maneira eficiente, sendo possível a classificação dos bolos em diferentes grupos de acordo com suas características.

Palavras-chave: Aceitação. RATA. Edulcorantes. Alimentos para fins especiais. Perfil de textura.

ABSTRACT

Special purpose foods are necessary and adequate as supplies for specific needs, such as celiac disease, lactose intolerance and diabetes, as which has in common the need for a diet restricted to nutrients related to these conditions. *Stevia rebaudiana* is a plant that contains steviol glycosides that gives a characteristic sweetness and makes it act as a natural sweetener, being an alternative to replace sugar. Thus, the aim of the present study was to evaluate the addition of *Stevia rebaudiana* leaves on the sensory and physical characteristics of gluten and lactose-free cakes. Five cake formulations were made that underwent modifications in terms of sugar content and stevia leaves, namely F1 (0% stevia), F2 (0.24% stevia), F3 (0.34% stevia), F3 (0.44% stevia) and F5 (0.55% stevia). Microbiological analysis, texture profile, specific volume, acceptance test and purchase intention and the RATA descriptive test were performed on the cakes. With the results of RATA, it was noted that F1 and F2 are more successful for attributes such as sweet taste and softness, due to the greater presence of sugar formulations. F3 presents elasticity as the main descriptive characteristic, while characteristic odor of chocolate and brown color of the crust are some attributes that describe F4. Waiting for the highest content of stevia in F5, this presentation tastes bitter and bitterness after swallowing correlated to it. Regarding the acceptance test, all high-quality attributes at the 5% significance level and as the stevia content in the cakes increased, the acceptability of these attributes decreased, and the same occurred with the intention of. Analyzing the parameters of the texture profile, only the hardness, chewability, guminess and the specific volume differing from each other ($p < 0.05$), these parameters being influenced by the sugar content, since this component adds positively to the texture of the cakes. It was concluded that it was possible to prepare gluten-free and lactose-free cakes using stevia leaves as a sweetener, and this addition should be made moderately since it is inversely proportional to the acceptability of the attributes and can negatively influence the texture profile of products. A sensory description was performed efficiently, making it possible to classify the cakes in different groups according to their characteristics.

Keywords: Acceptance. RATA. Sweeteners. Food for special purposes. Profile texture.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni | 22 |
| Figura 2 - Estrutura química de alguns glicosídeos da estévia | 23 |
| Figura 3 - Modelo de Ficha do Teste de Aceitação e Intenção de Compra | 32 |
| Figura 4 - Modelo de Ficha para RATA | 33 |
| Figura 5 - Análise de correspondência da Tabela 5. | 39 |
| Figura 6 - Formulações do planejamento experimental..... | 43 |
| Figura 7 - Representação gráfica dos parâmetros de textura e das amostras de bolo em relação aos dois componentes principais..... | 44 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Poder edulcorante de alguns glicosídeos em relação ao da sacarose | 24 |
| Tabela 2 - Formulação dos bolos..... | 27 |
| Tabela 3 - Significado sensorial dos parâmetros de Perfil de Textura | 28 |
| Tabela 4 - Significado físico dos parâmetros de Perfil de Textura | 29 |
| Tabela 5 - Intensidade média dos atributos sensoriais avaliados pelo RATA..... | 36 |
| Tabela 6 - Coordenadas das colunas das variáveis | 39 |
| Tabela 7 - Médias e desvios padrões da aceitação dos atributos para as formulações de bolo | 41 |
| Tabela 8 - Correlações entre os parâmetros de textura e os dois primeiros componentes principais..... | 45 |
| Tabela 9 - Médias e desvios padrões da textura e volume específico para as formulações..... | 45 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 OBJETIVOS | 13 |
| 2.1 Objetivos Específicos | 13 |
| 3 REFERENCIAL TEÓRICO | 14 |
| 3.1 Alimentos Para Fins Especiais | 14 |
| 3.1.1 Legislação | 14 |
| 3.2 Doença Celíaca | 16 |
| 3.3 Intolerância à Lactose | 18 |
| 3.4 Diabetes | 20 |
| 3.5 <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni | 21 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 26 |
| 4.1 Material | 26 |
| 4.2 Elaboração dos Bolos | 26 |
| 4.3 Análise do Perfil de Textura | 27 |
| 4.4 Análise de Volume Específico | 29 |
| 4.5 Análise Microbiológica | 30 |
| 4.6 Análise Sensorial | 30 |
| 4.6.1 Teste de Aceitação e Intenção de Compra | 31 |
| 4.6.2 <i>Rate-All-That-Apply</i> (RATA) | 32 |
| 4.6.3 Análise de Correspondência e de Agrupamento | 34 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 35 |
| 5.1 Análises microbiológicas | 35 |
| 5.2 <i>Rate-All-That-Apply</i> (RATA) | 35 |
| 5.3 Teste de Aceitação e Intenção de Compra | 40 |
| 5.4 Perfil de Textura e Volume Específico | 43 |
| 6 CONCLUSÃO | 49 |
| REFERÊNCIAS | 50 |

1 INTRODUÇÃO

Alimentos para fins especiais são aqueles produzidos e utilizados como suprimentos de necessidades alimentares que podem existir devido a uma condição patológica, física, fisiológica ou devido a outras condições de doenças, gravidez, lactação, convalescença, alergias e intolerâncias alimentares e em casos de baixo ou excesso de peso (COMMITTEE ON NUTRITION, 2003). A alimentação, para determinadas patologias como, doença celíaca, intolerância à lactose e diabetes, entre outras, é uma ferramenta essencial ao tratamento. Dessa forma, os alimentos para fins especiais são de suma importância para indivíduos portadores de tais condições (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 1999).

Em 1887, Samuel Gee descreveu pela primeira vez a doença celíaca. No entanto, somente em 1953 ficou evidente que o consumo do glúten é que desencadeia esta patologia, já que a doença celíaca é uma resposta autoimunológica do organismo humano onde há a ingestão de alimentos em que o glúten se faz presente (PARZANESE *et al.*, 2017). Caracteriza-se pela atrofia das vilosidades do intestino causada pela presença de anticorpos para a transglutamina tecidual 2 (tTG), enzima que remove o grupo de amina funcional do glúten. O único tratamento é uma dieta isenta dessa proteína (COOK *et al.*, 2017).

Uma outra patologia que acomete o intestino é a intolerância à lactose. Essa doença é caracterizada pelo surgimento de sintomas abdominais causados pela má digestão desse dissacarídeo, em virtude da hipolactasia. A hipolactasia é a diminuição da atividade de enzima lactase na mucosa do intestino delgado (MATTAR; MAZO, 2010). A lactase pode ter sua atividade reduzida em dois tipos de situação, sendo por controle genético (primária) ou por doenças que cursem com a destruição da mucosa intestinal (secundária) (ZYCHAR; OLIVEIRA, 2017). Ao não sofrer hidrólise enzimática no intestino delgado, a lactose sofre ação das bactérias intestinais, que a fermentam produzindo ácido láctico e gás carbônico, responsáveis pelos sintomas de diarreia, cólicas e distensão abdominal, sintomas típicos dessa patologia (MATTAR; MAZO, 2010).

Doença de amplo impacto no organismo de seus portadores, a diabetes *mellitus* faz parte de um grupo de patologias metabólicas que se caracterizam por altos níveis de glicose no sangue, conhecido também como hiperglicemia, sendo

resultado de defeitos na secreção e ação da insulina no metabolismo dos alimentos (BARBOSA; CAMBOIM, 2016). Esta patologia está associada a disfunções, insuficiência e complicação em diversos órgãos dos seres humanos, tais como, rins, olhos, nervos, vasos sanguíneos entre outros, além de envolver processos patogênicos específicos, tais como, destruição das células beta do pâncreas, distúrbios na secreção da insulina, entre outros (BRASIL, 2006). Uma das condutas primordiais para o tratamento dessa condição é a mudança dos hábitos alimentares, principalmente reduzir a ingestão de açúcar, sendo que a substituição deste por edulcorantes é uma das formas de se fazer essa redução.

Existem vários edulcorantes que podem ser aplicados em alimentos. A *Stevia rebaudiana* Bertoni é um deles. Considerado uma matéria-prima renovável e promissora no mercado mundial, conquistou um interesse crescente como fonte potencial de recursos naturais, sendo aplicada como adoçante não calórico para uso como substituto de adoçantes sintéticos (DAS; DANG; SHIVANANDA, 2006). A mesma é uma planta perene, nativa da América do Sul e pertencente à família *Asteraceae*, possuindo efeitos benéficos para a saúde humana, tais como, atividade anti-hipertensiva, anti-hiperglicêmicas, capacidade de melhorar a função renal entre outras (SHUKLA *et al.*, 2012).

O que confere o poder edulcorante desta planta são os compostos denominados glicosídeos de esteviol, dentre eles encontram-se o esteviosídeo, esteviolbiosídeo, rebaudiosídeos A, B, C, D, E e F e dulcosídeo A, sendo os componentes majoritários o esteviosídeo e o rebaudiosídeo A (ASHWELL, 2015). Em média, os glicosídeos de esteviol são 250-300 vezes mais doces do que a sacarose, não calóricos e atualmente estão sendo utilizados como substitutos do açúcar em muitos tipos de alimentos, bebidas e em diversas áreas da indústria alimentícia (AHMAD *et al.*, 2018).

O presente estudo contou com a utilização de folhas de estévia que sofreram um pré-tratamento de extração e purificação utilizando o etanol, sendo esta uma abordagem inovadora que auxilia na remoção de substâncias, como flavonóides e compostos fenólicos, que contribuem para a presença do sabor amargo residual típico de edulcorantes quando aplicados em produtos alimentícios. Sendo assim, tal tratamento resulta na obtenção de um adoçante natural com maior pureza e melhores características sensoriais (FORMIGONI *et al.*, 2018).

2 OBJETIVOS

Avaliar a influência da adição de folhas secas de *Stevia rebaudiana* Bertoni nas características sensoriais e físico-químicas de bolos sem glúten e sem lactose.

2.1 Objetivos Específicos

- Desenvolver formulações de bolos isentos de glúten e lactose;
- Promover a substituição de açúcar por folhas de estévia nas formulações de bolo sem glúten e lactose;
- Realizar análises microbiológicas dos produtos a serem submetidos à análise sensorial, conforme legislação vigente, garantindo a inocuidade e segurança alimentar do produto;
- Avaliar a aceitação sensorial e intenção de compra das formulações de bolo;
- Descrever sensorialmente os bolos desenvolvidos por meio do método descritivo *Rate-All-That-Apply* (RATA);
- Avaliar as características físicas de volume específico e perfil de textura das formulações de bolo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Alimentos Para Fins Especiais

De acordo com a Portaria n° 29 de 13 de Janeiro de 1998 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que aprova o Regulamento Técnico relacionado a Alimentos para Fins Especiais, estes definem-se por alimentos que são processados ou formulados especialmente, realizando modificações no conteúdo de seus nutrientes, que podem ser adequados à aplicação em dietas diferenciadas e ou opcionais para atender às necessidades de pessoas em condições fisiológicas e metabólicas específicas (BRASIL, 1998).

Além disso, estes alimentos podem ser desenvolvidos para dietas específicas devido a razões de idade, como por exemplo, alimentos próprios para crianças e recém-nascidos. Inclui-se também nesta categoria, os alimentos para o uso de fortificação e suplementação em dietas comuns com qualquer mineral ou vitaminas e os alimentos em que são utilizados adoçantes artificiais para substituir o açúcar a fim de beneficiar portadores de diabetes *mellitus* (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 1999).

Existem diversas patologias que necessitam de uma intervenção dietética como parte do tratamento. Sendo assim, a aplicação, produção e desenvolvimento de alimentos para fins especiais são de grande importância para atender as necessidades das pessoas que convivem com condições patológicas como doença celíaca, má absorção e intolerância à lactose, diabetes *mellitus*, síndromes da pseudo-obstrução intestinal, desordens no metabolismo de carboidratos, lipídios, vitaminas, minerais e proteínas, entre outras (COMMITTEE ON NUTRITION, 2003).

3.1.1 Legislação

O foco principal do estudo é o desenvolvimento de formulações de bolos isentos de glúten e lactose, com a possibilidade de substituição do açúcar pelas folhas de estévia, sendo assim, os produtos em desenvolvimento fazem parte de três subgrupos de alimentos para fins especiais, sendo eles, “Alimentos para dietas com restrição de nutrientes” (englobando carboidratos, gorduras, proteínas, sódio),

“Alimentos para ingestão controlada de nutrientes” e “Alimentos para grupos populacionais específicos” (BRASIL, 1998).

Além disso, a Portaria n° 29 de 13 de janeiro de 1998 e a Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n° 135 de 8 de fevereiro de 2017 trazem determinadas classificações que se aplicam ao estudo, sendo elas:

Alimentos para dietas com restrição de proteínas: destinados a abranger as necessidades de indivíduos que possuem erros inatos do metabolismo, síndromes de má absorção, intolerâncias e outros distúrbios relacionados a ingestão de proteínas e ou aminoácidos, sendo que os mesmos devem ser totalmente isentos do componente ligado ao distúrbio, no caso do presente estudo, do glúten (BRASIL, 1998).

Adoçantes com restrição de sacarose, frutose e ou glicose (Adoçante Dietético): são adoçantes desenvolvidos para dietas que necessitam de isenção de glicose, frutose e sacarose para atender as necessidades de pessoas com restrição a estes carboidratos, onde os três citados anteriormente não podem ser utilizados como matéria-prima para formulação desses produtos alimentícios (BRASIL, 1998).

Alimentos para dietas com restrição de sacarose, frutose e ou glicose (dextrose): estes devem ser formulados para atenderem às necessidades de indivíduos que apresentam distúrbios no metabolismo desses componentes. Sendo assim, podem apresentar em sua composição no máximo 0,5 gramas de sacarose, frutose e ou glicose por 100 gramas ou 100 mililitros do produto final a ser consumido (BRASIL, 2017).

Alimentos para dietas com restrição de lactose: se enquadram alimentos desenvolvidos para eliminar ou reduzir o teor de lactose, tornando-o apto para o consumo de indivíduos com doenças ou condições que necessitem de restrição a lactose. Os mesmos podem ser divididos em “Isentos de lactose” (devem possuir quantidade de lactose igual ou inferior a 100 miligramas por 100 gramas ou mililitros de produto final para consumo) e “Baixo teor de lactose” (englobando alimentos que contêm quantidade de lactose maior que 100 miligramas por 100 gramas ou mililitros de produto final e igual ou menor do que 1 grama por 100 gramas ou mililitros de alimento pronto) (BRASIL, 2017).

A Portaria n° 27, de 13 de janeiro de 1998, que aprova o Regulamento Técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes), traz que para um produto ser classificado com baixo teor

de açúcar (light) o mesmo deve apresentar um valor máximo de 0,5 g de açúcares/ 100 g de produto para alimentos sólidos e para englobar a classificação de reduzido em açúcares, este deve apresentar uma redução mínima de 25% e diferença maior 5 g de açúcares/ 100 g.

3.2 Doença Celíaca

A palavra “celíaca” é derivada do termo grego “*koiliakos*”, que significa “sofrimento do intestino”, ela foi utilizada pela primeira vez na Capadócia por Aretaeus cerca de 250 anos a.C. Ele notou que na época, mesmo as crianças tendo uma dieta nutritiva, estas se tornavam desnutridas, logo ele sabia que este problema estava relacionado com os alimentos, sem todavia, conseguir identificar a causa e nem o tratamento deste acontecimento (BOWER; PLOGSTED; SHARRETT, 2014).

Em uma palestra em 1887, Dr. Samuel Gee foi quem descreveu a Doença Celíaca (DC) pela primeira vez. Ele proferiu sobre seus estudos clínicos em crianças e adultos do Hospital Ormond Street no Reino Unido, indicando que a dieta era a peça principal para o tratamento desta doença, onde a ingestão de alimentos farináceos deveria ser pequena pelos pacientes (DEWAR; CICLITIRA, 2005).

A DC é uma resposta autoimune do organismo de pessoas geneticamente predispostas que consomem algum alimento em que o glúten está presente. Diferentemente das demais alergias alimentares, esta patologia não é mediada pela reação de hipersensibilidade do mecanismo dependente da imunoglobulina E (proteína responsável pela formação do sistema imunológico adaptativo), mas sim pelo glúten, que vai atuar neste caso como agente patológico (GREEN; LEBWOHL; GREYWOODE, 2015).

O glúten é uma proteína formada por gluteninas e gliadinas que está presente em grande parte dos cereais, como trigo, cevada, centeio e aveia. As diferenças entre os diferentes tipos de cereais são baseadas na proporção de proteínas presentes neles, como gluteninas, que fornecem elasticidade e coesão à massa, e gliadinas, responsáveis pela fluidez, extensibilidade e expansão (BALAKIREVA; ZAMYATNIN, 2016).

O intestino humano é revestido internamente por vilosidades (compostas por vasos sanguíneos e linfáticos) que acarretam um aumento da área da superfície intestinal, favorecendo então a absorção dos produtos obtidos por meio do processo

de digestão. Logo, ao entrar em contato com o organismo de indivíduos com predisposição para a DC, o glúten ativa mecanismos imunológicos e inflamatórios (estimulação das células T – glóbulos brancos com funções imunológicas) que acabam por conduzir à atrofia destas vilosidades, o que origina uma mucosa lesionada de aspecto liso que contribui para a diminuição da área de superfície de absorção de nutrientes (má absorção) (TYE-DIN; GALIPEAU; AGARDH, 2018).

A DC pode causar grandes complicações nutricionais, tais como, deficiência de ferro, redução da densidade mineral óssea, deficiências com micronutrientes, complicações obstétricas e reprodutivas, infertilidade, aumento de risco de aborto espontâneo, atraso da puberdade, distúrbios neuropsiquiátricos entre outros (MEIJER *et al.*, 2018). Além disso, quando esta patologia se desenvolve na infância do indivíduo, ela pode estar associada a outras complicações, como exemplo, diabetes *mellitus* tipo 1, síndrome de Down, deficiência na imunoglobulina A, tireoide autoimune, entre outras (RASHID *et al.*, 2005).

Segundo DeGeorge *et al.* (2017), a DC atinge aproximadamente 1% da população mundial. Estima-se que nos Estados Unidos ela afete cerca de 2 milhões de pessoas, sendo que a base de seu tratamento consiste na dietoterapia. Uma dieta isenta desta proteína é capaz de promover a recuperação do paciente e melhora de sua qualidade de vida, já que não há cura para esta patologia. Com isso, se faz necessário substitutos adequados para o trigo que possam ser empregados na produção de alimentos isentos de glúten e a farinha de sorgo, teff, yacon e arroz são exemplos de alternativas com perfil nutricional atraente e de natureza sem glúten (DE OLIVEIRA DO NASCIMENTO *et al.*, 2018).

O sorgo e sua farinha servem como alimentos básicos para populações em partes da África e da Ásia, constituindo uma importante fonte de fibras alimentares, minerais dietéticos (como ferro e manganês), vitaminas (B, B1, B3, B6 entre outras) e compostos bioativos que auxiliam no bom funcionamento do organismo humano (ADEYEYE, 2016).

O grão de teff constitui um importante papel na cultura alimentar de populações da Etiópia e Eritreia, localizados no continente africano. O mesmo é rico em carboidratos, fibras, polifenóis e possui um conjunto completo de aminoácidos essenciais, além disso, é particularmente rico em ferro e possui mais cálcio, cobre e zinco do que outros grãos de cereais, como por exemplo, o arroz (GEBRU; SBHATU; KIM, 2020).

O yacon é uma raiz tuberosa proveniente da região das Cordilheiras dos Andes na América do Sul e é rico em frutanos, que incluem inulina e oligossacarídeos, que atuam como fibras solúveis e prebióticos que apresentam efeitos benéficos ao organismo de seres humanos, tais como, efeitos antidiabéticos e melhor absorção de minerais. Por ser isenta glúten, a farinha de yacon também é considerada uma opção saudável para ser aplicadas em produtos sem glúten (MACHADO *et al.*, 2019). Por fim, o arroz é um grão que apresenta propriedade de ser facilmente digerido e absorvido e sua farinha é bastante utilizada em produtos de panificação sem glúten devido às suas propriedades hipoalergênicas, baixo teor de sódio e aparência pálida (WU *et al.*, 2019).

Nespeca *et al.* (2020) avaliaram as mudanças na textura, perfil sensorial e aceitação da substituição da farinha de arroz pelas farinhas de sorgo e teff em bolos de chocolate isentos de glúten, a fim de obterem uma formulação otimizada. Com os resultados da pesquisa, concluíram que tal substituição é possível e que a aceitação geral dos bolos produzidos com estas diferentes farinhas praticamente não se alteram, além de aumentar a presença de fibras, principalmente influenciada pela adição de farinha de teff, indicando a possibilidade de incluir farinhas mais saudáveis em bolos sem glúten, melhorando a qualidade nutricional destes produtos destinados às pessoas celíacas.

3.3 Intolerância à Lactose

A lactose é um dissacarídeo composto por uma molécula de galactose e uma de glicose e é a principal fonte de carboidrato presente no leite de mamíferos, com exceção de morsas e leões marinhos que produzem um menor volume de leite sem lactose e com mais gordura (DENG *et al.*, 2015).

A digestão da lactose ocorre no intestino delgado devido a ação da enzima lactase-florizina hidrolase que está localizada nas bordas em escova deste intestino. É uma enzima que possui dois sítios ativos, sendo o primeiro responsável por hidrolisar a lactose em dois monossacarídeos (galactose e glicose) resultando na absorção deles pela mucosa intestinal e o segundo sítio ativo hidrolisa a florizina, um composto natural encontrado principalmente em árvores de frutos (macieira, cerejeira, pereira, entre outras) que é um inibidor de SGLT1 e SGLT2 (co-transportadores de glicose com íons de sódio responsáveis pela reabsorção de 90%

da glicose). A florizina bloqueia estes co-transportadores e provoca a redução da reabsorção da glicose pelo rim, causando assim um aumento da glicosúria (presença de glicose na urina) e conseqüentemente uma diminuição da glicemia de modo totalmente independente da ação da insulina. (DI RIENZO *et al.*, 2013).

Grande parte da população mundial, após o desmame na infância, sofre uma redução geneticamente determinada da atividade da lactase, que pode ser nomeada como deficiência de lactase ou hipolactasia, que pode acarretar em uma má digestão da lactose (HE *et al.*, 2008). A hipolactasia existe de três diferentes formas, sendo ela, congênita, primária e secundária.

A hipolactasia congênita é a mais rara de todas, tendo como característica marcante uma severa diarreia com fezes líquidas desde a primeira ingestão de leite na infância do indivíduo. Neste caso, durará por toda a vida do portador que deve excluir da dieta qualquer produto que contenha lactose, devido às alterações no gene que codifica a lactase (SÉGUREL; BON, 2017).

A hipolactasia primária é a mais comum entre os indivíduos. Neste caso, a queda da atividade da lactase é gradual e pode gerar distúrbios abdominais, como diarreia, inchaço e flatulência. Por fim, a hipolactasia secundária é originada quando um dano na mucosa intestinal causa uma deficiência e conseqüentemente a perda da atividade da lactase. Geralmente doenças relacionadas ao intestino delgado, como por exemplo a DC, são capazes de gerar uma hipolactasia secundária (SANTOS; ROCHA; SANTANA, 2019).

A má absorção da lactose é uma condição prévia para a intolerância à lactose, porém são termos diferentes onde as causas dos sintomas devem ser consideradas separadamente. Um indivíduo com má absorção de lactose pode não apresentar nenhum sintoma após ingerir alimentos que contenham este carboidrato em sua composição, em contrapartida, a intolerância a lactose é caracterizada pelo aparecimento de sintomas, sendo eles, dores abdominais, borborismo (ruído estomacal produzido pela contração dos músculos gástricos devido ao trânsito de líquidos e gases), inchaço, diarreia, flatulência e até mesmo náusea e vômitos após a ingestão desses alimentos devido a não digestão da lactose (DENG *et al.*, 2015).

O aparecimento destes sintomas se dá pois a lactose não digerida entra em contato com a microbiota intestinal, o que promove uma fermentação bacteriana deste dissacarídeo e conseqüentemente produção de gases, tais como, hidrogênio, dióxido de carbono e metano, além da geração de ácidos graxos de cadeia curta

que podem causar efeitos nas funções gastrointestinais (LOMER; PARKES; SANDERSON, 2007).

Por fim, existem algumas opções de tratamento para os intolerantes à lactose, dentre elas, uma dieta com redução ou isenção deste açúcar, reposição oral da enzima lactase, prebióticos que geram lactase bacteriana e que adaptam a microbiota presente no cólon (MISSELWITZ *et al.*, 2019).

3.4 Diabetes

Diabetes *mellitus* é uma condição metabólica crônica que é resultante de altos níveis de glicose na corrente sanguínea (hiperglicemia) e ocorre quando o pâncreas produz pouca ou nenhuma quantidade de insulina, quando há resistência das células à insulina, ou seja, implicações na ação deste hormônio, ou ambos os casos citados anteriormente (BISHU *et al.*, 2019). Essa condição pode ser considerada uma epidemia mundial, já que o número de portadores vem aumentando gradativamente, pois de acordo com a 9ª edição do atlas da *International Diabetes Federation* (IDF) de 2019, aproximadamente 463 milhões de pessoas no mundo são portadores de diabetes *mellitus*.

A diabetes possui algumas classificações como proposta por Galtier (2010), apresentada a seguir:

Diabetes Tipo 1: neste caso o sistema imunológico destrói as células beta do pâncreas responsáveis por sintetizar e secretar a insulina, levando assim a deficiência total desse hormônio. Este tipo representa cerca de 5 a 10 % dos casos de diabetes, atinge principalmente crianças e adolescentes, além de ser associada a fatores genéticos.

Diabetes Tipo 2: há neste caso uma resistência à insulina, ou seja, limitações em sua ação, o que resulta em uma deficiência relativa desse hormônio. Abrange aproximadamente de 90 a 95% dos casos de diabetes, onde muitos casos não são diagnosticados pela falta de sintomas.

Outros tipos de diabetes: existem ainda a diabetes monogênica, diabetes secundária e diabetes relacionadas a síndromes genéticas, como por exemplo, Síndrome de *Down*.

Existem inúmeros sintomas relacionados com a diabetes tipo 1, dentre os mais frequentes encontram-se, sede excessiva, perda de peso inesperada, aumento

da frequência urinária, visão embaçada e cansaço incomum. Esses sintomas podem variar individualmente e acentuam-se com o tempo, assim como outros sintomas podem surgir, tais como náusea e vômito, pele e boca seca, cicatrização lenta entre outros. Já a diabetes tipo 2 é comumente conhecida como “doença silenciosa”, pois muitas pessoas a possuem e não têm ciência sobre isto, elas podem ter os sintomas por muitos anos e não serem diagnosticadas até apresentarem complicações mais sérias, entretanto, quando os sintomas surgem eles são semelhantes aos do tipo 1 e tendem a se desenvolver mais lentamente (COWAP, 2015).

A diabetes não é fatal se gerenciada com cautela e eficácia. Todavia se esta condição não for tratada corretamente pode ocasionar implicações a longo prazo, dentre elas, retinopatia com possível perda de visão, nefropatia resultando em insuficiência renal, neuropatia autonômica que pode causar sintomas cardiovasculares, gastrointestinais e geniturinários, disfunção sexual e até mesmo amputações (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2014).

Segundo Marín-Peñalver *et al.* (2016) a prática de exercícios físicos e a conduta nutricional adequada são a base do tratamento para os pacientes com diabetes. De forma complementar, os portadores de diabetes tipo 1 geralmente devem fazer uso de insulina. No caso da diabetes tipo 2, é comum o uso de drogas hipoglicemiantes como metformina, sulfonilureia, acarbose, tiazolidinedionas (glitazonas) e meglitinida (MATTHEWS, 2008).

3.5 *Stevia rebaudiana* Bertoni

A *Stevia rebaudiana* Bertoni é uma planta nativa das montanhas do Amambay que estão localizadas entre o norte do Paraguai e o sul do Brasil. Nesta região habitavam índios Guaranis que desde antigamente usufruíram desta planta como adoçante e artifício medicinal, onde eles a denominam como “*ka’ a he’ë*” ou erva doce (CARRERA-LANESTOSA; MOGUEL-ORDÓÑEZ; SEGURA-CAMPOS, 2017). Sua classificação botânica se deu em 1899 por Moisés Santiago Bertoni descrevendo-a com mais detalhes. A planta que era inicialmente denominada *Eupatorium rebaudianum* passou em 1905 a se chamar *Stevia rebaudiana* Bertoni (LEMUS-MONDACA *et al.*, 2012).

A estévia faz parte de um grupo de ervas e arbustos perenes e anuais que se adequam melhor em regiões montanhosas, florestas abertas, margens de rios e

vales secos, crescendo principalmente na altitude de 500 a 3000 m (YADAV *et al.*, 2011). A mesma possui hastes quebradiças, um extenso sistema radicular (constituído de raízes, sendo órgãos especializados em absorção, reserva, condução e fixação da planta) e produz pequenas folhas sésseis elípticas de 3 a 4 cm de comprimento, como pode ser visto na Figura 1 (LEMUS-MONDACA *et al.*, 2012).

Figura 1 - *Stevia rebaudiana* Bertoni



Fonte: LEMUS-MONDACA *et al.* (2012).

Esta planta é de um gênero que pertence à família *Asteraceae* e à tribo *Eupatorieae*, englobando cerca de 240 espécies. Dentre estas, existem diversas que possuem vários compostos com potencial adoçante, todavia, a *Stevia rebaudiana* Bertoni é considerada a mais doce de todas (SINGH *et al.*, 2012). As folhas brutas dessa planta são de 10 a 15 vezes mais doce do que a sacarose e folhas com uma boa qualidade apresentam poder de dulçor estimado em 30 vezes maior que o da sacarose (SAVITA *et al.*, 2004).

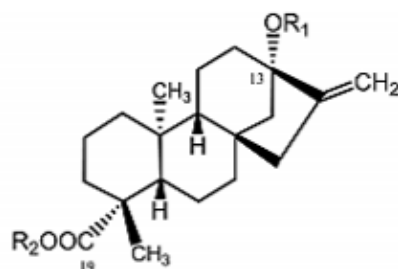
Os adoçantes naturais provenientes das folhas de estêvia são denominados glicosídeos de esteviol, diterpenos identificados e isolados como esteviosídeo, esteviolbiosídeo, rebaudiosídeo A, B, C, D, E, F e dulcosídeo (GEUNS, 2003). Atualmente, existem mais de 20 glicosídeos de esteviol identificados, no entanto, os majoritários presentes nas folhas são os esteviosídeos (5-10%), rebaudiosídeo A (2-4%), rebaudiosídeo C (1-2%) e dulcosídeo A (0.4-0.7%), sendo que essas

concentrações se referem à concentração dos glicosídeos em relação às folhas ao natural (FERRAZZANO *et al.*, 2015).

Os glicosídeos são geralmente encontrados em plantas e são caracterizados como compostos que possuem em sua composição uma molécula de carboidrato (açúcar) ligada a uma fração sem carboidrato e se submetidos a uma clivagem hidrolítica são convertidos em um componente de açúcar (glicona) e não açúcar (aglicona ou genina) (BERNAL *et al.*, 2011).

Os glicosídeos que são isolados das folhas de *Stevia rebaudiana* possuem o mesmo esqueleto de esteviol e o que irá diferenciá-los é o conteúdo de resíduos de carboidratos mono, di e trissacarídeos contendo ramnose e/ou glicose nos carbonos 13 (C13) e 19 (C19) (KOCHIKYAN *et al.*, 2006). A Figura 2 demonstra o esqueleto de um esteviol e os compostos que são originados do mesmo conforme mudam-se o conteúdo das ligações nas posições C13 e C19.

Figura 2 - Estrutura química de alguns glicosídeos da estévia



| Nome do composto | R ₁ (C-13) | R ₂ (C-19) | Fórmula Química | Massa Molar (g/mol) |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|---|---------------------|
| Esteviol | H | H | C ₂₀ H ₃₀ O ₃ | 318.22 |
| Mono-glicosídeo de esteviol | β-Glc | H | C ₂₆ H ₄₀ O ₈ | 480.27 |
| Ester mono-glicosídeo de esteviol | H | β-Glc | C ₂₆ H ₄₀ O ₈ | 480.27 |
| Rubusosídeo | β-Glc | β-Glc | C ₃₂ H ₅₀ O ₁₃ | 642.33 |
| Esteviolbiosídeo | β-Glc-(2→1)-β-Glc | H | C ₃₂ H ₅₀ O ₁₃ | 642.33 |
| Esteviosídeo | β-Glc-(2→1)-β-Glc | β-Glc | C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈ | 804.38 |
| Rebaudiosídeo A | β-Glc-(2→1)-β-Glc \\(3→1)- β-Glc | β-Glc | C ₄₄ H ₇₀ O ₂₃ | 966.43 |
| Rebaudiosídeo B | β-Glc-(2→1)-β-Glc \\(3→1)- β-Glc | H | C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈ | 804.38 |
| Rebaudiosídeo C | β-Glc-(2→1)-α-Rha \\(3→1)-β-Glc | β-Glc | C ₄₄ H ₇₀ O ₂₂ | 950.44 |
| Rebaudiosídeo D | β-Glc-(2→1)-β-Glc \\(3→1)-β-Glc | β-Glc-(2→1)-β-Glc | C ₅₀ H ₈₀ O ₂₈ | 1128.48 |
| Rebaudiosídeo F | β-Glc-(2→1)-β-Xyl \\(3→1)- β-Glc | β-Glc | C ₄₃ H ₆₈ O ₂₂ | 936.42 |
| Dulcosídeo A | β-Glc-(2→1)-α-Rha | β-Glc | C ₃₈ H ₆₀ O ₁₇ | 788.38 |

Nota: *Glc, Rha e Xyl representam moléculas de glicose, ramnose e xilose respectivamente

Fonte: Adaptado de WANG *et al.* (2015).

Os diferentes tipos de glicosídeos possuem propriedades edulcorantes distintas, como exemplo tem-se que o rebaudiosídeo A que contém uma unidade de glicose extra em relação ao esteviosídeo, acarretando um aumento na doçura e qualidade do sabor e conseqüentemente um produto edulcorante com uma maior qualidade. Já o esteviosídeo, quando puro, apresenta um sabor amargo, porém, é 300 vezes mais doce do que o açúcar (DE OLIVEIRA *et al.*, 2007). Além disso, conforme aumenta-se a quantidade de unidades de açúcares ligadas ao esteviol na estrutura dos rebaudiosídeos, aumenta-se também a doçura do mesmo, todavia, a quantidade destes compostos diminui da mesma maneira no material vegetal da estévia (KOVYLYAEVA *et al.*, 2007).

Com a Tabela 1 pode-se visualizar o poder adoçante de alguns glicosídeos presentes na estévia em relação a sacarose.

Tabela 1 - Poder edulcorante de alguns glicosídeos em relação ao da sacarose

| Composto | Vezeis mais doce que a sacarose |
|------------------|---------------------------------|
| Esteviosídeo | 250-300 |
| Rebaudiosídeo A | 250-450 |
| Rebaudiosídeo B | 300-350 |
| Rebaudiosídeo C | 50-120 |
| Rebaudiosídeo D | 250-450 |
| Rebaudiosídeo E | 130-300 |
| Dulcosídeo A | 50-120 |
| Esteviolbiosídeo | 100-125 |

Fonte: KOCHIKYAN *et al.* (2006).

Os glicosídeos presentes na estévia possuem boas propriedades biológicas, fazendo com que a ingestão deles seja benéfica ao organismo humano. O consumo regular de tais compostos pode diminuir o conteúdo de açúcar e colesterol na corrente sanguínea, melhorar a coagulação sanguínea e a regeneração celular, fortalecer os vasos sanguíneos. Além disso, exibem propriedades anti-inflamatórias, coleréticas (estimula o fígado a produzir bile, a qual aumenta a solubilidade do colesterol e da gordura, facilitando a digestão pelo organismo), diuréticas e podem evitar o aparecimento de úlceras no trato gastrointestinal (KOCHIKYAN *et al.*, 2006).

Por fim, a *Stevia rebaudiana* Bertoni pode auxiliar também na regulação da pressão arterial, no combate às cáries, pode induzir o pâncreas a produzir mais insulina. Essa planta possui propriedades antimicrobianas, antioxidantes e propriedades de inibição da alfa-amilase, enzima responsável por realizar a hidrólise

de carboidratos para que estes sejam absorvidos pela corrente sanguínea. Além de contribuir para solucionar problemas relacionados à pele como, dermatite, rugas, manchas, cicatrizes, erupções cutâneas, entre outras. Seu uso é adequado para pessoas portadores de diabetes, especificamente do tipo 2 e pessoas obesas, que podem utilizar como uma melhor alternativa de adoçante (HOSSAIN *et al.*, 2017; MAHMUD *et al.*, 2015; RANJAN; JAISWAL; JENA, 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

As matérias-primas para a elaboração das formulações de bolo foram adquiridas pelo pesquisador no comércio local de Campo Mourão, doadas por fornecedores ou adquiridas em parceria com o estabelecimento Armazém Natural, além disso, os demais reagentes utilizados foram fornecidos pelo Departamento Acadêmico de Alimentos e Engenharia Química (DAAEQ) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão.

A planta *Stevia rebaudiana* denominada UEM-320, uma variedade selecionada e com alto teor de glicosídeos, foi gentilmente cedida pelo Núcleo de Pesquisa em Produtos Naturais – NEPRON da Universidade Estadual de Maringá. A colheita do material foi realizada antes da formação dos botões florais, quando o conteúdo de glicosídeos nas folhas é máximo. As folhas foram secas em estufa de circulação de ar até que o conteúdo de umidade alcançasse a média de 10% e posteriormente foram moídas e armazenadas para serem utilizadas. Às folhas secas e moídas, aplicou-se um pré-tratamento etanólico como descrito por Formigoni *et al.* (2018) baseado no princípio de percolação para melhoria das características sensoriais. Ao término deste tratamento, as folhas moídas foram novamente destinadas à estufa de circulação de ar afim de evaporar totalmente o etanol, para que assim, estivessem aptas a utilização.

4.2 Elaboração dos Bolos

As formulações de bolo a serem submetidas às análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais estão apresentadas na Tabela 2. A quantidade de cada ingrediente das formulações é constante com exceção do açúcar e das folhas de estévia. As formulações foram identificadas como F1, F2, F3, F4 e F5.

Tabela 2 - Formulação dos bolos

| Ingredientes | Quantidade | | | | |
|---------------------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |
| Leite zero lactose (mL) | 250,00 | 250,00 | 250,00 | 250,00 | 250,00 |
| Óleo de soja (mL) | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 60,00 |
| Farinha de sorgo (g) | 52,16 | 52,16 | 52,16 | 52,16 | 52,16 |
| Ovo (g) | 50,00 | 50,00 | 50,00 | 50,00 | 50,00 |
| Fécula de batata (g) | 32,30 | 32,30 | 32,30 | 32,30 | 32,30 |
| Cacau (g) | 30,00 | 30,00 | 30,00 | 30,00 | 30,00 |
| Farinha de arroz (g) | 21,74 | 21,74 | 21,74 | 21,74 | 21,74 |
| Polvilho doce (g) | 16,10 | 16,10 | 16,10 | 16,10 | 16,10 |
| Farinha de teff (g) | 13,04 | 13,04 | 13,04 | 13,04 | 13,04 |
| Yacon (g) | 9,66 | 9,66 | 9,66 | 9,66 | 9,66 |
| Fermento químico (g) | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| Bicarbonato de sódio (g) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Goma xantana (g) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Sal (g) | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Açúcar refinado (g) | 100,00 | 75,00 | 50,00 | 25,00 | - |
| Folha de <i>Stevia rebaudiana</i> (g) | - | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 |
| Açúcar refinado (%) | 15,65 | 12,19 | 8,46 | 4,41 | - |
| Folha de <i>Stevia rebaudiana</i> (%) | - | 0,24 | 0,34 | 0,44 | 0,55 |

Fonte: Autoria própria.

Primeiramente os ingredientes foram pesados em balança semi-analítica (Shimadzu UW620H). Em seguida, bateu-se os ovos com o auxílio de uma batedeira (Britânia) em rotação máxima (220 rpm) por 2 minutos. Adicionou-se o leite (Elegê) e o óleo (Coamo), ambos em temperatura ambiente, juntamente com as folhas de estévia homogeneizando-se por mais 2 minutos. A mistura obtida foi incorporada aos demais ingredientes (com exceção do fermento) e homogeneizada em batedeira em rotação máxima por 3 minutos para que houvesse a completa homogeneização da massa.

Posteriormente adicionou-se o fermento químico (Dr. Oetker), incorporando-o manualmente à massa e sendo a mesma foi transferida para formas de alumínio retangulares com dimensões de 22 cm x 10 cm, forradas com papel manteiga e assadas em forno industrial (Tedesco Turbo Power Expert FTT240E) à 180°C por 30 minutos.

4.3 Análise do Perfil de Textura

A análise do Perfil de Textura (TPA, do inglês *Texture Profile Analysis*) é uma técnica que consiste em comprimir duas vezes o alimento, analogamente ao processo de mastigação, para obter os parâmetros de textura (DI MONACO; CAVELLA; MASI, 2008).

Primeiramente, utilizando um cortador de aço inoxidável, cada bolo foi cortado em pedaços cilíndricos de 36 mm de diâmetro e 30 mm de altura. Em seguida, utilizando o texturômetro (TATX/Express Enhanced), cada pedaço foi submetido a um ciclo duplo de compressão, utilizando um *probe* cilíndrico de 36 mm de diâmetro do tipo P/36R e uma velocidade de 2 mm/s, resultando em uma compressão de 30% da altura original do bolo. Foram realizados 6 ensaios para cada formulação (TORMENA, 2016).

Os parâmetros avaliados nos bolos foram resiliência, dureza, gomosidade, mastigabilidade, elasticidade, adesividade, fraturabilidade e coesividade como sugerido por Moscatto, Prudencio-Ferreira e Haully (2004) e seus respectivos significados físicos e sensoriais estão apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Significado sensorial dos parâmetros de Perfil de Textura

| Parâmetro | Significado |
|------------------------|---|
| Dureza | Força necessária para se comprimir uma substância entre os dentes molares (para sólidos) ou entre o palato e a língua (para semissólidos). |
| Gomosidade | Energia requerida para desintegração do alimento semissólido até este chegar ao ponto certo para deglutição, sendo a densidade que persiste durante a mastigação. |
| Mastigabilidade | Tempo necessário para se mastigar o alimento, por meio da aplicação de força a velocidade constante, para que assim o mesmo seja reduzido a consistência ideal para deglutição. |
| Elasticidade | É o grau ao qual um produto retorna a sua forma original, após a compressão com os dentes. |
| Adesividade | Força requerida para se remover o alimento que se adere a boca (palato) durante o processo de mastigação. |
| Fraturabilidade | Força necessária para esmigalhar, rachar ou quebrar o alimento em pedaços. |
| Coesividade | Grau ao qual o alimento é comprimido entre os dentes antes de romper. |

Fonte: CIVILLE e SZCZESNIAK (1973).

Tabela 4 - Significado físico dos parâmetros de Perfil de Textura

| Parâmetro | Significado |
|------------------------|--|
| Resiliência | Parâmetro medido na retirada da primeira compressão e indica o esforço necessário para o produto recuperar sua altura original. |
| Dureza | É a força máxima da primeira compressão necessária para produzir uma certa deformação. |
| Gomosidade | Parâmetro secundário aplicado somente em produtos semissólidos, indicado pelo produto da dureza com a coesividade. É a energia necessária para desintegrar um alimento semissólido até estar pronto para deglutição. |
| Mastigabilidade | Parâmetro secundário, destinado somente para produtos sólidos, resultado do produto da gomosidade com a elasticidade. É a energia requerida para mastigar um alimento sólido até a deglutição. |
| Elasticidade | Parâmetro que é uma porcentagem ou proporção da altura original do produto, mais comumente calculada como a razão entre a altura resultada da segunda compressão e a distância de compressão original. Indica quão bem um produto volta fisicamente após ser deformado pela primeira compressão. |
| Adesividade | Parâmetro de determinados produtos que tracionam o <i>probe</i> após a compressão, possuindo propriedades adesivas. É a energia necessária para superar as forças atrativas entre o alimento e a superfície em que ele se encontra. |
| Fraturabilidade | Nem todos os produtos fraturam, porém quando isto ocorre, este parâmetro indica a força necessária para esta ação, indicando que o produto tem um alto grau de dureza e baixo grau de coesividade. |
| Coesividade | Indica o quanto o produto suporta uma segunda deformação em relação à sua resistência na primeira deformação, ou seja, indica a extensão que o produto pode ser deformado antes de romper. |

Fonte: CIVILLE e SZCZESNIAK (1973); TORMENA (2016); TRINH (2012).

Os valores de cada parâmetro foram diretamente obtidos do *software* associado ao texturômetro e aplicou-se aos mesmos Análise de Variância – ANOVA ($p < 0,05$) e Teste de Tukey, utilizando o *software Statistica 10* e Análise de Componentes Principais (ACP).

4.4 Análise de Volume Específico

Para a realização desta análise, os bolos foram cortados em pedaços cilíndricos com um diâmetro de 36 mm e uma altura de 30 mm. Posteriormente foram pesados em balança analítica (Bioscale) para se obter a massa da amostra em gramas (BRITO; CEREDA, 2015).

Um béquer de 250 mL foi preenchido e nivelado até o topo com sementes de painço. Em seguida, cada amostra de bolo foi completamente submersa no béquer promovendo o deslocamento das sementes, que foram recolhidas e depositadas em uma proveta de 50 mL para verificar o volume ocupado (BRITO; CEREDA, 2015).

Com a massa da amostra de bolo obtida em balança analítica e o volume ocupado pelas sementes de painço deslocadas (medido em proveta), determinou-se o volume específico dos bolos através da Equação 1, proposta por Brito e Cereda (2015). Aos resultados de volume específico aplicou-se ANOVA ($p < 0,05$) e Teste de Tukey, pelo *software Statistica 10*.

$$Ve = \frac{V}{m} \quad (1)$$

Onde “Ve” é o volume específico ($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$), “V” é o volume deslocado de semente de painço (cm^3) e “m” é a massa da amostra (gramas).

4.5 Análise Microbiológica

Os bolos formulados foram submetidos à pesquisa de Coliformes a 45 °C/g e *Salmonella* segundo a Instrução Normativa 62 (2003), de 26 de agosto de 2003, conforme exigência da RDC n. 12 (2001), de 02 de janeiro de 2001, antes de serem destinados às análises sensoriais, para assim garantir a inocuidade do produto e consequentemente a saúde do provador.

4.6 Análise Sensorial

As amostras de bolos foram avaliadas sensorialmente por teste de aceitação, intenção de compra e teste descritivo (*Rate-All-That-Apply*). Todos foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética

em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná sob CAAE: 88116618.2.0000.5547.

4.6.1 Teste de Aceitação e Intenção de Compra

As cinco formulações (F1, F2, F3, F4 e F5) foram avaliadas por 89 provadores não treinados com relação aos atributos aparência, sabor, textura e impressão global, utilizando uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (9 = gostei muitíssimo, 1 = desgostei muitíssimo) e juntamente avaliaram a intenção de compra das amostras utilizando uma escala com 5 pontos (5 = Certamente não compraria o produto, 1 = Certamente compraria o produto) (DUTCOSKY, 2007).

A análise ocorreu em duas sessões, em diferentes dias. Na primeira sessão os provadores receberam três amostras e na segunda sessão receberam duas amostras para serem avaliadas, que foram oferecidas aos provadores em ordem monádica, sequencial e aleatorizada. As amostras foram servidas em pratos descartáveis brancos codificados com três dígitos aleatórios, acompanhados do branco (água mineral em temperatura ambiente) para ser ingerido antes da prova de cada amostra. A Figura 3 apresenta o modelo de ficha para o teste de aceitação e intenção de compra que foi utilizado para avaliar os bolos.

Os resultados do teste de aceitação e intenção de compra foram analisados por ANOVA ($p < 0,05$) e teste de Tukey. As análises foram executadas utilizando o *software Statistica 10*.

Figura 3 - Modelo de Ficha do Teste de Aceitação e Intenção de Compra

Nome: _____ Data: __/__/__

E-mail: _____

Você está recebendo uma amostra codificada de bolo de chocolate sem glúten e sem lactose. Antes de provar cada amostra lembre-se de tomar água.

Você possui Diabetes? Sim () Não ()

Você costuma consumir alimentos diet/light? Sim () Não ()

Você costuma utilizar adoçantes em bebidas como chá, café ou suco? Sim () Não ()

NÚMERO DA AMOSTRA: _____

Avalie sua amostra utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto com relação a cada atributo.

(9) Gostei muitíssimo
 (8) Gostei muito
 (7) Gostei moderadamente
 (6) Gostei ligeiramente
 (5) Não gostei/ nem desgostei
 (4) Desgostei ligeiramente
 (3) Desgostei moderadamente
 (2) Desgostei muito
 (1) Desgostei muitíssimo

| Atributo | Nota |
|------------------|------|
| Aparência | |
| Textura | |
| Sabor | |
| Impressão global | |

Supondo que você precise consumir alimentos sem glúten e/ou sem lactose e/ou com redução de açúcar e sabendo que seu custo é em torno de 30% maior que os alimentos tradicionais, avalie a amostra segundo sua intenção de compra:

(1) Certamente compraria o produto
 (2) Provavelmente compraria o produto
 (3) Não sei se compraria ou não o produto
 (4) Provavelmente não compraria o produto
 (5) Certamente não compraria o produto

Fonte: Autoria própria.

4.6.2 Rate-All-That-Apply (RATA)

Os métodos sensoriais descritivos se baseiam na descrição e detecção quantitativa e qualitativa de atributos sensoriais de um produto a ser desenvolvido por meio da avaliação de uma equipe de provadores. Estes são utilizados quando o intuito é apresentar uma descrição detalhada do produto que está sendo desenvolvido em relação aos seus atributos sensoriais, comparar as diferenças sensoriais entre amostras e muitas vezes auxiliar na compreensão da resposta do consumidor frente ao produto desenvolvido. Existem os métodos descritivos clássicos, onde é necessário ter uma equipe treinada, sendo assim mais demorados, como por exemplo a ADQ (Análise Descritiva Quantitativa) e existem os métodos descritivos rápidos, sendo uma alternativa viável para a obtenção de resultados mais rápidos, dentre eles encontra-se o *Rate-All-That-Apply* (RATA) (ARES *et al.*, 2014).

Foi aplicado aos bolos desenvolvidos o método descritivo RATA, que é derivado do método *Check-All-That-Apply* (CATA), no qual os provadores recebem uma lista com atributos pré-estabelecidos pelo analista e avaliam se aqueles atributos se aplicam ou não ao produto alvo. Em contrapartida, o RATA além de fazer esta identificação, indica a intensidade do atributo, desta forma, os provadores

conseguem avaliar se o atributo não é aplicável ou não e se o mesmo possui baixa, média ou alta intensidade (ARES *et al.*, 2014; MEYNER; JAEGER; ARES, 2016).

Os atributos selecionados pelo pesquisador para compor a ficha de avaliação do RATA foram “cor marrom do miolo”, “cor marrom da crosta”, “porosidade”, “aparência seca”, “brilho da crosta”, “odor característico de chocolate”, “odor característico de produto integral”, “sabor característico de chocolate”, “sabor característico de produto integral”, “sabor doce”, “sabor amargo”, “amargor após deglutição”, “maciez”, “umidade”, “arenosidade (granuloso)”, “fraturabilidade (quebradiço)” e “elasticidade”. Destes, alguns fatores foram retirados da literatura e outros escolhidos pelo analista (BATTOCHIO, 2007; MAURÍCIO, 2011; PADILHA *et al.*, 2010).

A análise contou com 51 provadores não treinados e foi realizada em duas sessões. Na primeira sessão os provadores receberam três amostras e na segunda sessão receberam duas amostras para serem avaliadas. Os provadores receberam uma ficha com uma lista de atributos pré-determinados e uma amostra de bolo. Solicitou-se aos provadores que provassem o bolo e assinalassem se o atributo se aplicava ou não a produto e se ele apresentava baixa, média ou alta intensidade, utilizando-se uma escala de quatro pontos (0: Não possui; 3: alta intensidade). A Figura 4 apresenta o modelo de ficha disponibilizado aos provadores para realizarem a análise.

Figura 4 - Modelo de Ficha para RATA

| | | | |
|---|----------------|-----------------------|-----------------------|
| Nome: _____ | | Data: _____ | |
| Você está recebendo uma amostra de bolo de chocolate sem glúten e sem lactose. Prove-a e analise os atributos abaixo quanto a intensidade deles na amostra. | | | |
| Amostra n°: _____ | | | |
| Cor marrom do miolo | Não possui () | Baixa Intensidade () | Média Intensidade () |
| Cor marrom da crosta | Não possui () | Baixa Intensidade () | Média Intensidade () |
| Porosidade | Não possui () | Baixa Intensidade () | Média Intensidade () |
| Aparência seca | Não possui () | Baixa Intensidade () | Média Intensidade () |
| Brilho da crosta | Não possui () | Baixa Intensidade () | Média Intensidade () |
| Odor característico de chocolate | Não possui () | Baixa Intensidade () | Média Intensidade () |
| Odor característico de produto integral | Não possui () | Baixa Intensidade () | Média Intensidade () |
| Sabor característico de chocolate | Não possui () | Baixa Intensidade () | Média Intensidade () |
| Sabor característico de produto integral | Não possui () | Baixa Intensidade () | Média Intensidade () |
| Sabor doce | Não possui () | Baixa Intensidade () | Média Intensidade () |
| Sabor amargo | Não possui () | Baixa Intensidade () | Média Intensidade () |
| Amargor após deglutição | Não possui () | Baixa Intensidade () | Média Intensidade () |
| Maciez | Não possui () | Baixa Intensidade () | Média Intensidade () |
| Umidade | Não possui () | Baixa Intensidade () | Média Intensidade () |
| Arenosidade (granuloso) | Não possui () | Baixa Intensidade () | Média Intensidade () |
| Fraturabilidade (quebradiço) | Não possui () | Baixa Intensidade () | Média Intensidade () |
| Elasticidade | Não possui () | Baixa Intensidade () | Média Intensidade () |

Fonte: Autoria própria.

Para realizar a análise de dados do RATA, se fez necessário relacionar a escala da ficha de intensidade a valores numéricos, sendo assim, para “Não possui”, “Baixa Intensidade”, “Média Intensidade” e “Alta Intensidade”, atribui-se respectivamente, 0, 1, 2 e 3. Posteriormente, os resultados foram analisados por ANOVA ($p < 0,05$) e teste de Tukey utilizando o *software Statistica 10*.

4.6.3 Análise de Correspondência

Com os dados obtidos da intensidade média, obtida pelo uso de escalas dos atributos empregados no *Rate-All-That-Apply* (RATA) para as formulações F1, F2, F3, F4 e F5 realizou-se a Análise de Correspondência (AC). Os princípios geométricos da ACM permitem representar dentro do Espaço Euclidiano as distâncias entre os pontos linha e/ou coluna resultante da associação entre as variáveis da tabela de contingência. Empregou-se o teste qui-quadrado com 10% de significância para verificar a independência das variáveis ao invés da variação total (CZERMAINSKI, 2004; ALVES; FERNANDES; REIS, 2009). Essa técnica é aplicada a uma matriz indicadora, formada por códigos binários, em que nas linhas estão presentes os atributos e nas colunas as categorias das variáveis. Nessa matriz, cada categoria é codificada com "1" se estiver presente no atributo do bolo com estévia ou "0", caso contrário. A partir matriz indicadora, padronizações são realizadas por meio da frequência relativa marginal (massa) de linhas e colunas, gerando a matriz de correspondência. O gráfico gerado apresenta as componentes principais das linhas e das colunas que permitem a visualização da relação entre os conjuntos, onde a proximidade dos pontos referentes à linha e a coluna indicam associação e o distanciamento, uma repulsão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas mostraram que os bolos desenvolvidos estavam próprios para o consumo humano e foram elaborados com condições higiênico-sanitárias adequadas, visto que não houve crescimento de coliformes a 45 °C/g e o resultado para *Salmonella* indicou ausência para este microrganismo. Tais parâmetros evidenciam que os produtos desenvolvidos estavam dentro dos padrões microbiológicos estabelecidos pela RDC n. 12 (2001), de 02 de janeiro de 2001, sendo a tolerância para amostra indicativa de 10 UFC/ g para Coliformes a 45 °C/ g e ausência para *Salmonella*, garantido assim, a inocuidade à saúde dos provadores.

5.2 Rate-All-That-Apply (RATA)

A Tabela 5 apresenta as médias e o desvio padrão de cada atributo julgado pelos provadores com relação as sete formulações de bolo, indicando assim a intensidade destes atributos.

Tabela 5 - Intensidade média dos atributos sensoriais avaliados pelo RATA

| Variáveis | Atributos | Intensidade | | | | |
|-----------|--|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |
| Aparência | Cor marrom do miolo | 2,33 ^b ±0,09 | 2,55 ^{ab} ±0,09 | 2,69 ^a ±0,08 | 2,71 ^a ±0,08 | 2,71 ^a ±0,09 |
| | Cor marrom da crosta | 2,69 ^a ±0,08 | 2,55 ^a ±0,10 | 2,61 ^a ±0,09 | 2,59 ^a ±0,08 | 2,73 ^a ±0,07 |
| | Porosidade | 1,69 ^{ab} ±0,11 | 1,80 ^{ab} ±0,10 | 1,67 ^{ab} ±0,10 | 2,08 ^a ±0,11 | 1,51 ^b ±0,09 |
| | Aparência seca | 1,06 ^a ±0,12 | 1,12 ^a ±0,11 | 1,29 ^a ±0,13 | 1,25 ^a ±0,13 | 1,30 ^a ±0,13 |
| | Brilho da crosta | 1,88 ^a ±0,12 | 1,43 ^{ab} ±0,13 | 1,41 ^{ab} ±0,14 | 1,37 ^{ab} ±0,12 | 1,12 ^b ±0,11 |
| Odor | Odor característico de chocolate | 1,35 ^a ±0,13 | 1,82 ^a ±0,12 | 1,47 ^a ±0,12 | 1,80 ^a ±0,11 | 1,55 ^a ±0,12 |
| | Odor característico de produto integral | 1,53 ^a ±0,14 | 1,57 ^a ±0,13 | 1,69 ^a ±0,14 | 1,59 ^a ±0,13 | 1,73 ^a ±0,13 |
| Sabor | Sabor característico de chocolate | 2,02 ^{ab} ±0,10 | 2,12 ^a ±0,11 | 1,86 ^{abc} ±0,12 | 1,53 ^c ±0,10 | 0,86 ^d ±0,10 |
| | Sabor característico de produto integral | 1,33 ^a ±0,14 | 1,35 ^a ±0,13 | 1,47 ^a ±0,14 | 1,61 ^a ±0,12 | 1,88 ^a ±0,13 |
| | Sabor doce | 1,94 ^{ab} ±0,11 | 2,08 ^a ±0,10 | 1,80 ^{abc} ±0,10 | 1,31 ^d ±0,10 | 0,82 ^e ±0,08 |
| | Sabor amargo | 0,41 ^d ±0,08 | 0,51 ^{cd} ±0,09 | 0,49 ^{cd} ±0,08 | 0,98 ^b ±0,11 | 1,47 ^a ±0,13 |
| | Amargor após deglutição | 0,51 ^{bc} ±0,11 | 0,41 ^c ±0,08 | 0,59 ^{bc} ±0,09 | 1,02 ^b ±0,13 | 1,67 ^a ±0,16 |
| Textura | Maciez | 2,51 ^{ab} ±0,09 | 2,65 ^a ±0,08 | 2,25 ^{ab} ±0,10 | 2,10 ^b ±0,12 | 1,73 ^{bc} ±0,09 |
| | Umidade | 1,98 ^a ±0,09 | 2,04 ^a ±0,11 | 1,75 ^a ±0,11 | 1,82 ^a ±0,12 | 1,57 ^a ±0,11 |
| | Arenosidade (granuloso) | 0,92 ^{ab} ±0,11 | 1,04 ^{ab} ±0,12 | 0,75 ^{ab} ±0,10 | 1,02 ^{ab} ±0,14 | 1,20 ^a ±0,13 |
| | Fraturabilidade (quebradiço) | 0,59 ^{ab} ±0,09 | 0,65 ^{ab} ±0,09 | 0,67 ^{ab} ±0,11 | 0,84 ^a ±0,12 | 0,78 ^{ab} ±0,11 |
| | Elasticidade | 1,22 ^a ±0,11 | 1,47 ^a ±0,14 | 1,39 ^a ±0,13 | 1,41 ^a ±0,13 | 1,16 ^a ±0,11 |

Nota: Legenda – 0 = não possui; 1 = baixa intensidade; 2 = média intensidade; 3 = alta intensidade. Letras minúsculas sobrescritas distintas na linha diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Fonte: Autoria própria.

De acordo com os resultados, os atributos “cor marrom da crosta”, “aparência seca”, “odor característico de chocolate”, “odor característico de produto integral”, “sabor característico de produto integral”, “umidade” e “elasticidade” não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% entre as formulações.

Com relação a “cor marrom da crosta”, as intensidades foram de 2,55 a 2,73, sendo estes valores enquadrados entre uma média e alta intensidade na escala utilizada. Já os atributos “aparência seca” (1,06 a 1,30), “odor característico de

chocolate” (1,35 a 1,82), “odor característico de produto integral” (1,53 a 1,73), “sabor característico de produto integral” (1,33 a 1,88), “umidade” (1,57 a 2,04) e “elasticidade” (1,16 a 1,47) são classificados entre uma baixa e média intensidade.

Com relação ao atributo “cor marrom do miolo” a intensidade variou de 2,33 a 2,71, sendo estes valores enquadrados entre uma média e alta intensidade na escala utilizada. Com exceção de F1 (2,33), todas as formulações apresentaram a mesma intensidade para este atributo, isto se dá pelo fato de que a cor marrom está atrelada a presença de cacau nas formulações (ingrediente sem variação).

A intensidade do atributo “porosidade” variou de 1,51 a 2,08, a qual classificam-se entre baixa e média intensidade. Nota-se que estatisticamente ($p < 0.05$) F5 difere de F4, contudo as demais formulações mostraram semelhanças com ambas as formulações. Com relação ao “brilho da crosta” os valores variaram de 1,12 (F5) a 1,88 (F1), os quais classificam-se entre baixa e média intensidade. F1 apresentou a maior intensidade para este atributo, isto pode ser explicado pelo fato de apresentar a maior quantidade de açúcar, e este é um importante componente para a Reação de Maillard, a qual hidrolisa a sacarose em açúcares redutores, logo, a presença do açúcar contribuiu para dar brilho a crosta do bolo (VAN DER SMAN; RENZETTI, 2020).

A intensidade do atributo “sabor característico de chocolate” apresentou valores de 0,86 a 2,12, sendo os resultados das amostras F1 (2,02) e F2 (2,12) localizados entre média e alta intensidade, para F3 e F4 a intensidade ficou entre baixa e média e a amostra F5 (0,86) caracterizou-se entre não possui este parâmetro e baixa intensidade. Pode-se perceber que para formulações com maior teor de açúcar, a combinação do mesmo com o cacau resultou em uma maior assimilação com o sabor de chocolate, visto que a quantidade de cacau é a mesma para todas as amostras e o que as difere é o dulçor.

O atributo “sabor doce” resultou em intensidade com variação de 0,82 a 2,08 respectivamente. Com exceção da intensidade de F5 (0,82) que na escala está caracterizada entre não possui e baixa intensidade, os demais resultados enquadram-se como baixa e média intensidade para este parâmetro, isto é explicado pelo fato de a formulação conter somente folhas de estévia (o maior teor). Nota-se que a intensidade desse atributo diminui à medida que o teor de açúcar nas formulações decai, diferente de “sabor amargo” e “amargor após a deglutição”, onde acontece o efeito contrário.

A variação das intensidades de “sabor amargo” (0,41 a 1,47) e “amargor após deglutição” (0,41 a 1,67), de modo geral, ficou localizada entre não possui e baixa intensidade, exceto F5, que para ambos os atributos apresentou o maior valor, fazendo com que seja classificada entre baixa e média intensidade, este resultado é proveniente do sabor característico de edulcorantes, neste caso, da estévia.

O parâmetro “maciez” obteve uma variação de intensidade de 1,73 a 2,65, o qual de acordo com a classificação está entre média e alta intensidade, menos F5 (1,73), que é caracterizada entre baixa e média intensidade para este atributo. Os maiores valores de intensidade para este atributo estão associados a presença de açúcar nas formulações, visto que este ingrediente é essencial para as características sensoriais atreladas a textura.

Para “arenosidade” a intensidade entre as formulações foi de 0,75 a 1,20, sendo que F1 e F3 classificam-se entre não possui e baixa intensidade e as demais amostras apresentaram intensidades entre baixa e média.

Por fim, analisando o atributo “fraturabilidade” observa-se que a intensidade foi de 0,59 a 0,86, o que por meio da escala utilizada estes valores encontram-se entre não possui e baixa intensidade.

Com base nas coordenadas das colunas das variáveis que podem ser observadas na Tabela 6, analisando o percentual de variação explicada (percentual cumulativo) juntamente com a interpretabilidade (autovalor), é possível verificar que a associação das variáveis com 100% de explicação aconteceria com sete dimensões, isto não ocorreu pelo fato de que na terceira dimensão o valor p do teste qui-quadrado foi inferior ao nível de significância de 10% inicialmente apresentado.

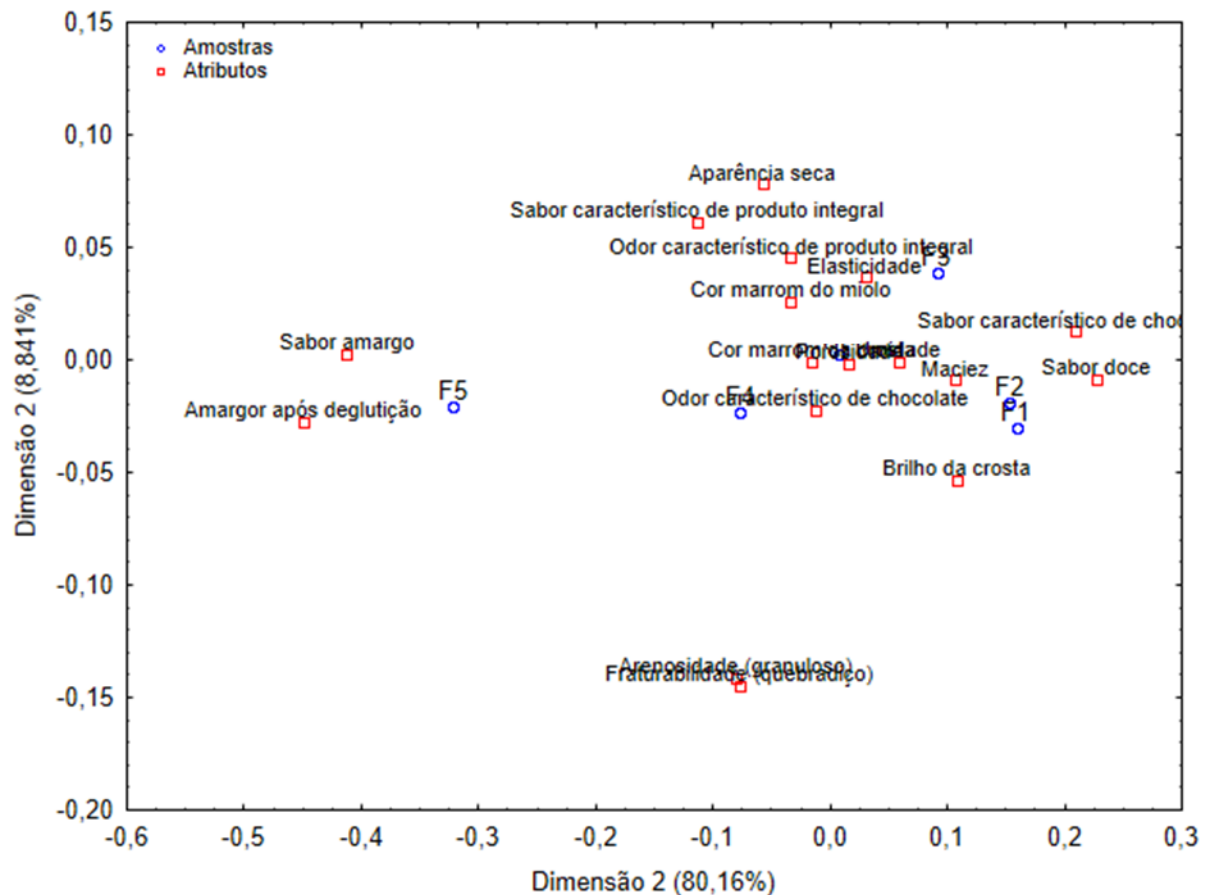
Sendo assim, devido a esta consideração se trabalhou com as duas dimensões, sendo que estas foram capazes de explicar 89,0029% da variação entre as amostras. Vale salientar que os correspondentes autovalores são responsáveis pela importância de cada dimensão. Eles são indicativos do percentual de informação que é devolvido a cada eixo gerador de uma dimensão e com isso, a variabilidade total da tabela de dados é igual a inércia total, que é obtida por meio da soma dos autovalores elevados ao quadrado.

Tabela 6 - Coordenadas das colunas das variáveis

| Dimensões | Valores singulares | Autovalores | Percentual de Inércia | Inércia Acumulada | Qui Quadrado |
|-----------|--------------------|-------------|-----------------------|-------------------|--------------|
| 1 | 0,143503 | 0,020593 | 80,16239 | 80,1624 | 4,361977 |
| 2 | 0,047656 | 0,002271 | 8,84054 | 89,0029 | 0,481052 |
| 3 | 0,039325 | 0,001546 | 6,01988 | 95,0228 | 0,327567 |
| 4 | 0,021993 | 0,000484 | 1,88282 | 96,9056 | 0,102452 |
| 5 | 0,020700 | 0,000428 | 1,66790 | 98,5735 | 0,090757 |
| 6 | 0,016332 | 0,000267 | 1,03830 | 99,6118 | 0,056498 |
| 7 | 0,009986 | 0,000100 | 0,38818 | 100,0000 | 0,021123 |

Fonte: Autoria própria.

Aplicando-se a técnica de Análise de Correspondência sobre os dados da Tabela 5 e utilizando a distância Euclidiana como nível de similaridade e o método de Ward como o método hierárquico obteve-se a Figura 5.

Figura 5 – Análise de correspondência da Tabela 5.

Fonte: Autoria própria.

Por meio desta figura, nota-se que para F1 (15,65% açúcar) e F2 (12,19% açúcar), os atributos que melhor descrevem-nas são brilho da crosta, sabor doce, maciez e sabor característico de chocolate devido ao fato de apresentarem maior teor de açúcar. Com relação a F3 (8,46% açúcar), os atributos elasticidade, odor característico de produto integral e cor marrom do miolo exercem maior influência em sua descrição sensorial. Nota-se que F4 (4,41% açúcar) é descrita pelos atributos odor característico de chocolate, cor marrom da crosta, umidade e porosidade, indicando que menores quantidades de açúcar nas formulações fazem com que a influência do cacau seja mais perceptível aos provadores.

Nota-se também, que F5 (0,55% folhas de estévia) possui sabor amargo e amargor após deglutição como atributos correlacionados mais fortemente, isto se dá pela substituição total do açúcar pelas folhas de estévia, que assim como a grande maioria dos adoçantes, conferem um certo amargor aos produtos. O amargor proveniente das folhas de estévia se dá pela presença do esteviosídeo, sendo este o glicosídeo presente em maior quantidade na planta, que mesmo possuindo dulçor de 150 a 300 vezes maior que a sacarose, apresenta forte sabor amargo residual (HELLFRITSCH *et al.*, 2012).

De modo geral, a descrição das formulações ocorreu de maneira desejável, as notas atribuídas às formulações pelos provadores mostraram que estes conseguiram distinguir os diferentes teores de açúcar e estévia nas formulações, assim como agrupá-las.

5.3 Teste de Aceitação e Intenção de Compra

Os resultados do teste de aceitação e intenção de compra, assim como as médias e os desvios padrões de cada atributo analisado das sete formulações estão contidos na Tabela 7.

Tabela 7 - Médias e desvios padrões da aceitação dos atributos para as formulações de bolo

| Formulação | Aparência | Textura | Sabor | Impressão Global | Intenção de Compra |
|------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| F1 | 8,00 ^a ±0,09 | 7,94 ^a ±0,10 | 7,88 ^a ±0,11 | 7,93 ^a ±0,09 | 1,66 ^c ±0,07 |
| F2 | 7,97 ^a ±0,10 | 7,75 ^{ab} ±0,12 | 7,93 ^a ±0,14 | 7,90 ^{ab} ±0,12 | 1,73 ^c ±0,08 |
| F3 | 7,26 ^{bc} ±0,15 | 7,07 ^c ±0,15 | 7,22 ^b ±0,16 | 7,16 ^c ±0,14 | 2,29 ^b ±0,10 |
| F4 | 7,27 ^{bc} ±0,14 | 6,79 ^c ±0,17 | 6,54 ^c ±0,17 | 6,79 ^c ±0,16 | 2,62 ^b ±0,11 |
| F5 | 6,66 ^c ±0,20 | 5,88 ^d ±0,20 | 4,72 ^d ±0,20 | 5,39 ^d ±0,18 | 3,67 ^a ±0,11 |

Nota: Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Fonte: Autoria própria.

Por meio da Tabela 7 observa-se que todos os atributos sensoriais e a intenção de compra apresentaram diferenças significativas entre as formulações ao nível de significância de 5%.

Com relação ao atributo aparência, os resultados variaram de 6,66 a 8,00, que correspondem à “gostei ligeiramente” e “gostei muito” na escala hedônica. A formulação que apresentou menor aceitabilidade neste atributo foi a F5 (0,55% estévia) e a maior aceitabilidade foi pertencente a F1 (15,65% açúcar). Pode-se verificar que as notas atribuídas a F1 e F2 não diferem entre si ($p < 0,05$). Apesar da diminuição da aceitação da aparência com o aumento da troca de açúcar por folhas de estévia, verificou-se que essa variação foi pequena, demonstrando que a aparência não é o atributo limitante dessa substituição.

Analisando o atributo textura percebe-se que a maior nota foi referente a F1 (7,94) e a menor aceitação foi de F5 (5,88), valores que se encontram entre “gostei ligeiramente” e “gostei muito” na escala hedônica. A aceitação da textura também diminui à medida em que se substitui açúcar por estévia.

A aceitação do atributo sabor variou de 4,72 (F5) a 7,93 (F2), valores representados na escala hedônica por “desgostei ligeiramente” e “gostei muito”. As formulações F1 e F2 são estatisticamente iguais e é possível perceber que conforme diminui-se a quantidade de açúcar nas formulações, a aceitabilidade deste atributo decai. F5 composta apenas por folhas de estévia é a formulação com menor aceitação de sabor, o que é esperado já que uso de edulcorantes geralmente acarreta na percepção de sensações bucais e gostos desagradáveis (metálico,

amargo, alcaçuz) nos produtos, início lento e baixa intensidade máxima de doçura (DUBOIS; PRAKASH, 2012). Além disso, cada glicosídeo de esteviol presentes nas folhas de estévia pode expressar características sensoriais diferentes, como por exemplo, a doçura e o amargor. Para isso, tem-se que o esteviosídeo possui potência de doçura menor que o rebaudiosídeo A, e, ainda, o seu sabor residual mais amargo prejudica a expressão do gosto doce, portanto, a qualidade geral do gosto do rebaudiosídeo A é considerado superior ao de esteviosídeo (LINDLEY, 2012).

As notas atribuídas à impressão global das formulações variaram de 5,39 (F5) a 7,93 (F1), representadas entre “não gostei/ nem desgostei” e “gostei muito”. A aceitação global de F1 e F2 não difere entre si e F5 é significativamente menos aceita que as demais, demonstrando que a substituição completa de açúcar por folhas de estévia não é viável em formulações de bolo de chocolate sem glúten e lactose.

Observando-se a média da intenção de compra dos bolos avaliados, nota-se que ela variou de 1,66 (F1) a 3,67 (F5), que na escala utilizada são valores compreendidos entre “certamente compraria o produto” e “provavelmente não compraria o produto”. F1 e F2 não diferem com relação à intenção de compra ($p < 0,05$) e F5 tem a menor avaliação neste quesito.

Machado (2012) avaliou a intenção de compra de bolos de chocolate light utilizando farinha de mesocarpo de maracujá e hidrocoloides. As formulações de bolo light continham um valor fixo de 56g de adoçante artificial e apresentaram valores para intenção de compra que variaram de 2,06 a 3,66, o que na escala hedônica utilizada pelos autores estavam compreendidos entre “provavelmente não compraria o produto” e “provavelmente compraria o produto”.

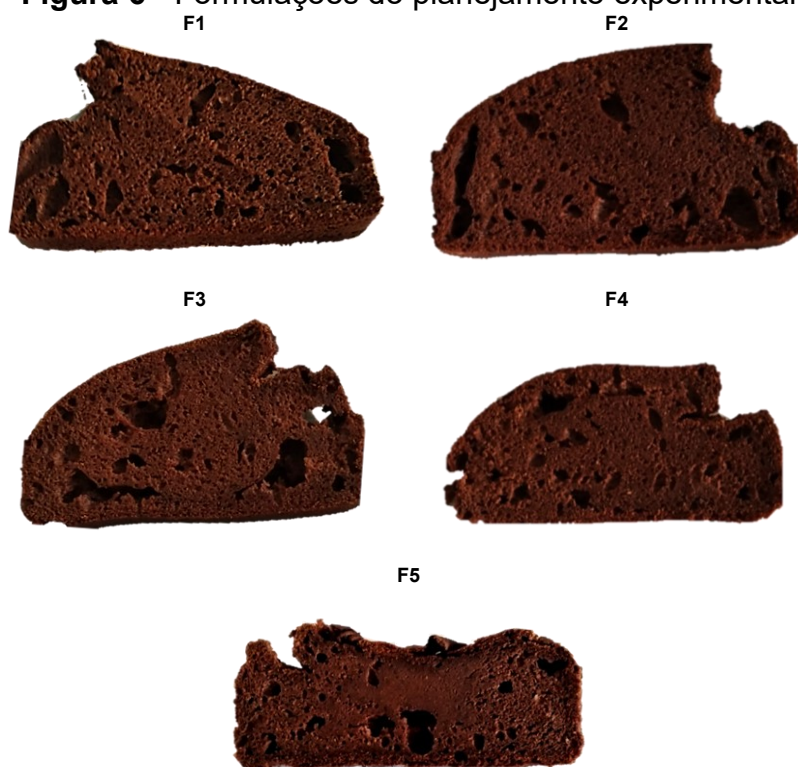
É possível observar que a aceitabilidade das formulações é inversamente proporcional a adição das folhas de estévia, ou seja, quanto maior a quantidade dessa planta presente nos bolos, menor a aceitação deles. Isto é comprovado pelo fato de que para todos os atributos, os menores valores foram estabelecidos para a formulação F5. Em um estudo, Quitral *et al.* (2019), averiguaram a aceitabilidade global de *cupcakes* preparados com uma mistura de adoçantes afim de substituir o açúcar, para uma das formulações que continha 47,5 g de uma mistura de estévia, maltitol e polidextrose, a média para o atributo analisado foi de 7,0. Por fim, para Campbell e Bell (2001), o valor para aceitabilidade de bolo utilizando aspartame

encapsulado e acesulfame de potássio como ingredientes para conferir dulçor foi de 5.50, estando entre “não gostei/nem desgostei” e “gostei ligeiramente”.

Os provadores demonstram maior aceitação por F1 que é uma formulação descrita como sabor doce, maciez, brilho da crosta, sabor característico de chocolate. Já F5 é caracterizada por amargor tanto durante a mastigação, quanto após a deglutição, atributos típicos da presença e edulcorante, e que provavelmente são as características responsáveis pela sua menor aceitação.

A Figura 6 apresenta imagens das formulações de bolos elaboradas.

Figura 6 - Formulações do planejamento experimental



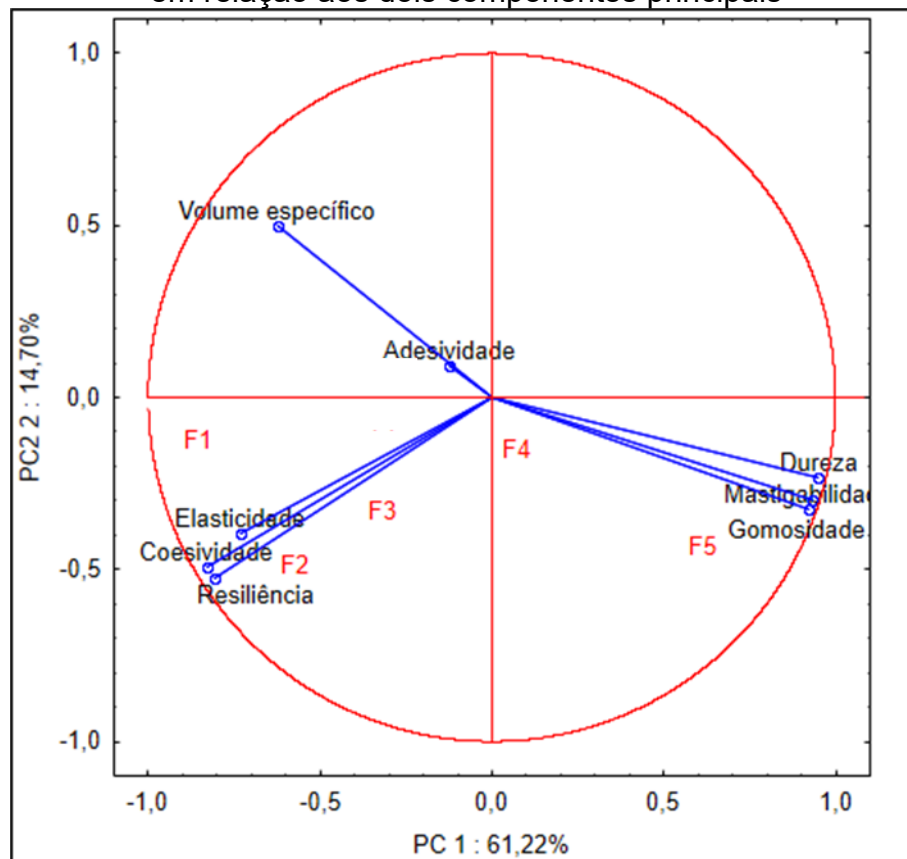
Fonte: Autoria própria.

5.4 Perfil de Textura e Volume Específico

A projeção dos resultados obtidos pela Análise de Componentes Principais (ACP) das cinco amostras de bolo com relação ao seu perfil de textura e volume específico está presente na Figura 7. O intuito desta análise é a identificação de padrões nos dados obtidos para que assim seja possível destacar suas semelhanças e diferenças.

O primeiro componente explica 61,22% da variabilidade entre os bolos e o segundo componente principal explica 14,70% dessa variância e juntos, os dois componentes principais explicam 75,92% da variabilidade entre as cinco amostras.

Figura 7 - Representação gráfica dos parâmetros de textura e das amostras de bolo em relação aos dois componentes principais



Fonte: Autoria própria.

A Figura 7 sugere que F5 apresenta maior intensidade dos parâmetros dureza, mastigabilidade e gomosidade, diferentemente de F1 e F2, em que se observa maior intensidade para elasticidade, coesividade e resiliência. Este achado se deve ao fato de que F5 contém a maior quantidade de folhas de estévia, diferentemente de F1 e F2 que a predominância é do açúcar, ingrediente que atribui boas características tecnológicas às massas de produtos de panificação.

De acordo com a Tabela 8, os parâmetros dureza, mastigabilidade e gomosidade estão correlacionados positivamente ($p < 0,05$) com o primeiro componente principal, apresentando valores para o coeficiente de correlação de Pearson de 0.950592, 0.919012 e 0.930849 respectivamente, portanto, discriminam as amostras em relação a este componente. O segundo componente principal é

explicado principalmente pelo parâmetro volume específico, com um coeficiente de correlação de 0,499353.

Tabela 8 - Correlações entre os parâmetros de textura e os dois primeiros componentes principais

| Parâmetros | Componente Principal | |
|--------------------------|----------------------|-----------|
| | PC1 | PC2 |
| | r | r |
| Volume Específico | -0,624655 | 0,499353 |
| Dureza | 0,950592 | -0,234572 |
| Adesividade | -0,126711 | 0,093007 |
| Elasticidade | -0,733286 | -0,396248 |
| Mastigabilidade | 0,919012 | -0,322337 |
| Gomosidade | 0,930849 | -0,296865 |
| Coesividade | -0,829697 | -0,490612 |
| Resiliência | -0,806561 | -0,522757 |

Nota: r = coeficiente de correlação de Pearson

Fonte: Autoria própria.

As informações sugeridas pela ACP foram confirmadas pela análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, em que as médias e os desvios-padrões dos resultados das análises de perfil de textura e volume específico estão presentes na Tabela 9.

Tabela 9 - Médias e desvios padrões da textura e volume específico para as formulações

| Formulação | Dureza (N) | Adesividade (N.s) | Elasticidade | Mastigabilidade |
|------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|---|
| F1 | 9,86 ^b ±1,66 | 0,002 ^a ±0,001 | 0,94 ^a ±0,01 | 704,81 ^b ±98,03 |
| F2 | 10,40 ^b ±0,79 | 0,002 ^a ±0,001 | 0,94 ^a ±0,01 | 775,22 ^b ±45,51 |
| F3 | 16,39 ^{ab} ±3,14 | 0,003 ^a ±0,001 | 0,92 ^a ±0,01 | 1067,16 ^{ab} ±181,90 |
| F4 | 14,32 ^{ab} ±2,87 | 0,002 ^a ±0,001 | 0,91 ^a ±0,01 | 960,80 ^b ±164,25 |
| F5 | 28,39 ^a ±7,08 | 0,002 ^a ±0,001 | 0,91 ^a ±0,01 | 1765,39 ^a ±370,53 |
| Formulação | Gomosidade | Coesividade | Resiliência | Volume Específico (cm ³ .g ⁻¹) |
| F1 | 755,04 ^b ±109,51 | 0,76 ^a ±0,02 | 0,46 ^a ±0,01 | 1,62 ^{ab} ±0,06 |
| F2 | 822,28 ^b ±49,02 | 0,77 ^a ±0,02 | 0,46 ^a ±0,01 | 1,77 ^a ±0,06 |
| F3 | 1163,32 ^{ab} ±204,77 | 0,71 ^a ±0,02 | 0,40 ^a ±0,02 | 1,46 ^{bc} ±0,04 |
| F4 | 1058,41 ^b ±186,38 | 0,74 ^a ±0,03 | 0,43 ^a ±0,03 | 1,45 ^{bc} ±0,07 |
| F5 | 1976,13 ^a ±436,52 | 0,71 ^a ±0,02 | 0,40 ^a ±0,02 | 1,28 ^c ±0,07 |

Nota: Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Fonte: Autoria própria.

Como resultado das análises, somente os parâmetros dureza, mastigabilidade, gomosidade e volume específico apresentaram diferenças significativas entre as médias ($p < 0,05$), enquanto, adesividade, elasticidade, coesividade e resiliência não diferiram entre as formulações avaliadas.

Com relação ao parâmetro fraturabilidade, os valores para todas as amostras foram iguais a zero, isto se deu pelo fato de que as amostras de bolo não romperam durante o ensaio com o texturômetro.

Os resultados para dureza variaram de 9,86 N a 28,39 N, sendo o menor valor pertencente à F1 (15,65% açúcar) e o maior valor atrelado à F5 (0,55% estévia) indicando que esta formulação exige a aplicação de uma maior força entre os dentes molares para que seja comprimida ou deformada durante a mastigação. Esperam-se maiores valores de dureza para produtos de panificação com redução de açúcar e isentos de glúten, visto que o açúcar atua como agente de amaciamento, pois a presença de mesmo nos bolos pode retardar a gelatinização do amido e a coagulação proteica a medida que absorve água, resultando em bolos mais leves e com melhores texturas e granulidade (SLADE; KWEON; LEVINE, 2021).

Além disso, o açúcar auxilia no processo de agregação de cristais de gordura, o que durante o processo de forneamento, contribui para uma maior retenção das bolhas de gás carbônico dentro da massa advindas da fermentação e quantidades significativas de açúcar e água nas formulações, contribuem também para uma melhor incorporação de ar à massa, assim como para um aumento da estabilidade e viscosidade da mesma, sendo estes parâmetros consideráveis para uma boa estruturação do bolo (DEMIRKESEN *et al.*, 2010; KIM; WALKER, 1992).

Analisando as médias das formulações para adesividade, nota-se que todos os valores foram de 0,002 N.s, com exceção de F3, que apresentou um valor de 0,003 N.s, Estes resultados indicam que todas as formulações necessitam da mesma intensidade de força para serem removidas do palato ao se aderirem ao mesmo durante o ato de mastigar.

As médias das formulações do parâmetro elasticidade não diferiram ($p < 0,05$) e variaram de 0,91 a 0,94, indicando que estas formulações ao serem submetidas a compressão dos dentes, apresentam a mesma capacidade para retornar a sua forma original.

Com relação à mastigabilidade, os valores variaram de 704,81 à 1735,39, sendo estes extremos pertencentes a F1 e F5 respectivamente. Essa variação significa que a formulação com maior teor de folhas de estévia necessita de um maior tempo de mastigação e maior energia, aplicando uma força a velocidade constante durante a mastigação, para que a consistência da mesma se reduza até se tornar ideal para deglutição.

Avaliando a gomosidade das formulações, nota-se que as médias deste parâmetro foram de 755,04 (F1) a 1976,13 (F5), sugerindo que F5 requer uma maior energia para ser desintegrada até estar pronta para deglutição. Comportamento semelhante está correlacionado com o fato de que a mastigabilidade é obtida por meio do produto da gomosidade com a elasticidade.

Observando a coesividade das formulações, as médias não apresentaram diferenças significativas entre si ($p < 0,05$), com valores variando entre 0,71 (pertencente a F3 e F5) e 0,77 (F2). Estes valores indicam que, as formulações requerem o mesmo grau de compressão entre os dentes antes de serem rompidas.

Os valores para resiliência das formulações foram de 0,40 (F3 e F5) a 0,46 (F1 e F2) e não diferiram ($p < 0,05$) significando que estas formulações precisam de um mesmo esforço para recuperarem sua altura original.

Nota-se que aumentando o teor de folhas de estévia, principalmente quando se retira todo o açúcar (F5), os parâmetros dureza, mastigabilidade e gomosidade são maiores, indicando que maiores quantidades de estévia comprometem o perfil de textura do produto desenvolvido.

Por fim, analisando os resultados para volume específico, obtêm-se que estes apresentaram uma variação de 1,28 a 1,77 $\text{cm}^3.\text{g}^{-1}$, sendo que o menor valor pertence à F5 e o maior valor concerne à formulação F2. Observa-se que conforme diminui-se o teor de açúcar nas formulações e aumenta-se a quantidade de folhas de estévia, ocorre um decréscimo no volume específico. Isto ocorre pois o açúcar possui um importante papel nas massas de bolo. Ele é responsável por gerar um atraso na gelatinização do amido durante o cozimento do bolo. Dessa forma, dióxido de carbono e vapor de água expandem uniformemente durante o assamento, o que resulta em uma maior estabilidade da massa, uma estrutura mais aerada e um maior volume do bolo (MANISHA; SOUMYA; INDRANI, 2012).

Dadali e Elmaci (2019) encontraram valores que variaram de 1,84 a 2,13 $\text{cm}^3.\text{g}^{-1}$ para bolos com redução de 15 e 25% de açúcar elaborados com farinha de

trigo. Outro estudo, como o de Cavalcante e Silva (2015), apresentou resultados para volume específico de 0,70 a 2,47 $\text{cm}^3.\text{g}^{-1}$ para bolos do tipo esponja, feitos com farinha de trigo e porcentagens de substituição de açúcar por goma de sucralose que variaram de 0 a 52,17%.

Por fim, Hussein, Hegazy e Ibrahim (2012) desenvolveram bolos sem glúten utilizando farinha de milho e arroz germinados, arroz, sorgo e trigo contendo 100 gramas de açúcar e alcançaram valores para volume específico de 1,71 a 2,69 $\text{cm}^3.\text{g}^{-1}$. Com base nos dados encontrados na literatura, nota-se que os resultados obtidos no presente estudo foram próximos e as diferenças nos valores são advindas das diferentes formulações de bolo adotadas por cada autor.

Nota-se no presente estudo que a substituição total do açúcar por folhas de estévia não foi possível, ou seja, os produtos não atendem a Portaria 29 de janeiro de 1998 e a Portaria n° 27 de 13 de janeiro de 1998, que exigem na composição de alimentos destinados às dietas com restrição de açúcares (sacarose, frutose ou glicose) e para que o produto seja classificado como *light*, um limite máximo de 0,5 gramas de sacarose, glicose ou frutose em 100 gramas ou 100 mililitros de produto final.

A modificação das formulações de produtos de panificação é tecnicamente complexa, pois ingredientes como o açúcar, apresentam-se como componentes multifuncionais, sendo importantes para características de textura, sabor, maciez e conservação, não sendo possível assim, garantir que ocorra o mínimo de alterações nas características sensoriais do produto final (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008).

Contudo, uma alternativa seria a utilização de misturas de diferentes edulcorantes, técnica que se encontra em crescimento nas indústrias de alimentos. O efeito sinérgico desempenhado pela mistura de edulcorantes pode reduzir os aspectos indesejáveis na textura, aroma e sabor e acarretando na melhora da estabilidade e na diminuição da quantidade utilizada de cada edulcorante (SANTOS, 2018).

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que o desenvolvimento de bolos isentos de glúten e lactose utilizando diferentes farinhas (sorgo, teff, arroz e yacon) e folhas de *Stevia rebaudiana* como substituto parcial do açúcar é viável, sendo possível a aplicação destes em dietas de portadores da doença celíaca e intolerância à lactose e de maneira moderada aos que possuem diabetes. No entanto, constatou-se que a aceitabilidade dos atributos sensoriais avaliados e a intenção de compra das formulações desenvolvidas é inversamente proporcional ao teor de folhas de estévia no produto

Foi possível descrever os bolos desenvolvidos através da técnica *Rate-All-That-Apply*. Bolos elaborados com maior quantidade de açúcar foram descritos como doces, macios, com sabor e odor típicos de chocolate e com crosta brilhante. A medida em que se substitui açúcar por folhas de estévia, atributos como aparência seca, sabor e odor de produto integral, sabor amargo e amargor após deglutição passam a ser usado como descritores dos bolos.

Foi possível concluir que a substituição de açúcar por folhas de estévia nas formulações afeta negativamente o perfil de textura e volume específico dos bolos, já que este ingrediente influencia na formação e levedação de massas e, conseqüentemente, na textura dos produtos de panificação.

REFERÊNCIAS

- ADEYEYE, S. A. O. Assessment of quality and sensory properties of sorghum-wheat flour cookies. **Cogent Food & Agriculture**, v. 2, n. 1, p. 1-11, 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/23311932.2016.1245059?needAccess=true>. Acesso em 17 mar. 2021.
- AHMAD, U.; AHMAD, R. S.; ARSHAD, M. S.; MUSHTAQ, Z.; HUSSAIN, S. M.; HAMEED, A. Antihyperlipidemic efficacy of aqueous extract of *Stevia rebaudiana* Bertoni in albino rats. **Lipids in Health and Disease**, v. 17, n. 1, p. 1-8, 2018. Disponível em: <https://lipidworld.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12944-018-0810-9>. Acesso em 02 jan. 2020.
- ALVES, S. M. F.; FERNANDES, P. M.; REIS, E. F. Análise de correspondência como instrumento para descrição do perfil do trabalhador da cultura de tomate de mesa em Goiás. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 2042–2049, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000700014&lng=pt&tlng=pt. Acesso em 23 set. 2020.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. **Diabetes Care**, v. 37, n. 1, p. 81–90, 2014. Disponível em: <http://care.diabetesjournals.org/cgi/doi/10.2337/dc14-S081>. Acesso em 02 jan. 2020.
- ARES, G.; BRUZZONE, F.; VIDAL, L.; CADENA, R. S.; GIMÉNEZ, A.; BENEDICTE, P.; HUNTER, D. C.; PAISLEY, A. G.; JAEGER, S. R. Evaluation of a rating-based variant of check-all-that-apply questions: Rate-all-that-apply (RATA). **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 87–95, 2014. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950329314000536>. Acesso em 02 jan. 2020.
- ASHWELL, M. Stevia, Nature's Zero-Calorie Sustainable Sweetener. **Nutrition Today**, v. 50, n. 3, p. 129–134, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4890837/>. Acesso em 23 abr. 2020.
- BALAKIREVA, A.; ZAMYATNIN, A. Properties of gluten intolerance: Gluten structure, evolution, pathogenicity and detoxification capabilities. **Nutrients**, v. 8, n. 10, p. 1-27, 2016. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2072-6643/8/10/644>. Acesso em 11 ago. 2020.
- BARBOSA, S. A.; CAMBOIM, F. E. F. Diabetes mellitus: cuidados de enfermagem para controle e prevenção de complicações. **Temas em Saúde**, v. 16, n. 3, p. 404–417, 2016. Disponível em: <https://temasemsaude.com/wp-content/uploads/2016/09/16324.pdf>. Acesso em 18 mar. 2020.
- BATTOCHIO, J. R. **Bolo de linhaça diet: Desenvolvimento da formulação, determinação do perfil sensorial e estudos do consumidor**. 2007. 128 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/254269/1/Battochio_JulianaRosa_M.pdf. Acesso em 08 jun. 2020.

BERNAL, J.; MENDIOLA, J. A.; IBÁÑEZ, E.; CIFUENTES, A. Advanced analysis of nutraceuticals. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 55, n. 4, p. 758–774, 2011. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S073170851000676X>. Acesso em 23 abr. 2020.

BISHU, K. G.; JENKINS, C.; YEBYO, H. G.; ATSBHA, M.; WUBAYEHU, T.; GEBREGZIABHER, M. Diabetes in Ethiopia: A systematic review of prevalence, risk factors, complications, and cost. **Obesity Medicine**, v. 15, p. 1-8, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2451847619300521>. Acesso em 18 mar. 2020.

BOWER, S. L.; PLOGSTED, S.; SHARRETT, M. K.. **Celiac Disease : A guide to living with gluten intolerance**. 2. ed. New York: Demos Medical Publishing, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998**. Aprova o Regulamento Técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). 1998. Disponível em: http://189.28.128.100/nutricao/docs/legislacao/portaria27_13_01_1998.pdf. Acesso em 28 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 29, de 13 de janeiro de 1998**. Aprova o Regulamento Técnico referente a alimentos para fins especiais. 1998. Disponível em: http://bvsm.sau.de.gov.br/bvs/sau.delegis/svs1/1998/prt0029_13_01_1998_rep.html. Acesso em 19 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001**. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. 2001. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-12-de-2-de-janeiro-de-2001.pdf/view>. Acesso em 28 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003**. Dispõe sobre os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. 2003. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=2400>. Acesso em 28 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2017. **Resolução RDC nº 135, de 8 de janeiro de 2017**. Altera a Portaria nº 29, de 13 de janeiro de 1998, que aprova o Regulamento Técnico referente a alimentos para fins especiais, para dispor sobre os alimentos para dietas com restrição de lactose. 2017. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20794561/do1-2017-02-09-resolucao-rdc-n-135-de-8-de-fevereiro-de-2017-20794490. Acesso em 10 mai. 2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. Diabetes mellitus. **Cadernos de Atenção Básica**, v.

1, n. 16, p. 1-56, 2006. Disponível em:

https://bvsm.sau.de.gov.br/bvs/publicacoes/diabetes_mellitus_cab16.pdf. Acesso em 18 mar. 2020.

BRITO, V. H. S.; CEREDA, M. P. Método para determinação de volume específico como padrão de qualidade do polvilho azedo e sucedâneos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 1, p. 14–22, 2015. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232015000100014&lng=pt&tlng=pt. Acesso em 15 fev. 2020.

CAMPBELL, A. D.; BELL, L. N. Acceptability of low-fat, sugar-free cakes. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 101, n. 3, p. 354–356, 2001. Disponível em:

[https://jandonline.org/article/S0002-8223\(01\)00092-X/fulltext](https://jandonline.org/article/S0002-8223(01)00092-X/fulltext). Acesso em 24 abr. 2020.

CARRERA-LANESTOSA, A.; MOGUEL-ORDÓÑEZ, Y.; SEGURA-CAMPOS, M.

Stevia rebaudiana Bertoni: A natural alternative for treating diseases associated with metabolic syndrome. **Journal of Medicinal Food**, v. 20, n. 10, p. 933–943, 2017.

Disponível em: <http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/jmf.2016.0171>. Acesso em 25 abr. 2020.

CAVALCANTE, R. S.; SILVA, C. E. M. Effects of sucrose reduction on the structural characteristics of sponge cake. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 4, p. 718–723, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rca/v46n4/0045-6888-rca-46-04-0718.pdf>. Acesso em 24 mar. 2021.

CIVILLE, G. V.; SZCZESNIAK, A. S. Guidelines to training a texture profile panel.

Journal of Texture Studies, v. 4, n. 2, p. 204–223, 1973. Disponível em:

<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-4603.1973.tb00665.x>. Acesso em 2 abr. 2020.

COMMITTEE ON NUTRITION. Reimbursement for foods for special dietary use.

Pediatrics, v. 111, n. 5, p. 1117–1119, 2003. Disponível em:

<http://pediatrics.aappublications.org/cgi/doi/10.1542/peds.111.5.1117>. Acesso em 11 mai. 2020.

COOK, L.; MUNIER, C. M. L.; SEDDIKI, N.; BOCKEL, D. V.; ONTIVEROS, N.;

HARDY, M. Y.; GILLIES, J. K.; LEVINGSS, M. K.; REID, H. H.; PETERSEN, J.;

ROSSJOHN, J.; ANDERSON, R. P.; ZAUNDERS, J. J.; TYE-DIN, J. A.; KELLEHER,

A. D. Circulating gluten-specific FOXP3 + CD39 + regulatory T cells have impaired

suppressive function in patients with celiac disease. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 140, n. 6, p. 1592–1603, 2017. Disponível em:

[https://www.jacionline.org/article/S0091-6749\(17\)30343-3/fulltext](https://www.jacionline.org/article/S0091-6749(17)30343-3/fulltext). Acesso em 13 ago. 2020.

COWAP, N. **Diabetes**. 1. ed. Herndon: Mercury Learning & Information, 2015.

CZERMAINSKI, A. B. **Análise de Correspondência**. In: Seminário apresentado na ESALQ – USP. Piracicaba, 2004. Disponível em:

<https://www.yumpu.com/pt/document/read/12709126/analise-de-correspondencia>. Acesso em 03 set. 2020.

DADALI, C.; ELMACI, Y. Reduction of sucrose by inhomogeneous distribution in

cake formulation. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 13, n. 4, p. 2563–2570, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00176-7>. Acesso em 16 set. 2020.

DAS, K.; DANG, R.; SHIVANANDA, T. N. Effect of N, P and K fertilizers on their availability in soil in relation to the Stevia plant (*Stevia rebaudiana* Bert). **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 52, n. 6, p. 679–685, 2006. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03650340601033233>. Acesso em 27 abr. 2020.

DE OLIVEIRA, B. H.; PACKER, J. F.; CHIMELLI, M.; DE JESUS, D. A. Enzymatic modification of stevioside by cell-free extract of *Gibberella fujikuroi*. **Journal of Biotechnology**, v. 131, n. 1, p. 92–96, 2007. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168165607003823>. Acesso em 02 mai. 2020.

DE OLIVEIRA DO NASCIMENTO, K.; PAES, S. N. D.; DE OLIVEIRA, I. R.; REIS, I. P.; AUGUSTA, I. M. Teff: Suitability for different food applications and as a raw material of gluten-free, a literature review. **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 6, n. 2, p. 74–81, 2018. Disponível em: <http://pubs.sciepub.com/jfnr/6/2/2/index.html>. Acesso em 17 mar. 2021.

DEGEORGE, K. C.; FRYE, J. W.; STEIN, K. M.; ROLLINS, L. K.; MCCARTER, D. F. Celiac disease and gluten sensitivity. **Primary Care: Clinics in Office Practice**, v. 44, n. 4, p. 693–707, 2017. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0095454317301057>. Acesso em 18 mar. 2021.

DENG, Y.; MISSELWITZ, B.; DAI, N.; FOX, M. Lactose intolerance in adults: Biological mechanism and dietary management. **Nutrients**, v. 7, n. 9, p. 8020–8035, 2015. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2072-6643/7/9/5380>. Acesso em 22 mai. 2020.

DEWAR, D. H.; CICLITIRA, P. J. Clinical features and diagnosis of celiac disease. **Gastroenterology**, v. 128, n. 4, p. 19-24, 2005. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0016508505001800>. Acesso em 15 ago. 2020.

DI MONACO, R.; CAVELLA, S.; MASI, P. Predicting sensory cohesiveness, hardness, springness of solid foods from instrumental measurements. **Journal of Texture Studies**, v. 39, n. 2, p. 129–149, 2008. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-4603.2008.00134.x>. Acesso em 18 mar. 2021.

DI RIENZO, T.; D'ANGELO, G.; D'AVERSA, F.; CAMPANALE, M. C.; CESARIO, V.; MONTALTO, M.; GASBARRINI, A.; OJETTI, V. Lactose intolerance: from diagnosis to correct management. **European Review for Medical and Pharmacological Sciences**, v. 17, n. 2, p. 18–25, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24443063/>. Acesso em 10 jan. 2020.

DUBOIS, G. E.; PRAKASH, I.. Non-caloric sweeteners, sweetness modulators, and sweetener enhancers. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 3, n.

1, p. 353–380, 2012. Disponível em: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-food-022811-101236>. Acesso em 20 mar. 2021.

DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos. *In: Análise sensorial de alimentos*. 2. ed. Curitiba: Editora Champagnat, 2007.

FERRAZZANO, G. F.; CANTILE, T.; ALCIDI, B.; CODA, M.; INGENITO, A.; ZARELLI, A.; DI FABIO, G.; POLLIO, A. Is *Stevia rebaudiana* Bertoni a non cariogenic sweetener? A Review. **Molecules**, v. 21, n. 1, p. 38, 2015. Disponível em: <http://www.mdpi.com/1420-3049/21/1/38>. Acesso em 27 abr. 2020.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Code of Federal Regulations. **Part 105, Foods for Special Dietary Use**. 1999. Disponível em: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?CFRPart=105&showFR=1>. Acesso em 10 set. 2020.

FORMIGONI, M.; MILANI, P. G.; AVÍNCOLA, A. S.; DOS SANTOS, V. J.; BENOSSI, L.; DACOME, A. S.; PILAU, E. J.; COSTA, S. C. Pretreatment with ethanol as an alternative to improve steviol glycosides extraction and purification from a new variety of stevia. **Food Chemistry**, v. 241, p. 452–459, 2018. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814617314826>. Acesso em 25 abr. 2020.

GALTIER, F. Definition, epidemiology, risk factors. **Diabetes & metabolism**, v. 36, n. 6 Pt 2, p. 628–651, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21163426/>. Acesso em 16 abr. 2020.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de Alimentos: Princípios e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 2008.

GEBRU, Y. A.; SBHATU, D. B.; KIM, K. Nutritional composition and health benefits of teff (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter). **Journal of Food Quality**, v. 20, n. 4, p. 1–6, 2020. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/jfq/2020/9595086/>. Acesso em 17 mar. 2021.

GEUNS, J. M. C. Stevioside. **Phytochemistry**, v. 64, n. 5, p. 913–921, 2003. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031942203004266>. Acesso em 15 abr. 2020.

GREEN, P. H. R.; LEBWOHL, B.; GREYWOODE, R. Celiac disease. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 135, n. 5, p. 1099–1106, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaci.2015.01.044>. Acesso em 15 ago. 2020.

HE, T.; VENEMA, K.; PRIEBE, M. G.; WELLING, G. W.; BRUMMER, R. J. M.; VONK, R. J. The role of colonic metabolism in lactose intolerance. **European Journal of Clinical Investigation**, v. 38, n. 8, p. 541–547, 2008. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2362.2008.01966.x>. Acesso em 11 jan. 2020.

HELLFRITSCH, C.; BROCKHOFF, A.; STÄHLER, F.; MEYERHOF, W.; HOFMANN, T. Human psychometric and taste receptor responses to steviol glycosides. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 27, p. 6782–6793, 2012. Disponível

em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf301297n>. Acesso em 20 mar. 2021.

HOSSAIN, F. M.; ISLAM, M. T.; ISLAM, M. A.; AKHTAR, S. Cultivation and uses of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni): A review. **African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**, v. 17, n. 04, p. 12745–12757, 2017. Disponível em: <http://ajfand.net/Volume17/No4/Hossain16595.pdf>. Acesso em 27 abr. 2020.

HUSSEIN, A. M. S.; HEGAZY, N. A.; IBRAHIM, T. A. A. Production and evaluation of gluten-free cakes. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 6, n. 12, p. 482–491, 2012. Disponível em: <http://www.ajbasweb.com/old/ajbas/2012/Nov%202012/482-491.pdf>. Acesso em 17 mar. 2021.

KOCHIKYAN, V. T.; MARKOSYAN, A. A.; ABELYAN, L. A.; BALAYAN, A. M.; ABELYAN, V. A. Combined enzymatic modification of stevioside and rebaudioside A. **Applied Biochemistry and Microbiology**, v. 42, n. 1, p. 31–37, 2006. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1134/S0003683806010030>. Acesso em 26 abr. 2020.

KOVYLYAEVA, G. I.; BAKALEINIK, G. A.; STROBYKINA, I. Y.; GUBSKAYA, V. I.; SHARIPOVA, R. R.; AL'FONSOV, V. A.; KATAEV, V. E.; TOLSTIKOV, A. G. Glycosides from *Stevia rebaudiana*. **Chemistry of Natural Compounds**, v. 43, n. 1, p. 81–85, 2007. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10600-007-0037-x>. Acesso em 21 abr. 2020.

LEMUS-MONDACA, R.; VEJA-GÁLVEZ, A.; ZURA-BRAVO, L.; AH-HEN, K. *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. **Food Chemistry**, v. 132, n. 3, p. 1121–1132, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.140>. Acesso em 18 abr. 2020.

LINDLEY, M. G. Natural high-potency sweeteners. In: O'DONNELL, K.; KEARSLEY, M. **Sweeteners and sugar alternatives in food technology**. 1. ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2012.

LOMER, M. C. E.; PARKES, G. C.; SANDERSON, J. D. Review article: lactose intolerance in clinical practice - myths and realities. **Alimentary Pharmacology & Therapeutics**, v. 27, n. 2, p. 93–103, 2007. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2036.2007.03557.x>. Acesso em 11 jan. 2020.

MACHADO, A. M.; DA SILVA, N. B. M.; CHAVES, J. B. P.; ALFENAS, R. C. Consumption of yacon flour improves body composition and intestinal function in overweight adults: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. **Clinical Nutrition ESPEN**, v. 29, p. 22–29, 2019. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2405457718305485>. Acesso em 17 mar. 2021.

MACHADO, M. M. **Desenvolvimento de formulações de bolos de chocolate light utilizando farinha do mesocarpo de maracujá e hidrocoloides**. 2012. 98 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente) - Universidade Tiradentes, Aracaju, 2012. Disponível em: <https://mestrados.unit.br/wp-content/uploads/sites/6/2013/07/Marcela-Mori-DESENVOLVIMENTO-DE->

FORMULA%C3%87%C3%95ES-DE-BOLOS-DE-CHOCOLATE-LIGHT-UTILIZANDO-FARINHA-DO-MESOCARPO-DE-MARACUJ%C3%81-E-HIDROCOL%C3%93IDES.pdf. Acesso em 25 mar. 2021.

MAHMUD, S.; AKTER, S.; JAHAN, I. A.; KHAN, S.; KHALEQUE, A.; ISLAM, S. Comparative analyses of stevioside between fresh leaves and in-vitro derived callus tissue from *Stevia rebaudiana* Bert. using HPLC. **Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research**, v. 49, n. 4, p. 199–204, 2015. Disponível em: <https://www.banglajol.info/index.php/BJSIR/article/view/22621>. Acesso em 16 mar. 2021.

MANISHA, G.; SOUMYA, C.; INDRANI, D. Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloids and emulsifiers for replacement of sugar in cakes. **Food Hydrocolloids**, v. 29, n. 2, p. 363–373, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.04.011>. Acesso em 18 mar. 2021.

MARÍN-PEÑALVER, J. J.; MARTÍN-TIMÓN, I.; SEVILLANO-COLLANTES, C.; CAÑIZO-GÓMEZ, F. J. Update on the treatment of type 2 diabetes mellitus. **World Journal of Diabetes**, v. 7, n. 17, p. 354–395, 2016. Disponível em: <http://www.wjgnet.com/1948-9358/full/v7/i17/354.htm>. Acesso em 28 mar. 2020.

MATTAR, R.; MAZO, D. F. C. Intolerância à lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 56, n. 2, p. 230–236, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-42302010000200025&lng=pt&nrm=iso&tling=pt. Acesso em 12 jan. 2020.

MATTHEWS, D. **Diabetes**. 1. ed. Oxford: Oxford University Press, 2008.

MAURÍCIO, A. A. **Desenvolvimento de bolo de cenoura sem glúten com sacarose e diet e estudo do impacto do edulcorante no perfil sensorial e na aceitação do consumidor**. 2011. 137 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/254247/1/Mauricio_AngelicaAparecida_D.pdf. Acesso em 18 jul. 2020.

MEIJER, C.; SHAMIR, R.; SZAJEWSKA, H.; MEARIN, L. Celiac disease prevention. **Frontiers in Pediatrics**, v. 6, n. 30, 2018. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fped.2018.00368/full>. Acesso em 15 ago. 2020.

MEYERS, M.; JAEGER, S. R.; ARES, G. On the analysis of Rate-All-That-Apply (RATA) data. **Food Quality and Preference**, v. 49, p. 1–10, 2016. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950329315300045>. Acesso em 03 jan. 2020.

MISSELWITZ, B.; BUTTER, M.; VERBEKE, K.; FOX, M. R. Update on lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and clinical management. **Gut**, v. 68, p. 2080–2091, 2019. Disponível em: <http://gut.bmj.com/lookup/doi/10.1136/gutjnl-2019-318404>. Acesso em 15 jan. 2020.

MOSCATTO, J. A.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H.; HAULY, M. C. O. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 634-640, 2004. Acesso em 23 mar. 2021.

NESPECA, L.; PAULINO, H. F. S.; DA SILVA, T. B. V.; BONA, E.; LEIMANN, F. V.; MARQUES, L. L. M.; CARDOSO, F. A. R.; DROVAL, A. A.; FUCHS, R. H. B. How does the replacement of rice flour with flours of higher nutritional quality impact the texture and sensory profile and acceptance of gluten-free chocolate cakes? **International Journal of Food Science & Technology**, v. 56, n. 4, p. 2019-2029, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ijfs.14833>. Acesso em 22 mar. 2021.

PADILHA, V. M.; ROLIM, P. M.; SALGADO, S. M.; LIVERA, A. S.; ANDRADE, S. A. C.; GUERRA, N. B. Perfil sensorial de bolos de chocolate formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 735-740, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612010000300026&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em 25 mar. 2021.

PARZANESE, I.; QEHAJAJ, D.; PATRINICOLA, F.; ARALICA, M.; CHIRIVA-INTERNATI, M.; STIFTER, S.; ELLI, L.; GRIZZI, F. Celiac disease: From pathophysiology to treatment. **World Journal of Gastrointestinal Pathophysiology**, v. 8, n. 2, p. 27-38, 2017. Disponível em: <http://www.wjgnet.com/2150-5330/full/v8/i2/27.htm>. Acesso em 14 ago. 2020.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Diabetes Atlas**. 9. ed. International Diabetes Federation; 176p, 2019. Disponível em: <https://www.diabetesatlas.org/en/resources/>. Acesso em 26 mar. 2021.

QUITRAL, V.; VALDÉS, J.; UMAÑA, V.; GALLARDO, N.; ALCAINO, M. J.; ARAYA, C.; FLORES, M. The role of non-caloric sweeteners in sensory characteristics of pastry products. **Foods**, v. 8, n. 8, p. 329-343, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/8/8/329>. Acesso em 03 mai. 2020.

RANJAN, R.; JAISWAL, J.; JENA, J. Stevia as a natural sweetener. **International Journal of Research in Pharmacy and Chemistry**, v. 1, n. 4, p. 1999-2022, 2011. Disponível em: <http://www.ijrpc.com/files/000056.pdf>. Acesso em 16 mar. 2021.

RASHID, M.; CRANNEY, A.; ZARKADAS, M.; GRAHAM, I. D.; SWITZER, C.; CASE, S.; MOLLOY, M.; WARREN, R.; BURROWS, V.; BUTZNER, J. D. Celiac Disease: Evaluation of the diagnosis and dietary compliance in Canadian children. **Pediatrics**, v. 116, n. 6, p. 754-759, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16322131/>. Acesso em 16 ago. 2020.

SANTOS, G. J.; ROCHA, R.; SANTANA, G. O. Lactose intolerance: what is a correct management? **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 65, n. 2, p. 270-275, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-42302019000200270&lng=en&tlng=en. Acesso em 20 ago. 2020.

SANTOS, G. O. **Edulcorantes: tendências da indústria de alimentos na redução de açúcar – revisão de literatura**. 2018. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso

(Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/15782/1/GOS19092019.pdf>. Acesso em 24 mar. 2021.

SAVITA, S. M.; SHEELA, K.; SUNANDA, S.; SHANKAR, A. G.; RAMAKRISHNA, P. *Stevia rebaudiana* – A functional component for food industry. **Journal of Human Ecology**, v. 15, n. 4, p. 261–264, 2004. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09709274.2004.11905703>. Acesso em 16 abr. 2020.

SÉGUREL, L.; BON, C. On the evolution of lactase persistence in humans. **Annual Review of Genomics and Human Genetics**, v. 18, n. 1, p. 297-319, 2017. Disponível em: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-genom-091416-035340>. Acesso em 01 set. 2020.

SHUKLA, S.; MEHTA, A.; MEHTA, P.; BAJPAI, V. K. Antioxidant ability and total phenolic content of aqueous leaf extract of *Stevia rebaudiana* Bert. **Experimental and Toxicologic Pathology**, v. 64, n. 7-8, p. 807-811, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.etp.2011.02.002>. Acesso em 19 abr. 2020.

SINGH, S.; GARG, V.; YADAV, D.; BEG, M. N. In-vitro antioxidative and antibacterial activities of various parts of *Stevia rebaudiana* (Bertoni). **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 4, n. 3, p. 468-473, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228613331_Invitro_antioxidative_and_antibacterial_activities_of_various_parts_of_Stevia_rebaudiana_Bertoni. Acesso em 04 mai. 2020.

SLADE, L.; KWEON, M.; LEVINE, H. Exploration of the functionality of sugars in cake-baking, and effects on cake quality. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 61, n. 2, p. 283-311, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2020.1729694>. Acesso em: 19 mar. 2021.

TORMENA, M. M. L. **Desenvolvimento de formulação para bolo contendo farinha de maca e yacon**. 2016. 81 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/2177/1/CM_PPGTA_M_Tormena%20Marcela%20Marta%20Lazaretti_2016.pdf. Acesso em: 25 fev. 2020.

TRINH, T. On the texture profile analysis test. *In*: Conference Chemeca. 2012, Wellington (New Zealand). **Anais [...]**. 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/316093466_On_the_texture_profile_analysis_test. Acesso em 06 mai. 2020.

TYE-DIN, J. A.; GALIPEAU, H. J.; AGARDH, D. Celiac disease: A review of current concepts in pathogenesis, prevention, and novel therapies. **Frontiers in Pediatrics**, v. 6, n. 21, p. 1–19, 2018. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fped.2018.00350/full>. Acesso em 16 ago.

2020.

VAN DER SMAN, R. G. M.; RENZETTI, S. Understanding functionality of sucrose in cake for reformulation purposes. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 9, n. 5, p. 1–17, 2020. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=bfsn20>. Acesso em 19 mar. 2021.

WANG, Z.; WANG, J.; JIANG, M.; WEI, Y.; PANG, H.; HANG, W.; HUANG, R.; DU, L. Selective production of rubusoside from stevioside by using the sophorose activity of β -glucosidase from *Streptomyces* sp. GXT6. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 99, n. 22, p. 9663–9674, 2015. Disponível em:

<http://link.springer.com/10.1007/s00253-015-6802-z>. Acesso em 19 abr. 2020.

WU, T.; WANG, L.; LI, Y.; QIAN, H.; LIU, H.; TONG, L.; ZHOU, X.; WANG, L.

ZHOU, S. Effect of milling methods on the properties of rice flour and gluten-free rice bread. **LWT**, v. 108, n. 2, p. 137-144, 2019. Disponível em:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643819302452>. Acesso em 17 mar. 2021.

YADAV, A. K.; SINGH, S.; DHYANI, D.; AHUJA, P. S. A review on the improvement of stevia [*Stevia rebaudiana* (Bertoni)]. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 91, n. 1, p. 1-27, 2011. Disponível em:

<http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.4141/cjps10086>. Acesso em 26 abr. 2020.

ZYCHAR, B. C.; OLIVEIRA, B. A. Fatores desencadeantes da intolerância á lactose : metabolismo enzimático, diagnóstico e tratamento. **Atas de Ciências da Saúde**, v. 5, n. 1, p. 35-46, 2017. Disponível em:

<https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ACIS/article/view/1349>. Acesso em 03 set. 2020.