

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

GEOVANA TEIXEIRA DE CASTRO

**DESCRIÇÃO SENSORIAL DE FORMULAÇÃO DE BOLO SABOR LARANJA
ISENTO DE GLÚTEN**

CAMPO MOURÃO

2021

GEOVANA TEIXEIRA DE CASTRO

**DESCRIÇÃO SENSORIAL DE FORMULAÇÃO DE BOLO SABOR LARANJA
ISENTO DE GLÚTEN**

Sensory description of gluten-free orange flavoured cake

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Renata Hernandez Barros Fuchs

CAMPO MOURÃO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

GEOVANA TEIXEIRA DE CASTRO

**DESCRIÇÃO SENSORIAL DE FORMULAÇÃO DE BOLO SABOR LARANJA
ISENTO DE GLÚTEN**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 01/dezembro/2021

Adriana Aparecida Droval
Doutorado em Ciências de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Aline Takaoka Alves Baptista
Doutorado em Ciências de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Renata Hernandez Barros Fuchs
Doutorado em Ciências de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

CAMPO MOURÃO

2021

RESUMO

A doença celíaca (DC) é uma condição autoimune que se manifesta com a ingestão de glúten e afeta o intestino delgado de indivíduos geneticamente predispostos. Ainda não há cura para a DC, e o único tratamento viável é a adesão permanente a uma dieta livre de glúten. No entanto, produtos sem glúten nem sempre estão disponíveis nos mercados e, quando estão, não se tem variedade, apresentam custo elevado, além da grande deficiência nutricional em comparação com as versões convencionais. Para compensar essa defasagem nutricional podem ser adicionados ingredientes que enriqueçam a formulação, como as farinhas de teff, sorgo e yacon. O objetivo deste trabalho foi descrever sensorialmente formulações de bolo sabor laranja isento de glúten feito com farinhas de arroz, sorgo, teff e yacon, utilizando o método de Perfil Flash, um método sensorial descritivo mais rápido que os convencionais e mais barato. Foram analisadas quatro formulações com diferentes quantidades das farinhas, e os julgadores foram solicitados a ordenar os produtos em ordem crescente em relação à intensidade de cada atributo em julgamento. Os dados encontrados foram analisados no software MATLAB R2018b através da técnica denominada ComDim. As respostas obtidas sugerem que os provadores associam atributos mais positivos às formulações com farinha de arroz e de sorgo e, conforme se adiciona farinha de teff à formulação, os provadores deixam de sentir o sabor de laranja e passam a notar mais o sabor típico da farinha. Assim, cumpriu-se o objetivo de descrever sensorialmente as formulações e obter respostas que auxiliem na adequação das formulações de bolo de laranja isento de glúten de forma a beneficiar o público celíaco.

Palavras-chave: doença celíaca; glúten; sorgo; teff.

ABSTRACT

Celiac disease (CD) is an autoimmune condition that manifests with gluten ingestion and affects the small intestine of genetically predisposed individuals. There is still no cure for CD, and the only viable treatment is permanent adherence to a gluten-free diet. However, gluten-free products are not always available in the markets and, when they are, there is no variety, the prices are higher, and a big nutritional deficiency is observed when compared to gluten-containing version. In order to make up for this nutritional lack, ingredients can be added to enrich the formulation, as the teff, sorghum and yacon flours. The aim of this project was to sensorially describe gluten-free orange flavor cake formulations made with rice, sorghum, teff and yacon flours, using the Flash Profile method, a faster and less expensive method, when compared to the conventional ones. Four formulations with different amounts of each flour were analyzed and the judges were asked to order the products in ascending order in relation to the intensity of each attribute under judgment. The data obtained were analyzed in the MATLAB R2018b software using the ComDim technique. The answers showed us that the panelists associate more positive attributes to the formulations with rice and sorghum flour and, as teff flour is added to the formulation, the tasters stop feeling the orange flavor and start to notice more the typical flavor of the flour. Thus, the objective of sensorially describing the formulations and obtaining answers that help in the adequacy of gluten-free orange cake formulations was fulfilled, in order to benefit the celiac public.

Keywords: celiac disease; gluten; sorghum; teff.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS	9
2.1	Objetivo geral.....	9
2.2	Objetivos específicos.....	9
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
3.1	Trigo e o glúten.....	10
3.2	Doença celíaca.....	12
3.3	Arroz	13
3.4	Sorgo	14
3.5	Teff.....	14
3.6	Yacon.....	15
3.7	Análise Sensorial.....	15
4	METODOLOGIA	17
4.1	Materiais	17
4.2	Métodos.....	17
4.2.1	Preparação das formulações.....	17
4.2.2	Análise Microbiológica.....	18
4.2.3	Análise Sensorial.....	18
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
6	CONCLUSÕES	26
	REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

A doença celíaca é uma condição autoimune que se manifesta em decorrência da ingestão de glúten, proteína encontrada em cereais como trigo, centeio e cevada, afetando o intestino delgado de indivíduos geneticamente predispostos. Quando um indivíduo celíaco ingere esta proteína, o sistema imunológico reage prejudicando as células da parede do intestino delgado, provocando o atrofiamento das vilosidades intestinais e, conseqüentemente, a diminuição da capacidade de absorção de nutrientes (VAN GILS *et al.*, 2017; ARAÚJO *et al.*, 2010). Esta doença é influenciada por fatores ambientais, como a exposição ao glúten, bem como fatores genéticos e imunológicos (QUEIROZ; SIMIONI; UGRINOVICH, 2020; BROMILOW *et al.*, 2017).

Ainda não há cura para a doença celíaca e o único tratamento viável é a adesão permanente a uma dieta livre de glúten. A parcela da população portadores desta patologia, juntamente com aqueles indivíduos que optaram por não consumir glúten, formam um mercado consumidor para o qual a indústria deve focar sua atenção. Produtos sem glúten nem sempre estão disponíveis nos mercados e, quando estão, apresentam-se com pouca variedade e custo elevado, além da deficiência nutricional em comparação com as versões convencionais (CIACCI, 2015; ROSELL *et al.*, 2008; THEETHIRA, 2015).

O glúten é formado por duas frações proteicas denominadas gliadina e glutenina, e é responsável pela textura e elasticidade das massas, por esse motivo, sua substituição em alimentos é um desafio (DRABINSKI; ZIELÍNSKI; KRUPA-KOZAK, 2016). Para se atingir uma textura semelhante às propriedades viscoelásticas típicas e únicas do trigo, é comum que os produtos isentos de glúten tenham grandes quantidades de gordura (principalmente saturada) e açúcar, se tornando menos saudáveis (MELINI e MELINI, 2019). Além disso, Fajardo *et al.* (2020) avaliaram, em seu estudo, a rotulagem nutricional de 629 produtos isentos de glúten comercializados na Espanha e constatou que 90% eram compostos principalmente de arroz e/ou farinha de milho.

A farinha de arroz é uma boa opção de substituinte do trigo devido a benefícios como sabor pouco pronunciado, preço acessível e características não alergênicas. No entanto, esse produto apresenta grande defasagem nutricional em relação ao trigo,

sendo constituída majoritariamente de amido (FRANCO *et al.*, 2018; HAGER *et al.*, 2012; PHONGTHAI *et al.*, 2017).

Uma alternativa para compensar a defasagem nutricional causada pela eliminação do trigo podem ser o uso de farinhas sem glúten que enriqueçam a formulação. O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é um cereal que tem grande quantidade de amido, sendo assim um aliado para obtenção de uma boa estrutura na massa. Porém, mais do que isso, possui concentrações expressivas de fibras alimentares, vitamina E além de ser fonte de minerais como potássio, fósforo e zinco. Ainda apresenta vantagens como alta resistência à seca, podendo ser cultivado em regiões áridas (CORREIA, 2020; ARAÚJO, 2020).

O Teff (*Eragrostis tef*) é um grão proveniente de uma gramínea nativa da Etiópia e Eritreia. Seus grãos são utilizados em diversos alimentos e bebidas, tendo papel importante na cultura alimentar desses países, enquanto o restante da planta é utilizado na alimentação e forragem para animais (HOMEM, 2020). Os grãos de teff possuem em sua composição carboidratos complexos lentamente digeríveis, teor de fibra elevado, ácidos graxos essenciais, compostos bioativos, como polifenóis, fitoesteróis e alto teor de minerais como selênio e ferro (BAYE, 2014; ZHU, 2018). De acordo com Zhu (2018), o teor de ferro e de lisina é mais alto no teff quando comparados a outros cereais, como trigo, arroz, milho e cevada, além de que suas proteínas não possuem glúten.

A batata yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma planta da família Asteraceae, originária das regiões Andinas, adaptável a diferentes tipos de solos e condições climáticas. Sua composição se destaca pela presença de frutooligossacarídeos e componentes antioxidantes, sendo classificada como alimento funcional (SILVA, 2020). A farinha de yacon se apresenta como um ingrediente alternativo para adição de fibras, visto que essa matéria-prima armazena os carboidratos na forma de frutano (oligofrutos) e não na forma de amido, como a maioria dos tubérculos (CONTADO *et al.*, 2015).

Além dos aspectos nutricionais, deve-se levar em consideração a qualidade sensorial dos produtos isentos de glúten. Segundo Rizzello, Montemurro e Gobetti (2016) este mercado está, cada vez mais, estimulando a pesquisa e a produção de alimentos com qualidades sensoriais mais parecidas possível com os convencionais.

A descrição sensorial de novos produtos é imprescindível para a manutenção de sua qualidade sensorial ao longo da vida do produto. Métodos tradicionais de

análise descritiva, como o perfil descritivo quantitativo, vem sendo substituídos por métodos mais rápidos e, conseqüentemente, mais econômicos. O Perfil Flash é um método descritivo no qual os consumidores avaliam todas as amostras ao mesmo tempo, comparando-as, e usam suas próprias palavras para descrevê-las. Assim, se obtém uma melhor descrição do produto em relação aos outros métodos descritivos (LORIDO; ESTÉVEZ; VENTANAS, 2018). Além disso é um método muito mais rápido pois elimina a etapa de treinamento de provadores e procura por consenso no vocabulário (DELARUE; SIEFFERMANN, 2004; LAWLESS; HEYMANN, 2010; SIEFFERMANN, 2000)

Levando em consideração que todo novo produto precisa ter uma descrição sensorial e caracterização completa, o objetivo deste trabalho foi descrever sensorialmente diferentes formulações de bolo sabor laranja elaboradas com farinhas isentas de glúten utilizando o método de Perfil Flash.

2 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

2.1 Objetivo geral

Descrever sensorialmente formulações de bolo sabor laranja isento de glúten elaboradas com farinha de arroz, sorgo, teff e yacon utilizando o método de Perfil Flash.

2.2 Objetivos específicos

- Elaborar formulações de bolo de laranja isentos de glúten com farinha de yacon e misturas de farinhas de arroz, sorgo e teff, conforme delineamento experimental anteriormente realizado;
- Realizar análises microbiológicas nos produtos desenvolvidos, verificando sua inocuidade para consumo e análise sensorial;
- Selecionar os provadores para o teste sensorial descritivo;
- Realizar o levantamento de atributos e, posteriormente, aplicação do teste Perfil Flash;
- Analisar os resultados do Perfil Flash, utilizando a técnica de ComDim;
- Descrever sensorialmente as formulações de bolo sabor laranja isentos de glúten.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Trigo e o glúten

O trigo (*Triticum aestivum*) é o segundo cereal mais cultivado no mundo. Pode ser usado para produzir uma ampla gama de produtos alimentícios e isso só é possível graças às propriedades físico-químicas únicas do glúten. O grão de trigo contém entre 8 e 15% de proteína, sendo 10%–15% albumina/ globulina e 85%–90% glúten (BROMILOW *et al.*, 2017; BIESIEKIERSKI, 2017).

O glúten é um complexo proteína-lipídio-carboidrato encontrado no endosperma de cereais como trigo, centeio, cevada, entre outros, e possui a seguinte composição: 75% de proteína; 15% de carboidrato; 6% de lipídio e 0,8% de minerais. Sua fração proteica é formada pelas proteínas gliadina e glutenina (RAGUZZONI, 2007).

O glúten forma-se apenas durante o processamento do alimento por interação entre as frações que o constituem. No caso específico do pão, forma-se na etapa de amassadura onde se realiza a incorporação de água aos demais ingredientes (geralmente farinha, levedura e sal) e de ar, ocorrendo o desenvolvimento da massa (FERNANDES, 2019).

Essa rede tridimensional conferida pelo glúten confere características viscoelásticas às massas, permitindo a retenção do gás introduzido durante a amassadura, bem como o formado durante a fermentação (FERNANDES, 2019). A propriedade viscoelástica do glúten hidratado é caracterizada a partir da ação plastificante da gliadina, que promove viscosidade, juntamente com a glutenina, que propicia resistência à ruptura da massa. Isto é, a gliadina tem boa extensibilidade e a glutenina melhor elasticidade (CHIANG; CHEN; CHANG, 2006). Na Figura 1 é possível observar as diferenças da “massa” formada por glúten, apenas gliadina e apenas glutenina.

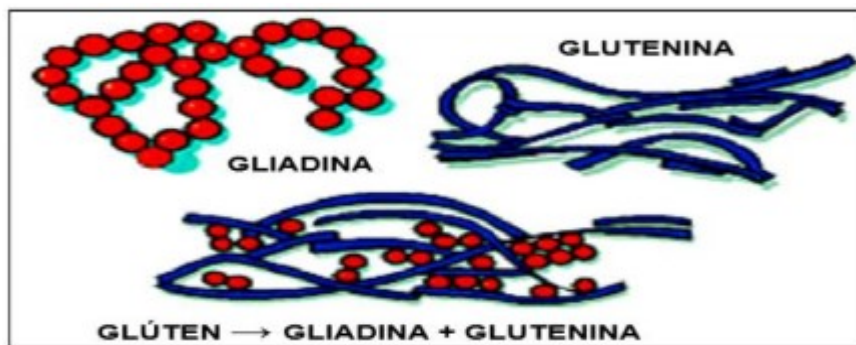
Figura 1 - Diferenças de massa formada com glúten, e apenas com gliadina e glutenina



Fonte: Fernandes (2019, p. 4).

As propriedades do glúten tornam-se aparentes quando a farinha é hidratada, originando uma massa extensível e com uma boa capacidade de retenção de gás. Esta estrutura contribui para as características da textura do miolo do pão obtido após a cozedura (WANG *et al.*, 2017). Na figura 2 está representado um esquema do complexo gliadina e glutenina.

Figura 2 – Representação Esquemática da Gliadina, Glutenina e Glúten



Fonte: Quaglia (1991, p. 485).

Substituir o trigo em produtos de panificação é um desafio para os tecnólogos de panificação de cereais e engenheiros de alimentos, pois a ausência do glúten leva a massas elásticas, com baixa coesão, textura esfarelada, cor pobre e baixo volume específico no pão. Portanto, durante os últimos anos, numerosos estudos têm sido feitos para melhorar as propriedades físicas de alimentos sem glúten, especialmente alimentos cozidos e fermentados, utilizando a interação de muitos ingredientes e aditivos que podem imitar as propriedades do glúten (RAI; KAUR; CHOPRA, 2018).

As abordagens propostas para a obtenção de alimentos assados sem glúten incluem a utilização de diferentes farinhas naturalmente sem glúten (arroz, milho, sorgo, soja, trigo sarraceno) e amidos (milho, batata, mandioca, arroz), laticínios (caseinato, leite em pó desnatado, leite em pó, soro de leite), gomas e hidrocolóides (gomas guar e xantana, alginato, carragenina, hidroxipropilmetilcelulose, carboximetilcelulose), emulsificantes, proteínas do leite, ovos, legumes e leguminosas (ciclodextrinaglicosiltransferases, transglutaminase, proteases, glicose oxidase, lacase) e polissacarídeos não-amiláceos (inulina, galactooligossacarídeos) (RAI; KAUR; CHOPRA, 2018). A adição de proteínas pode não apenas aumentar as propriedades funcionais e nutricionais dos produtos, mas também melhorar a qualidade sensorial, aumentando o escurecimento e o sabor (WANG *et al.*, 2017).

3.2 Doença celíaca

Apesar da alta qualidade das massas feitas a partir de farinhas ricas em glúten, o consumo desta proteína agrava a doença celíaca (DC), uma doença autoimune que afeta cerca de 1% da população mundial e, para a qual, atualmente ainda não há cura (BROMILOW *et al.*, 2017).

A doença celíaca é uma enteropatia imunomediada influenciada por fatores ambientais, como a exposição ao glúten, bem como fatores genéticos e imunológicos e acomete o intestino delgado proximal de indivíduos geneticamente predispostos. Se dá pela incapacidade ou dificuldade do organismo metabolizar o glúten (QUEIROZ; SIMIONI; UGRINOVICH, 2020).

O contato da gliadina com as células do intestino delgado provoca uma resposta imune do organismo a essa fração, levando a produção de anticorpos. Sendo assim, o consumo por um indivíduo celíaco de alimentos contendo glúten acarreta uma frequente lesão do intestino delgado, atrofiando e achatando suas vilosidades e conduzindo, dessa forma, à limitação da área disponível para absorção de nutrientes como ferro, ácido fólico, cálcio e vitaminas lipossolúveis (ARAÚJO *et al.*, 2010).

A DC apresenta quatro formas clínicas: clássica, não clássica, latente e assintomática. A forma clássica geralmente se manifesta nos primeiros anos de vida, apresentando sintomas como diarreia ou constipação crônica, vômitos, emagrecimento, comprometimento variável do estado nutricional, dor e distensão abdominal. Na forma não clássica não há sintomas digestivos, mas o paciente pode

apresentar manifestações isoladas como baixa estatura, artrite, osteoporose e esterilidade. A forma latente é identificada através de uma biópsia no intestino e pode, assim como a clássica, levar a uma atrofia das vilosidades intestinais (ARAÚJO *et al.*, 2010).

Nos últimos vinte anos, a forma assintomática vem sendo frequentemente identificada em familiares de primeiro grau de indivíduos celíacos, por meio do desenvolvimento de marcadores sorológicos específicos. Aproximadamente 10% dos celíacos podem apresentar essa condição devido ao caráter familiar da desordem (ARAÚJO *et al.*, 2010). Em crianças, mais de 80% dos pacientes com potencial DC são assintomáticos e os 20% restantes apresentam mais comumente sintomas intestinais, como má absorção, diarreia crônica e dor abdominal recorrente, em vez de sinais extra-intestinais, como anemia ferropriva e baixa estatura. Em adultos, no entanto, vários estudos mostraram que o fenótipo sintomático em indivíduos com DC potencial é muito mais comum do que em crianças e é fundamentalmente caracterizado por sintomas extra-intestinais (CAIO *et al.*, 2019).

Atualmente, a única terapia eficaz para a DC é aderir permanentemente a uma dieta sem glúten. No entanto, não é um estilo de vida fácil de adotar devido às restrições sociais e onipresença do glúten nas preparações alimentícias. Um grande número de produtos comerciais, especialmente alimentos de conveniência e refeições prontas, são preparados com farinha de trigo ou contêm um ou mais dos constituintes do trigo, como proteínas de trigo, amido, xarope de glicose ou maltodextrinas, como auxiliar de processamento, agente de ligação, ou agente estabilizador (RUSTGI *et al.*, 2019).

3.3 Arroz

A farinha de arroz é uma opção de substituinte do trigo que apresenta benefícios como sabor pouco pronunciado, aproveitamento tecnológico, preço acessível e características não alergênicas (FRANCO *et al.*, 2018).

Nutricionalmente, a farinha de arroz é muito pobre quando comparada à farinha de trigo, sendo constituída por aproximadamente 80% de amido (HAGER *et al.*, 2012; PHONGTHAI *et al.*, 2017).

Apesar do baixo valor nutritivo, o amido (formado por cadeias de amilose e amilopectina) presente em elevada concentração, é responsável por muitas propriedades do produto final. Dentre suas funções, a manutenção da estrutura do

pão durante o forneamento é uma das mais importantes, já que auxilia na retenção de gases produzidos durante a fermentação (HEBERLE, 2021).

3.4 Sorgo

Inicialmente conhecido nas regiões da Etiópia e Sudão, e depois difundido pelo continente asiático, o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma espécie de cereal tropical que, até então, é geralmente cultivado para produção de ração animal, forragem e combustíveis e é considerado um dos cereais mais importantes e cultivados em todo o mundo. Nos últimos anos, porém, sua utilização na alimentação humana tem crescido em virtude das suas características nutricionais, baixo custo de produção e tolerância à seca (CORREIA, 2020).

Este cereal é fonte de nutrientes, especialmente de carboidratos, fibras, amido e minerais. Também é rico em compostos fenólicos, como poliflavonoides, antocianinas e ácidos fenólicos. Além dessas vantagens nutricionais, o sorgo apresenta em sua composição cerca de 70 a 80% de amido, o que o torna uma ótima opção como substituinte do trigo em produtos de panificação (MONTAGNER & STORCK, 2019; PAIVA, QUEIROZ & GARCIA, 2019).

O valor energético total da farinha de sorgo é, em média, 350 kcal a cada 100g. O teor de proteínas está entre 7 a 15%, dependendo do genótipo avaliado, sendo que o perfil de aminoácidos é afetado pela influência genética e condições ambientais. A fração lipídica representa em torno de 3% de sua composição nutricional, estando presente os principais ácidos graxos, como ácido oleico (31,1 a 48,9%), ácido linoleico (27,6 a 50,7%) e palmítico (11,7 a 20,2%) (MARTINO *et al.*, 2012; QUEIROZ *et al.*, 2011).

3.5 Teff

O teff (*Eragrostis tef*), é um grão proveniente de uma gramínea nativa da Etiópia e Eritreia, que existe há mais de seis mil anos e é usada até os dias atuais para preparar a farinha usada como insumo para a *injera*, espécie de panqueca etíope fermentada (HAAS, 2019).

O grão de teff se destaca por ter um alto valor nutritivo, sendo rico em proteínas, lipídios e fibras dietéticas, possui capacidade antioxidante e compostos fenólicos, todos os oito aminoácidos essenciais para os seres humanos, além de baixo

índice glicêmico e níveis significativos de minerais e vitaminas como fósforo, magnésio, potássio, cálcio, alumínio, ferro, cobre, zinco, boro, bário, tiamina e vitamina C (HAAS, 2019; GEBREMARIAM, ZARNKOW & BECKER, 2014).

Em relação às proteínas, o grão de teff não possui nenhum epítipo estimulador de células T α -gliadina, γ -gliadina e glutenina, nem proteínas semelhantes ao glúten e é frequentemente consumido por indivíduos celíacos sem problemas, podendo ser aderido a uma dieta isenta de glúten (SPAENIJ-DEKKING *et al.*, 2005; HOPMAN *et al.*, 2008).

3.6 Yacon

A batata yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma raiz de origem andina, fonte de frutooligossacarídeos e inulina que são considerados prebióticos e atuam como fibra alimentar solúvel (CONTADO *et al.*, 2015).

A farinha de yacon se apresenta como um ingrediente alternativo para adição de fibras, visto que essa matéria-prima armazena os carboidratos na forma de frutano (oligofrutanos) e não na forma de amido, como a maioria dos tubérculos (CONTADO *et al.*, 2015).

Atualmente, o yacon é descrito como o alimento com maior conteúdo de frutooligossacarídeos na natureza e, se consumido em dosagens recomendadas, pode trazer efeitos benéficos no controle dos níveis de colesterol sanguíneo e aterosclerose e na diminuição dos fatores de risco de diabetes. Além disso, influencia positivamente a atividade intestinal (aumentando também a capacidade de absorção de minerais) e reduz os riscos de câncer de cólon, sendo considerado um alimento multifuncional (VANINI *et al.*, 2009; KHAJEHEI *et al.*, 2018; PEREIRA, 2013).

3.7 Análise Sensorial

O mercado dos produtos isentos de glúten vem estimulando o desenvolvimento e a produção de alimentos com qualidades sensoriais mais parecidas o possível com os convencionais (RIZZELLO; MONTEMURRO & GOBBETTI, 2016). Sendo assim, é de extrema importância a aplicação de testes sensoriais neste tipo de alimento para garantir a maior similaridade entre produtos convencionais e isentos de glúten.

A análise sensorial descritiva tem por objetivo principal descrever e quantificar as características de cada amostra com relação à aparência, aroma, sabor e textura, como também, avaliar a intensidade de cada atributo, permitindo um mapeamento geral do produto avaliado (SIEFFERMANN, 2000).

O Perfil Flash, proposto por Sieffermann (2000), é um método descritivo que proporciona acesso mais rápido de classificação e descrição de um conjunto de produtos em relação ao método descritivo tradicional (DELARUE; SIEFFERMANN, 2004; TERHAAG, BENASSI, 2011). A técnica combina a etapa de levantamento de atributos individual do Perfil Livre (WILLIAMS; LANGRON, 1984), seguido da ordenação de cada atributo de um conjunto de produtos apresentados simultaneamente (LAWLESS; HEYMANN, 2010). Segundo Sieffermann (2000), a ideia da técnica é colocar o participante em frente à diversidade total do conjunto de produtos, solicitando ao julgador que se concentre na avaliação comparativa entre eles. A rapidez do método é resultante de dois fatores: a avaliação comparativa simultânea das amostras e no fato de os julgadores utilizarem as próprias listas de atributos, eliminando longas etapas de treinamento e procura por consenso no vocabulário (DELARUE; SIEFFERMANN, 2004; LAWLESS; HEYMANN, 2010; SIEFFERMANN, 2000).

Dentre os métodos sensométricos, a Análise de Dimensões Comuns, do inglês *Common Dimension Analysis* (ComDim), tem como objetivo descrever conjuntos de dados multitabelas em n amostras recuperando a máxima variância possível de cada uma delas (MAZEROLLES *et al.*, 2006). Este método foi descrito pela primeira vez por Qannari, Wakeling e Macfie (1995) na análise de dados do perfil livre e, posteriormente, foi aplicado em quimiometria para combinar métodos analíticos distintos utilizados na análise de alimentos (MAZEROLLES *et al.*, 2002).

O ComDim pode ser utilizado para resolver problemas relacionados à tratamentos de dados provenientes de análise sensorial. Em métodos sensoriais como o Perfil Flash, cada provador produz uma matriz de dados com o mesmo número de linhas (observações), mas diferentes números de colunas (termos descritivos), permitindo uma análise simultânea dessas matrizes e agrupamento de informações comuns entre elas (DUBIN, 2016).

4 METODOLOGIA

4.1 Materiais

As farinhas de sorgo (Farovitta), teff (Giroil) e yacon (Quinta das Cerejeiras) e o aroma de laranja (Duas Rodas) foram adquiridos junto aos fornecedores. Os outros ingredientes foram obtidos no mercado local de Campo Mourão, Paraná.

4.2 Métodos

4.2.1 Preparação das formulações

Quatro formulações foram avaliadas (F1, F2, F3 e F4). As três primeiras foram elaboradas em sua totalidade com farinha de arroz, farinha de sorgo e de farinha de teff, respectivamente. A quarta formulação foi obtida por delineamento experimental prévio, onde foram testadas nove formulações com misturas dessas farinhas, para obtenção de uma formulação que apresentasse a melhor aceitação sensorial. O resultado dessa etapa prévia de otimização indicou a maior aceitação sensorial para uma formulação composta por 25% de farinha de arroz, 60% de farinha de sorgo e 15% de farinha de teff, sendo esta a F4, descrita sensorialmente neste trabalho.

Em todas as formulações, as quantidades de leite integral- 3% de gordura- (32,7%), açúcar refinado (23,7%), óleo de soja (10,6%), ovo (8,2%), fécula de batata (5,3%), polvilho doce (2,6%), farinha de yacon (1,6%), aroma de laranja (0,3%), bicarbonato de sódio (0,2%), fermento (0,2%), goma xantana (0,2%) e sal (0,1%) são fixas. A mistura de farinhas representa 14,22% da formulação e na Tabela 1 estão apresentadas as porcentagens de cada farinha dentro desta mistura.

Tabela 1 - Porcentagem das farinhas em cada formulação

Ingrediente	F1	F2	F3	F4
Farinha de Arroz	100%	-	-	25%
Farinha de Sorgo	-	100%	-	60%
Farinha de Teff	-	-	100%	15%

Fonte: Autoria própria (2020)

Primeiramente bateu-se o ovo por 2 minutos com batedeira Britânia, em rotação máxima. Adicionou-se leite integral e o óleo de soja e homogeneizou-se por 2 minutos. Posteriormente, foi incorporado os ingredientes secos aos líquidos com o auxílio da batedeira, em velocidade baixa, por 3 minutos. Por fim, adicionou-se o

aroma de laranja (Duas Rodas) e, em seguida, o fermento químico. A massa do bolo foi despejada e assada em formas retangulares (22 x 10 cm) forradas com papel manteiga, a 180° C, por 28 minutos.

4.2.2 Análise Microbiológica

Os bolos formulados foram submetidos à pesquisa de coliformes a 45°C/ g e Salmonella segundo a Instrução Normativa 62 (BRASIL, 2003), de 26 de agosto de 2003, conforme exigência da RDC n. 60 (BRASIL, 2019), de 23 de dezembro de 2019, antes de serem destinados às análises sensoriais, para assim garantir a inocuidade do produto e consequentemente a saúde do provador.

4.2.3 Análise Sensorial

Os testes foram realizados em cabines individuais do laboratório de análise sensorial (UTFPR- campus Campo Mourão) e composta por uma equipe de 33 julgadores maiores de 18 anos denominados P1 a P33. Os provadores foram previamente informados sobre o produto a ser provado e sobre o método de Perfil Flash esclarecendo ao provador cada etapa do teste conforme descrito por Dairou & Sieffermann (2002) e Sieffermann (2000).

A primeira etapa foi o levantamento de atributos, realizado pelo método de rede de Kelly (1955). Os julgadores observaram os bolos, aos pares aleatórios, com relação às similaridades e diferenças de aparência, aroma, sabor e textura e identificaram atributos observados nos produtos, sendo instruídos a não utilizar termos hedônicos. Em seguida, em conversa individual, cada provador foi auxiliado no desenvolvimento da definição dos termos descritores, registrando os atributos encontrados e descrevendo-os sucintamente. Esses termos deram origem a ficha de avaliação sensorial de cada provador.

Após o desenvolvimento da ficha de avaliação, as quatro amostras de bolos foram novamente apresentadas e os julgadores foram solicitados a ordenar os produtos em ordem crescente em relação à intensidade de cada atributo em julgamento (TERHAAG; BENASSI, 2011). Amostras de bolo de aproximadamente 30g, cortadas em fatias, foram servidas aos julgadores em pratos descartáveis brancos, de forma aleatorizada e balanceada, enumeradas com códigos de três dígitos aleatórios.

Os resultados da ordenação realizada por cada provador foram plotados em uma matriz (atributos nas colunas e formulações nas linhas). A análise de dados foi realizada no software MATLAB R2018b através da técnica denominada ComDim, de acordo com o algoritmo proposto por Qannari, Corcoux e Vigneau (2001) e descrito em detalhes por Jouan-Rimbaud (2011).

Esse projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética da UTFPR sob o parecer CAAE: 88116618.2.0000.5547.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O painel sensorial foi composto por 33 avaliadores (P1 a P33), todos maiores de 18 anos. As quatro formulações de bolos (F1, F2, F3 e FO) foram submetidas à descrição sensorial por Perfil Flash. Os dados encontrados foram analisados pelo método ComDim, obtendo-se assim a distribuição de consenso dos avaliadores.

Na análise ComDim foram necessárias três dimensões comuns que, somadas, foram suficientes para explicar 99,64% da variância total dos dados, sendo que as mais significativas são as dimensões 1 e 2 com 79% e 12%, respectivamente. Foram avaliadas as saliências, scores e loadings das tabelas.

Na Tabela 2 estão descritas as saliências dos provadores para cada dimensão comum, ou seja, a importância de cada um deles para a construção de cada dimensão comum.

Tabela 2 - Saliências dos provadores na construção das três dimensões comuns (CD1, CD2, CD3)

	CD1	CD2	CD3		CD1	CD2	CD3
P1	0.57831	0.16566	0.25602	P17	0.82511	0.035976	0.13892
P2	0.43279	0.30952	0.25769	P18	0.55277	0.2911	0.15614
P3	0.65694	0.071096	0.27196	P19	0.55655	0.079996	0.36345
P4	0.38175	0.40208	0.21617	P20	0.41357	0.24239	0.34404
P5	0.50706	0.17148	0.32145	P21	0.44917	0.26685	0.28399
P6	0.5058	0.22369	0.27052	P22	0.37583	0.31883	0.30535
P7	0.42119	0.38404	0.19478	P23	0.55992	0.22115	0.21893
P8	0.26903	0.46922	0.26174	P24	0.58632	0.30569	0.10799
P9	0.4007	0.39881	0.20049	P25	0.62543	0.16036	0.2142
P10	0.47232	0.19066	0.33703	P26	0.38984	0.12102	0.48914
P11	0.44586	0.35113	0.20301	P27	0.43223	0.0090823	0.55869
P12	0.72378	0.18011	0.096107	P28	0.62025	0.17118	0.20858
P13	0.46541	0.47338	0.061212	P29	0.69561	0.16782	0.13657
P14	0.35207	0.54015	0.10779	P30	0.40459	0.36288	0.23253
P15	0.72109	0.081199	0.19771	P31	0.35745	0.42616	0.21638
P16	0.60518	0.18759	0.20723	P32	0.7521	0.17072	0.07718
				P33	0.58834	0.0339	0.37775

Fonte: Autoria própria (2020)

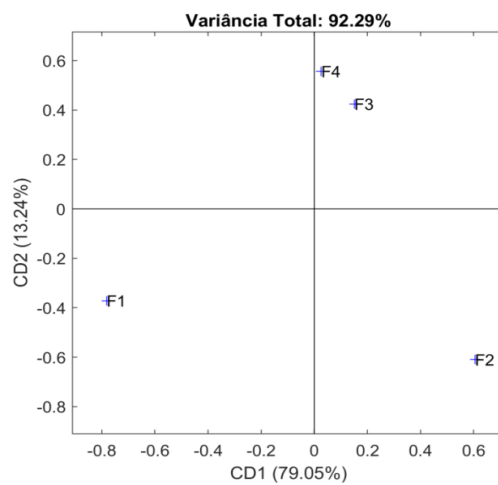
Analisando a Tabela 2 percebe-se que os provadores com maiores valores absolutos de saliência em cada uma das dimensões comuns foram os mais significativos para a construção de cada uma delas, ou seja, na separação das amostras dentro dessas dimensões.

A análise das saliências permite identificar os provadores que possuem baixas saliências nas dimensões comuns mais relevantes, ou seja, aqueles que não conseguiram discriminar as amostras. Na tabela 2, nota-se que na dimensão comum 1, o provador 17 é o que tem maior saliência. Na dimensão 2 o provador com maior saliência é o 14 e, na dimensão 3, o provador 27. Para definir o provador de maior

importância em cada dimensão, além de levar em conta a tabela de saliências deve-se analisar os gráficos de loading de cada provador.

Na Figura 3 pode-se observar o gráfico de score no espaço comum das dimensões 1 e 2. Nota-se que, para 92,29% dos provadores, as formulações F3 e F4 são semelhantes. Isso pode ser explicado pelo fato das formulações 3 e 4 possuírem farinha de teff na sua composição, enquanto as formulações 1 e 2 são feitas apenas com farinha de arroz e farinha de sorgo, respectivamente.

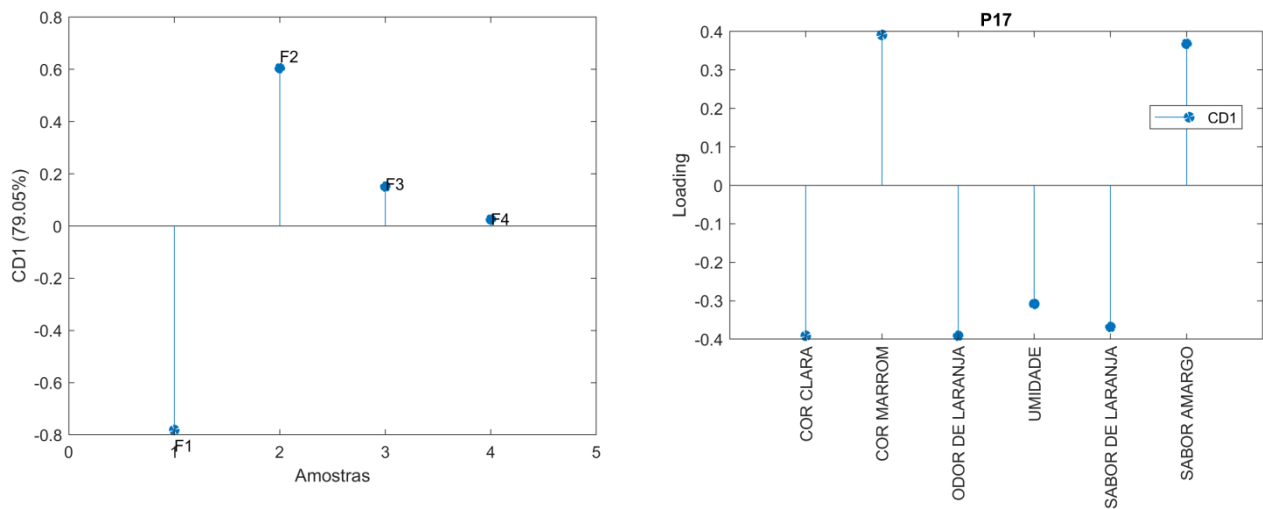
Figura 3 - Gráfico de score no espaço comum para dimensões 1 e 2



Fonte: Autoria própria (2020)

Nas figuras 4 e 5 estão apresentados, respectivamente, o gráfico de score no espaço comum para a dimensão 1 e o gráfico de loading para o provador 17.

Figuras 4 e 5. Gráfico de score no espaço comum para a dimensão 1 (à esquerda) e gráfico de loading para o provador 17 (à direita)



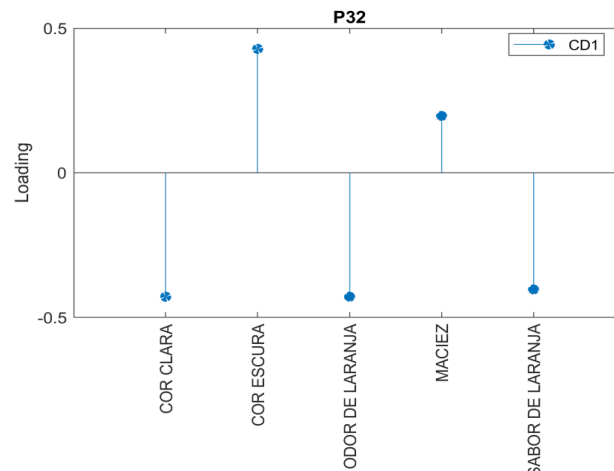
Fonte: Autoria própria (2020)

Avaliando simultaneamente os gráficos das figuras 4 e 5, nota-se que, para o provador 17, que é o de maior saliência na dimensão 1, F1 é a que apresenta menor intensidade de sabor amargo e cor marrom e, maior intensidade de odor e sabor de laranja, além de ser a que tem maior umidade.

O fato de F1 ser composta por farinha de arroz, explica esta resposta do provador, pois esta farinha é mais neutra com relação as suas características sensoriais, diferente das farinhas de sorgo e teff, cujas formulações (F3 e F4) foram consideradas mais amargas para o provador.

Na figura 6 está apresentado o gráfico de loading para o provador 32. Apesar de não ser o provador de maior saliência na dimensão 1, este forneceu respostas importantes que corroboram as fornecidas pelo provador 17.

Figura 6. Gráfico de loading para o provador 32

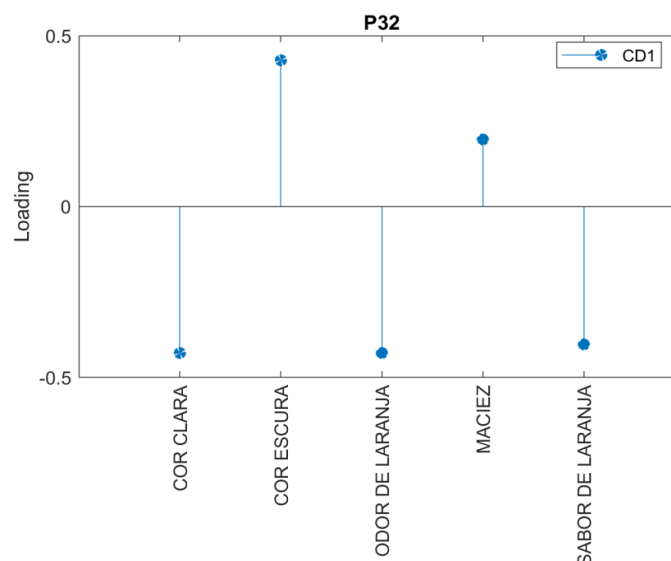


Fonte: Autoria própria (2020)

Analisando o gráfico da figura 6 juntamente com o da figura 4, nota-se que, para o provador 32, a formulação 1 também é a que apresenta maior intensidade de sabor e odor de laranja. Além disso, esta também é a formulação com cor mais clara.

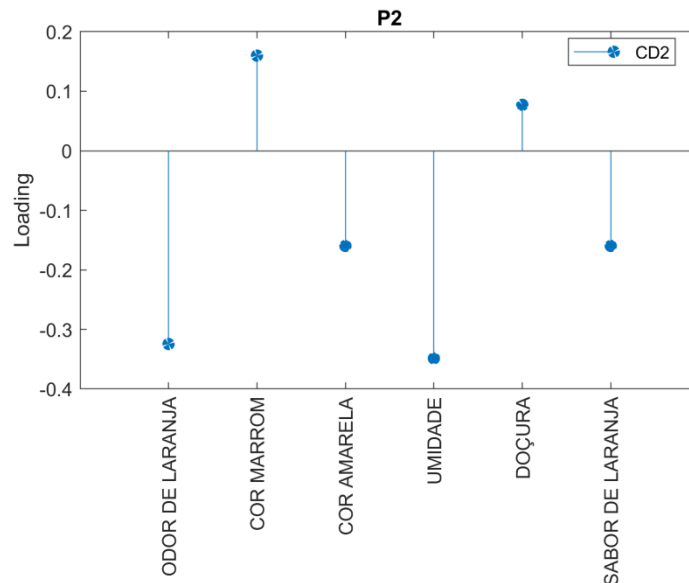
Nas Figuras 7 e 8 estão apresentados o gráfico de score no espaço comum para a dimensão 2 e o gráfico de loading para o provador 2, que, apesar de não ser o provador de maior saliência nesta dimensão, forneceu respostas mais significativas que o provador 14.

Figura 7. Gráfico de score no espaço comum para a dimensão 2



Fonte: Autoria própria (2020)

Figura 8. Gráfico de loading para o provador 2



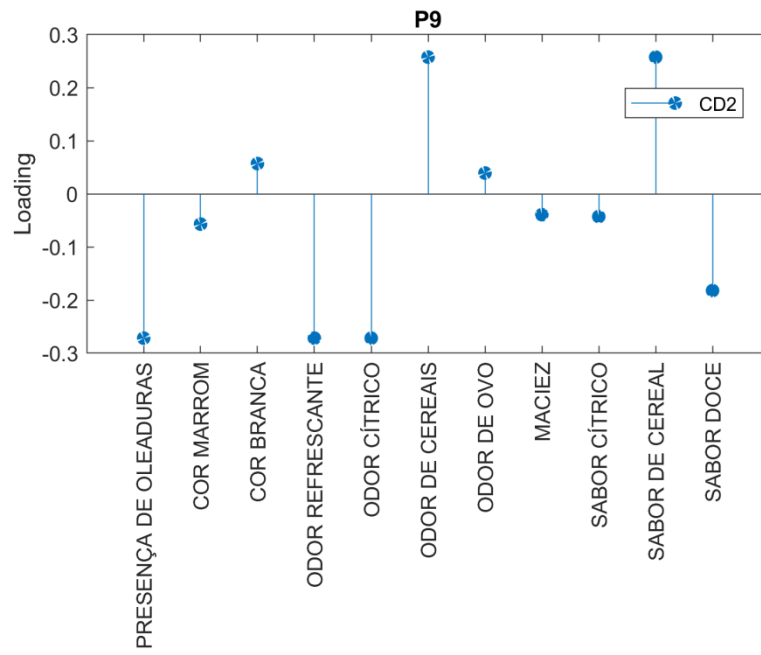
Fonte: Autoria própria (2020)

Analisando simultaneamente os gráficos das Figuras 7 e 8, nota-se que a resposta do provador 2 converge com a dos provadores 17 e 32 na dimensão 1 com relação ao sabor e odor de laranja e umidade. Porém, além de indicar que F1 é a mais intensa nestes atributos, demonstra que F2, feita com farinha de sorgo, se assemelha a ela.

Estas respostas sugerem que os provadores associam atributos mais positivos às formulações com farinha de arroz e de sorgo. Conforme se adiciona farinha de teff à formulação, os provadores deixam de sentir o sabor de laranja e passam a notar mais o sabor típico da farinha, isso pode ser observado no gráfico de loading do provador 9 que está apresentado na figura 9. Ainda, a farinha de sorgo já se mostrou mais agradável ao paladar dos consumidores em outros trabalhos, como por exemplo na análise feita por Carneiro *et al.* (2012), onde, verificou-se que uma barra de cereal à Base de Sorgo foi aceita em 100% dos casos quanto ao atributo sabor.

Observando-se simultaneamente o gráfico do provador 9 e o gráfico da Figura 7, nota-se que para o provador 9, o odor e sabor de cereais é mais pronunciado nas formulações 3 e 4, que possuem farinha de teff na sua composição.

Figura 9. Gráfico de loading do provador 9



Fonte: Autoria própria (2020)

6 CONCLUSÕES

Analisando os gráficos obtidos por meio da técnica ComDim é possível observar que os provadores atribuíram à formulação 1 (F1 - feita com farinha de arroz) maior intensidade de umidade e sabor e odor de laranja, atributos desejáveis para o produto em questão. Este já era um resultado esperado devido à característica mais neutra desta farinha. No entanto, foi possível observar também que a formulação 2 (F2), feita com farinha de sorgo, se assemelha à F1 nesses atributos, sendo assim pode-se concluir que esta é uma resposta positiva para a F2.

Ainda, as amostras com farinha de sorgo foram avaliadas com atributos mais desejáveis do que as com farinha de teff, que foi avaliada como mais amarga e com sabor de cereais mais pronunciado, revelando um padrão na descrição feita pelos provadores. Assim, cumpriu-se o objetivo de descrever sensorialmente as formulações e obter respostas que auxiliem na adequação das formulações de bolo de laranja isento de glúten de forma a beneficiar o público celíaco.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, H. M. C. *et al.* Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. **Revista de Nutrição**, v. 23, 2010, n. 3, p. 467-474, jun. 2010. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732010000300014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/CWKQ7fDBKfF7g88gRvy4jMG/?lang=pt>. Acesso em: 20 mar. 2021.
- ARAÚJO, H. S. **Sorgo sem tanino em dietas de juvenis de tambaqui**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/8042>. Acesso em: 18 mar. 2021.
- BAYE, K. Tef: nutrient composition and health benefits. **International Food Policy Research Institute**, v.34, n.67, p.1-18, set. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266316373_Teff_Nutrient_Composition_and_Health_Benefits. Acesso em: 5 abr. 2021.
- BIESIEKIERSKI, J. R. What is gluten? **Journal of Gastroenterology and Hepatology**, v. 32, n. 1, p. 78-81, mar. 2017. DOI:10.1111/jgh.13703. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jgh.13703>. Acesso em: 20 ago. 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 60, de 23 de dezembro de 2019**. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>. Acesso em: 10 dez. 2021.
- 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.
- BROMILOW, S. *et al.* A curated gluten protein sequence database to support development of proteomics methods for determination of gluten in gluten-free foods. **National Library of Medicine**, v. 23, n. 163, p. 67-75, jun.2017. DOI: 10.1016/j.jprot.2017.03.026. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28385663/>. Acesso em: 2 ago. 2021.
- CAIO, G. *et al.* Celiac disease: a comprehensive current review. **BMC Medicine**, v. 17, n. 142, jul. 2019. <https://doi.org/10.1186/s12916-019-1380-z>. Disponível em: <https://bmcmmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12916-019-1380-z>. Acesso em: 12 ago. 2019.
- CARNEIRO, H. L. Análise Sensorial de Barra de Cereais Elaborada com Pipoca de Sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sete lagoas, v. 164, p. 8, jul. 2018. ISSN 1679-0162. Disponível em:

<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=491782&biblioteca=vazio&busca=491782&qFacets=491782&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 13 dez. 2021.

CHIANG, S.; CHEN, C.; CHANG, C. Effect of wheat flour protein compositions on the quality of deep-fried gluten balls. **Cereal Chemistry**, Yualin, v.97, n. 4, p.666-673, ago. 2006. DOI:10.1016/j.foodchem.2005.04.030. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/248510357_Effect_of_wheat_flour_protein_compositions_on_the_quality_of_deep-fried_gluten_balls. Acesso em: 21 ago. 2021.

CIACCI C, C. P. *et al.* The gluten-free diet and its current application in coeliac disease and dermatitis herpetiformis. **United European Gastroenterology Journal**, v.3, n. 2, p.121-135, 2015. DOI: 10.1177/2050640614559263. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4406897/>. Acesso em: 2 set. 2019.

CORREIA, V. T. V. **Caracterização tecnológica e sensorial de cremes de queijo adicionados de farinhas irradiada ou extrusada de sorgo**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/36216>. Acesso em: 2 jul. 2021.

CONTADO, E. *et al.* Emprego da farinha e do extrato de frutanos de yacon na elaboração de apesuntados. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 1, p. 49-56, 2015. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.3814>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/D6P3RZ4tT9rCbfZ9VYVX9MS/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 12 ago. 2019.

DAIROU, V.; SIEFFERMANN, J. M. A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, the flash profile. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 2 p. 826–834, mar. 2002. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10685.x>. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10685.x>. Acesso em: 15 jul. 2021.

DELARUE, J.; SIEFFERMANN, J. M. Sensory mapping using flash profile. Comparison with a conventional descriptive method for the evaluation of the flavour of fruit dairy products. **Food Quality and Preference**, v. 15, n. 4, p. 383-392, jun. 2004. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(03\)00085-5](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(03)00085-5). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329303000855>. Acesso em: 15 jul. 2021.

DRABINSKI, N.; ZIELÍNSKI, H.; KRUPA-KOZAK U. Technological benefits of inulin-type fructans application in gluten-free products - A review. **Trends in Food Science & Technology**, v .56, p.149-157, out. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.08.015>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224416301649>. Acesso em: 14 jul. 2021.

DUBIN, E. *et al.* Common components and specific weights analysis: A tool for metabolomic data pre-processing. **Chemometrics and Intelligent Laboratory**

Systems, v. 150, p. 41-50, jan. 2016. DOI: 10.1016/j.chemolab.2015.11.005. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01250491/>. Acesso em: 6 ago. 2019.

FAJARDO, V. *et al.* Updated Food Composition Database for Cereal-Based Gluten Free Products in Spain: Is Reformulation Moving on? **Nutrients**, v. 12, n. 8. p. 17, ago. 2020. <https://doi.org/10.3390/nu12082369>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/8/2369>. Acesso em: 6 ago. 2019.

FERNANDES, I. C. X. **Desenvolvimento de pães sem glúten enriquecidos com Tetrasmis chuii**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2019. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/19490/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Isabel%20Fernandes.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2021.

FRANCO, V. *et al.* Propriedades reológicas e composição proximal da farinha de arroz e farinha de batata-doce. **Cientific@ Multidisciplinary Journal**, v. 5, n. 3, p. 113-124, out. 2018. DOI: <https://doi.org/10.29247/2358-260X.2018v5i3.p113-124>. Disponível em: <http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/cientifica/article/view/3152>. Acesso em: 10 set. 2019.

GEBREMARIAM, M. M., ZARNKOW, M., BECKER, T. Teff (*Eragrostis tef*) as a raw material for malting, brewing and manufacturing of gluten-free foods and beverages: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, p. 2881–2895, nov. 2014. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0745-5>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-012-0745-5>. Acesso em: 18 jan. 2020.

HAAS, R. V. **Elaboração e análise físico-química e sensorial de bolos sem glúten com diferentes concentrações de teff (*Eragrostis tef*) como alternativa para celíacos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/198919>. Acesso em: 18 jan. 2021.

HAGER, A. S. *et al.* Nutritional properties and ultra-structure of commercial gluten free flours from different botanical sources compared to wheat flours. **Journal of Cereal Science**, v. 56, p. 239-247, set. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.06.005>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0733521012001221>. Acesso em: 17 ago. 2019.

HEBERLE, T. **Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de pães elaborados com farinha de arroz germinado**. 2021. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021. Disponível em: http://www.repositorio.ufpel.edu.br/bitstream/prefix/7561/1/Dissertacao_Thauana_Heberle.pdf. Acesso em: 2 jul. 2021.

HOMEM, R. V. **Efeito da adição de tef (*Eragrostis tef*) e farinhas associadas na qualidade de produtos de panificação como alternativa para celíacos**. 2020. Dissertação (PósGraduação em Alimentação, Nutrição e Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/211304/001114973.pdf?sequence=1>. Acesso em: 2 ago. 2021.

HOPMAN, P. *et al.* Tef in the diet of celiac patients in The Netherlands. **Scandinavian Journal of Gastroenterology**, v. 43, n. 3, p.277-282, ago. 2007. <https://doi.org/10.1080/00365520701714871>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00365520701714871>. Acesso em: 19 jan. 2020.

JOUAN-RIMBAUD, B. D. *et al.* Identification of significant factors by an extension of ANOVA–PCA based on multi-block analysis. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, v.106, n.2, 173-182, abr. 2011. DOI:10.1016/j.chemolab.2010.05.005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/222097688_Identification_of_significant_factors_by_an_extension_of_ANOVA-PCA_based_on_multiblock_analysis. Acesso em: 17 ago. 2019.

KELLY, G. A. **The psychology of personal constructs**. New York: Norton, 1955.

KHAJEHEI, F. *et al.* Yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. &Endl.) as a Novel Source of Health Promoting Compounds: Antioxidant Activity, Phytochemicals and Sugar Content in Flesh, Peel, and Whole Tubers of Seven Cultivars. **Molecules**, v.23, n. 2, p. 278-297, jan. 2018. DOI: 10.3390/molecules23020278. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29382176/>. Acesso em: 12 ago. 2019.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: principles and practices**. New York: Springer, 2010.

LORIDO, L.; ESTÉVEZ, M.; VENTANAS, S. Fast and dynamic descriptive techniques (Flash Profile, Time-intensity and Temporal Dominance of Sensations) for sensory characterization of dry-cured loins. **Meat Science**, v. 145, p. 154-162, nov. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.028>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174018302262>. Acesso em: 12 ago. 2019.

MARTINO, H. S. D. *et al.* Caracterização química e distribuição granulométrica de genótipos de sorgo para alimentação humana. **Revista Do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 71, n. 2, p.337-344, fev. 2012. <https://doi.org/10.53393/rial.2012.v71.32433>. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/index.php/RIAL/article/view/32433>. Acesso em: 6 jul. 2021.

MAZEROLLES, G. *et al.* Chemometric methods for the coupling of spectroscopic techniques and for the extraction of the relevant information contained in the spectral data tables. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, v. 63, n. 1, p. 57–68, ago. 2002. DOI:10.1016/S0169-7439(02)00036-9. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/229175340_Chemometrics_methods_for_the_coupling_of_spectroscopic_techniques_and_the_extraction_of_relevant_information_contained_in_spectral_data. Acesso em: 20 jan. 2020.

MAZEROLLES, G. *et al.* Common components and specific weights analysis: A chemometric method for dealing with complexity of food products. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, v. 81, n. 1, p. 41–49, mar. 2006. <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2005.09.004>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169743905001504>. Acesso em: 12 dez. 2019.

MELINI, V.; MELINI, F. Gluten-free diet: Gaps and needs for a healthier diet. **Nutrients**, v. 11, n. 1. p. 21, jan. 2019. DOI: 10.3390/nu11010170. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30650530/>. Acesso em: 20 jan. 2020.

MONTAGNER, G. E.; STORCK, C. R. Análise sensorial e composição de bolos sem glúten com farinha de sorgo fosfatado. **Disciplinarum Scientia**. Série: Ciências da Saúde, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 497-504, ago. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumS/article/view/2909/2461>. Acesso em: 2 jul. 2021.

PAIVA, C. L.; QUEIROZ, V. A. V.; GARCIA, M. A. V. T. Características tecnológicas, sensoriais e químicas de massas secas sem glúten à base de farinhas de sorgo e milho. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, 2019. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.09518>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/tY5Lc9d4vgc4KsN3cdMBX5S/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 set. 2020.

PEREIRA, J. A. R. *et al.* Studies of chemical and enzymatic characteristics of Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and its flours. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 1, mar. 2013. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612013005000020>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/HtZfwk6Wyy3YZYnbSs6xZKS/abstract/?lang=en>. Acesso em: 12 ago. 2019.

PHONGTHAI, S. *et al.* Effects of protein enrichment on the properties of rice flour based gluten-free pasta. **Food Science and Technology**, v. 80, p. 378-385, jul. 2017. DOI:10.1016/J.LWT.2017.02.044. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-protein-enrichment-on-the-properties-of-Phongthai-D%E2%80%99Amico/22adca245f9eea218d1ab085cd2f0601a6b04a2e>. Acesso em: 16 jan. 2020.

QANNARI, E. M., COURCOUX, P., VIGNEAU, E. Common components and specific weights analysis performed on preference data. **Food Quality and Preference**, v. 12, p. 365-368, 2001. DOI: 10.1016/s0950-3293(01)00026-x. Disponível em: <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-132ed321-9f27-31cd-a01a-72e38e1bc399>. Acesso em: 20 set. 2020.

QANNARI, E. M.; WAKELING, I.; MACFIE, H. J. H. A hierarchy of models for analysing sensory data. **Food Quality and Preference**, v. 6, n. 4, p. 309–314, jan.

1995. [https://doi.org/10.1016/0950-3293\(95\)00033-X](https://doi.org/10.1016/0950-3293(95)00033-X). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/095032939500033X>. Acesso em: 5 set. 2020.

QUAGLIA, G. **Ciencia y tecnología de la panificación**. Zaragoza: Acribia, 1991.

QUEIROZ, M. R.; SIMIONI, P. U.; UGRINOVICH, L. A. A doença celíaca: bases imunológicas e genéticas da intolerância ao glúten. **Revista Ciência e Inovação**. V. 5, n. 1, p. 4-8, jan. 2020. Disponível em: http://faculdadedeamericana.com.br/revista/index.php/Ciencia_Inovacao/article/view/468. Acesso em: 10 set. 2021.

QUEIROZ, V. A. V. *et al.* Potencial funcional e tecnologia de processamento do sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], para alimentação humana. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.3, p. 180-195, 2011. DOI:10.18512/1980-6477/RBMS.V10N3P180-195. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/POTENCIAL-FUNCIONAL-E-TECNOLOGIA-DE-PROCESSAMENTO-Queiroz-Moraes/34f4b8e1bc5e3a63e33bbc46f6c6c2c380c12d0f>. Acesso em: 20 ago. 2020.

RAGUZZONI, J. C. **Efeito da adição de l-cisteína nas proteínas do glúten: análises reológica, térmica e microscópica**. 2007. Dissertação (Pós-graduação em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30371066.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2021.

RIZZELLO, C. G.; MONTEMURRO, M; GOBBETTI, M. Characterization of the Bread Made with Durum Wheat Semolina Rendered Gluten Free by Sourdough Biotechnology in Comparison with Commercial Gluten-Free Products. **Journal of Food Science**. V. 81, n. 9, p. 2263-2272, ago. 2016. DOI: 10.1111/1750-3841.13410. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27505458/>. Acesso em: 9 set. 2020.

ROSELL C.M. *et al.* Gluten-free cereal products and beverages. **Food science and technology**. v. 1, p. 1-27, abr. 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/28281667/Gluten_Free_Cereal_Products_and_Beverages_pdf. Acesso em: 2 jul. 2021.

RUSTGI, S. *et al.* Wheat Seed Proteins: Factors Influencing Their Content, Composition, and Technological Properties, and Strategies to Reduce Adverse Reactions. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 18, n. 6, p. 1751-1769, nov. 2019. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12493>. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1541-4337.12493>. Acesso em: 19 jan. 2021.

SIEFFERMANN, J. M. Le profil Flash: Un outil rapide et innovant d'évaluation sensorielle descriptive. In: **Paper presented at the L'innovation: De l'idée au succès**, v. 48, 2000, p. 41-49. D.O.I.: <http://dx.doi.org/10.9771/cp.v10i4.23018>. Acesso em: 12 out. 2020.

SILVA, L. L. **Qualidade física e sensorial de chips desidratado de batata yacon.** - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas. Barbacena – Minas Gerais, 2020. Disponível em: http://schenautomacao.com.br/ssa7/envio/files/trabalho3_297.pdf. Acesso em: 13 set. 2019.

SPAENIJ-DEKKING, L. The Ethiopian Cereal Tef in Celiac Disease. **The New England Journal of Medicine**, v. 353, p. 1748-1749, out. 2005. DOI: 10.1056/NEJMc051492. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/nejmc051492>. Acesso em: 19 jan. 2020.

TERHAAG, M. M.; BENASSI, M. T. Perfil flash: uma opção para análise descritiva rápida. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, n. 14, p. 140-151, jun. 2011. DOI: 10.4260/BJFT201114E000117. Disponível em: http://bjft.ital.sp.gov.br/especiais/2011/bjft_v14ne01/17_bjft_v14ne_140118.pdf. Acesso em: 23 jan. 2021.

THEETHIRA, T.G. Celiac disease and the gluten free diet: consequences and recommendations for improvement. **Digestive Diseases**, v. 33, n. 2, p. 175-182, abr. 2015. DOI: 10.1159/000369504. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25925920/>. Acesso em: 5 dez. 2019.

VAN GILS, T. *et al.* Gastrointestinal diseases and their oro-dental manifestations: Part 3: Coeliac disease. **Dental Abstracts**, v. 62, n. 6, p. 336-337, jan. 2017. DOI: 10.1038/sj.bdj.2017.80. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28126998/>. Acesso em: 27 set. 2020.

VANINI, M. *et al.* A relação do tubérculo andino yacon com a saúde humana. **Ciência, Cuidado E Saúde**, v. 8, p. 92-96, abr. 2010. DOI: 10.4025/cienccuidsaude.v8i0.9723. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/CiencCuidSaude/article/view/9723>. Acesso em: 12 ago. 2019.

WANG, K. *et al.* Recent developments in gluten-free bread baking approaches: a review. **Food Science and Technology**, v. 37, n. 1, dez. 2017. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.01417>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/t7pCYHztMcGkfMXjyKmwTsb/?lang=en>. Acesso em: 21 ago. 2021.

WILLIAMS, A. A.; LANGRON, S. P. The use of the free-choice profiling for the evaluation of commercial products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 35, n. 5, p. 558-568, mai.1984. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740350513>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.2740350513>. Acesso em: 12 fev. 2021.

ZHU, F. Chemical composition and food uses of teff (*Eragrostis tef*). **Food chemistry**, v. 239, p.402-415, jan. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.101>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030881461731083X>. Acesso em: 10 set. 2021.