

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO

Raquel Viviane Haas

**Elaboração e análise físico-química e sensorial de bolos sem glúten com diferentes concentrações de teff (*Eragrostis tef*) como alternativa para celíacos**

Porto Alegre  
2019

Raquel Viviane Haas

**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 de Graduação apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Nutrição à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup> Viviani Ruffo de Oliveira  
Co-orientadora: Mestranda Raísa Vieira Homem

Porto Alegre  
2019

## FICHA CATALOGRÁFICA

### CIP - Catalogação na Publicação

Haas, Raquel Viviane

Elaboração e análise físico-química e sensorial de bolos sem glúten com diferentes concentrações de teff (Eragrostis tef) como alternativa para celíacos / Raquel Viviane Haas. -- 2019.

51 f.

Orientadora: Viviani Ruffo de Oliveira.

Coorientadora: Raísa Vieira Homem.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Curso de Nutrição, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Tef. 2. Doença Celíaca. 3. Grãos Comestíveis. 4. Glúten. 5. Farinha. I. de Oliveira, Viviani Ruffo, orient. II. Homem, Raísa Vieira, coorient. III. Título.

**RAQUEL VIVIANE HAAS**

**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 apresentado à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Comissão de Graduação do Curso de Nutrição.

**Porto Alegre, 8 de julho de 2019.**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso elaborado por Raquel Viviane Haas, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Nutrição.

Comissão Organizadora:

---

Profª Drª Manuela Mika Jomori (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

---

Dda. Helena de Oliveira Santos Schmidt (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

---

Profª Drª Viviani Ruffo de Oliveira – Orientadora

## AGRADECIMENTOS

A finalização desta etapa se deve ao apoio, ensinamentos e colaboração de todos aqueles que de alguma forma se fizeram presentes neste ciclo que se encerra.

Agradeço e dedico primeiramente este trabalho aos meus pais Luíz e Márcia, que me proporcionaram a vida, a minha educação, a oportunidade de realizar meus sonhos, por serem pessoas iluminadas que amo e que me amam, por todo o empenho para me verem feliz e por nunca medirem esforços em qualquer situação de nossas vidas.

À minha irmã Luana por ser um exemplo, uma verdadeira amiga, fonte de inspiração intelectual e por todo amor que temos uma pela outra. Você faz muita falta na rotina.

Ao meu namorado Arthur que me apoiou em momentos difíceis, por sempre estar disposto a me fazer rir e sorrir, pelo empenho para estar presente a cada pequeno minuto que temos juntos e por todo o amor.

À minha orientadora Viviani, por todos os ensinamentos, carinho, incentivos, por estar ao meu lado do início ao fim desse processo e por torná-lo muito mais leve do que imaginei.

À minha co-orientadora Raísa, por todos os ensinamentos, por todo engajamento e paciência, pela parceria durante as preparações dos bolos e no Laboratório de Compostos Bioativos e por sempre estar disposta a repassar sua experiência.

À colega de curso Deise, por todo empenho, disposição e positividade.

À Helena pelo auxílio nas análises do trabalho e por integrar minha banca.

À professora Manuela pelos ensinamentos durante o curso e por integrar minha banca.

## RESUMO

A teff (*Eragrostis tef*) é um cereal nativo da Etiópia que vem ganhando espaço no mercado por ser considerado um alimento bastante rico nutricionalmente: possui boa quantidade de fibras, minerais, vitaminas e aminoácidos, capacidade antioxidante e baixo índice glicêmico. O cereal é ausente de glúten, e, ao contrário das farinhas comumente usadas na substituição à farinha de trigo em receitas livres de glúten, a farinha de teff parece possuir menores limitações químicas, tecnológicas e sensoriais. O objetivo deste trabalho foi elaborar bolos com diferentes porcentagens de teff, determinar características químicas, físicas e sensoriais a fim de avaliar o potencial e efeitos da utilização da farinha de teff em bolos. Foram comparadas quatro formulações de bolo entre si: T1 – 100% farinha de teff, T2 – 75% farinha de teff, 12,5% farinha de arroz, 12,5% fécula de mandioca, T3 – 50% farinha de teff, 25% farinha de arroz, 25% fécula de mandioca e T4 – 25% farinha de teff, 37,5% farinha de arroz, 37,5% fécula de mandioca. Os resultados revelados nas análises químicas demonstraram que maiores porcentagens de teff aumentaram níveis totais de cinzas e não alteraram os teores de proteínas. Na análise sensorial os atributos de aparência, cor e odor não tiveram diferença estatística significativa entre os tratamentos. O tratamento T1 foi o que recebeu a menor média geral no atributo sabor (5,03), o que de acordo com a escala hedônica seria “Não gostei, nem desgostei”. Em relação à intenção de compra dos diferentes tratamentos de bolos elaborados, não foi observada diferença estatística significativa entre os tratamentos T3 e T2 (3,25 e 3,08 – “tenho dúvida se compraria”). Os tratamentos T2, T3 e T4 obtiveram índices de aceitação superiores a 70%. O uso da farinha de teff na alimentação se mostrou promissora.

**Palavras-chave:** Tef, Doença Celíaca, Grãos Comestíveis, Glúten, Farinha.

**Keywords:** *Tef, Celiac Disease, Edible Grain, Gluten, Flour.*

## ABSTRACT

Teff (*Eragrostis tef*) is a native cereal of Ethiopia that has been gaining space in the market because it is considered a very nutritionally rich food: it has good amount of fibers, minerals, vitamins and amino acids, antioxidant capacity and low glycemic index. The cereal is absent of gluten, and unlike flours commonly used to replace wheat flour in gluten-free recipes, teff flour seems to have a minor chemical, technological and sensory limitations. The objective of this work was to elaborate cakes with different percentages of teff, to determine chemical, physical and sensory characteristics in order to evaluate the potencial and effects of using teff flour on cakes. Four cake formulations were compared: T1 – 100% teff flour, T2 – 75% teff flour, 12,5% rice flour, 12,5% cassava starch, T3 – 50% teff flour, 25% rice flour, 25% cassava starch and T4 – 25% teff flour, 37,5% rice flour, 37,5% cassava starch. The results revealed in the chemical analyses showed that higher percentages of teff increased total levels of ash and did not alter the protein content. In the physical analyses, the highest concentrations of teff did not alter post-supply height, pre and post-supply weight, yield, and also, color and luminosity of crumb. In the sensory analysis the attributes of appearance, color and odor did not have significant statistical difference among the treatments. Treatment T1 was the one that received the lowest mean (5.03), which according to the hedonic scale would be "I did not like it nor did I dislike it". Regarding the intention to purchase the different treatments of processed cakes, no statistically significant difference was observed between treatments T3 and T2 (3.25 and 3.08 - "I doubt if I would buy"). The treatments T2, T3 and T4 obtained acceptance rates higher than 70%. The use of teff flour in food proved promising.

**Keywords:** Tef, Celiac Disease, Edible Grain, Gluten, Flour.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma de elaboração dos bolos elaborados a partir de teff.....	25
Figura 2 - Amostra dos bolos elaborados para as análises físicas .....	33
Figura 3 - Índice de Aceitabilidade dos bolos elaborados com farinha de teff .....	37



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulação dos bolos elaborados a partir de teff.....	24
Tabela 2- Composição química pós-forneamento dos bolos elaborados a partir de teff .....	31
Tabela 3 - Parâmetros físicos pré e pós-forneamento dos bolos elaborados a partir de teff.....	33
Tabela 4 - Parâmetros de cor e textura dos bolos elaborados a partir de teff .....	35
Tabela 5 - Aceitabilidade e intenção de compra dos bolos elaborados a partir de teff.....	37

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAAE - Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

CNS - Conselho Nacional de Saúde

CSA - *Central Statistical Agency Of Ethiopia*

FAMED – Faculdade de Medicina

I.A. – Índice de Aceitabilidade

ICTA - Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos

T1 – Tratamento 1

T2 – Tratamento 2

T3 – Tratamento 3

T4 – Tratamento 4

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

WGO - *World Gastroenterology Organisation*

## LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
mm	Milímetros
mg	Miligramas
g	Gramas
kg	Quilogramas
>	Maior que
<	Menor que
$\geq$	Maior ou igual que
$\leq$	Menor ou igual que
$\pm$	Mais ou menos
+	Mais
ml	Mililitros
$^{\circ}\text{C}$	Graus Celsius
N	Newtons ou Mol
$\text{cm}^3/\text{g}^{-1}$	Centímetros cúbicos
seg	Segundos
~	Aproximadamente

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1 CARACTERÍSTICAS E RELEVÂNCIA SOCIOCULTURAL DA TEFF .....	16
2.2 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL.....	17
2.2.1 Proteínas e aminoácidos .....	17
2.2.2 Carboidratos .....	17
2.2.3 Lipídios.....	18
2.2.4 Vitaminas, minerais e compostos bioativos.....	18
2.3 PREPARAÇÕES A PARTIR DA FARINHA DE TEFF .....	19
2.4 BOLO .....	20
2.4.1 Características e mercado .....	20
2.4.2 Bolos preparados a partir de teff.....	21
2.5 DOENÇA CELÍACA E O GLÚTEN .....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	23
3.1 FORMULAÇÃO E ELABORAÇÃO DOS BOLOS .....	23
3.2 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA .....	25
3.2.1 Avaliação da composição química.....	25
3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA .....	27
3.3.1 Altura, peso, perda de peso, rendimento, volume aparente e específico.....	27
3.3.2 Cor da crosta e miolo.....	27
3.3.3 Textura.....	28
3.4 ANÁLISE SENSORIAL .....	28
3.5 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS .....	29
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	30

4.1 AVALIAÇÕES QUÍMICAS .....	30
4.1.1 Composição química .....	30
4.2 PARÂMETROS FÍSICOS.....	31
4.2.1 Altura, peso, perda de peso, rendimento, volumes aparente e específico.....	31
4.2.2 Cor e textura .....	34
4.3 ANÁLISE SENSORIAL .....	36
5 CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS .....	40
APÊNDICES .....	45

## 1 INTRODUÇÃO

Teff, ou também denominado tef, é um grão proveniente da planta *Eragrostis tef*, uma gramínea, classificada botanicamente pertencente ao gênero *Eragrostis*, família Poaceae e subfamília Chloridoideae. É uma planta nativa da Etiópia e Eritreia, existindo há mais de seis mil anos e sendo usada até os dias atuais para preparar a farinha usada como insumo para a *injera*: espécie de panqueca etíope fermentada (EL-ALFY et al., 2012; CHENG et al., 2015; ZHU, 2018).

Na Etiópia há uma vasta produção do cereal, cobrindo cerca de três milhões de hectares de terras cultivadas, sendo o cereal mais cultivado no país (CENTRAL STATISTICAL AGENCY OF ETHIOPIA, 2015). Seu principal uso é como alimento básico, porém os resíduos das plantas também são utilizados como forragem para animais ou como material de construção em casas de barro. Também é utilizado nos EUA, Austrália, Canadá, África do Sul e Quênia, na sua maior parte como forragem, assim como espessante em sopas, ensopados e molhos (EMMAMBUX E TAYLOR, 2013; CHENG et al., 2015; DABA, 2017).

Assefa et al. (2015) descrevem a variabilidade genética da teff, mencionando os benefícios que a gama de variedades da planta traz ao plantio: os grãos são mais tolerantes ao ataque de pragas no armazenamento e apresentam vários nutrientes em sua composição; é um cereal com ampla variabilidade genética em diferentes genótipos, sendo alguns mais tolerantes a condições ambientais adversas como a seca, solos mal drenados e solos ácidos. O autor também refere benefícios para a saúde dos indivíduos que consomem a teff.

O grão de teff se destaca por apresentar um perfil nutricional bastante rico, possuindo altos níveis de fibras dietéticas, baixo índice glicêmico, capacidade antioxidante e níveis significantes de minerais e vitaminas como fósforo, magnésio, potássio, cálcio, alumínio, ferro, cobre, zinco, boro, bário, tiamina e vitamina C (EL-ALFY et al., 2012; BAYE et al., 2014; GEBREMARIAM et al., 2014; BULTOSA, 2015; INGLETT et al., 2015; DAME, 2018; ZHU, 2018).

Em relação às proteínas, o grão de teff não possui nenhum epítipo estimulador de células T  $\alpha$ -gliadina,  $\gamma$ -gliadina e glutenina, assim como 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). Bergamo et al. (2011) obtiveram achados de que as proteínas de teff não apresentam atividade imune para a doença celíaca. Além disso, o grão apresenta um ótimo perfil de aminoácidos, com todos os oito aminoácidos essenciais para os seres humanos, assim como maiores níveis

de lisina e arginina quando comparada a outros cereais (EL-ALFY et al., 2012; BAYE et al., 2014; GEBREMARIAM, 2014; BULTOSA, 2015; ZHU, 2018).

Produtos assados sem glúten com componentes promotores de saúde, como: fibras, antioxidantes e minerais, assim como a otimização de formulações no âmbito tecnológico sensorial e funcional têm ganhado espaço nos últimos anos (TORRES et al., 2017). Nesse âmbito a teff se encaixa por possuir um bom perfil nutricional, mas estudos sobre a qualidade tecnológica e sensorial ainda são escassos. Fekadu et al. (2015) afirmam que o grão e a farinha de teff têm chamado atenção fora da Etiópia devido sua lista de benefícios para a saúde, sendo encontrados geralmente em lojas de produtos saudáveis e usados como alternativa de farinha sem glúten para biscoitos, pães e produtos de panificação no geral.

Desta forma, este estudo justifica-se pela necessidade de desenvolver um novo produto adicionado de um cereal com características nutricionais adequadas como alternativa a patologias que necessitem a isenção de glúten, assim como, descrever as características físicas, químicas e sensoriais do produto elaborado.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Avaliar as características físico-químicas e sensoriais de bolos sem glúten elaborados a partir de teff (*Eragrostis tef*) como alternativa para celíacos.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar e comparar entre si formulações de bolos com diferentes teores de teff;
- Analisar a composição química dos bolos elaborados;
- Analisar altura, peso, perda de peso, rendimento e volumes aparente e específico, cor da crosta e do miolo e textura dos bolos;
- Avaliar a aceitabilidade e intenção de compras dos bolos elaborados com teff.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 CARACTERÍSTICAS E RELEVÂNCIA SOCIOCULTURAL DA TEFF

A teff é um cereal que se acredita ter sido primeiramente domesticado nas terras altas do norte da Etiópia, onde é um dos principais grãos utilizados na alimentação (BAYE, 2014).

*Eragrostis tef* é uma espécie classificada taxonomicamente como do Reino Plantae, Ordem Poales, Família Poaceae, Subfamília Chloridoideae e Gênero Eragrostis (AKANSHA et al., 2018). Ainda, segundo El-Alfy et al. (2012) o grão da planta é extremamente pequeno (em média 1mm) e é classificado segundo sua cor que pode variar de branco a castanho escuro, dependendo de sua variedade.

Gebremariam et al. (2014) relatam que para fins comerciais as cores são: *netch* (branco), *qey* (vermelho/marrom) e *sergegna* (misto); referem também que o grão é sem casca. Akansha et al. (2018) citam também que para o teff branco é atribuído o nome de “magna”.

Bultosa (2007) analisou características físicas dos grãos de 13 variedades da planta, encontrando grãos extremamente pequenos com um comprimento médio de 1,17mm, largura média de 0,61mm e um peso de 0,264g a cada 100 grãos.

Emmabux e Taylor (2013), Cheng et al. (2017) e Daba (2017) discutem a produção, valores socioculturais e características do plantio do grão de teff no continente africano: este cereal prospera em condições adversas como as altas altitudes, solos áridos e semiáridos, calor, frio, seca e sob condições de chuva, onde milho, trigo e arroz não prosperam. É cultivado principalmente na Etiópia e Eritreia, possuindo altos preços de mercado e valores socioeconômicos; seu principal uso é na preparação do alimento básico na região: *injera*. Também é produzido nos EUA, Canadá, Austrália, África do Sul e Quênia, tendo fins de forragem, espessantes de sopas, ensopados e molhos. Goersch et al. (2019) citam ainda a presença do cultivo na Índia e mais recentemente, no Paraguai e no Brasil.

Na Etiópia, 80,76% da produção agrícola privada é de cereais, destes, o grão de teff corresponde a 24,03%, sendo o cereal mais cultivado no país (CSA, 2015).



## 2.2 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL

### 2.2.1 Proteínas e aminoácidos

A partir da análise de 13 variedades de grãos de teff, Bultosa (2007) achados demonstraram que a proteína do grão variava entre 8,7% a 11,1%, com média de 10,4%. Adebowale et al. (2011) também determinaram a porcentagem média de proteínas de três variedades de teff, encontrando valores semelhantes aos de Bultosa (2007), com uma média de 10,2 a 11,6%, ressaltando que os valores variam de acordo com as condições de cultivo. Os autores determinaram ainda que 11% das proteínas correspondiam a albuminas e globulinas, 22% a glutelinas e 40% a prolaminas. Desta forma, cabe ressaltar ainda que a maior parte das proteínas dos cereais geralmente corresponde a glutelinas e que apenas as chamadas gluteninas juntamente com as gliadinas correspondem ao glúten (GONZÁLEZ-PÉREZ E ARELLANO, 2009).

Ainda quanto às características das proteínas do grão, Spaenij-Dekking (2005) demonstrou a partir da análise de 14 variedades de teff a ausência de epítomos estimuladores de células T  $\alpha$ -gliadina,  $\gamma$ -gliadina e glutenina de baixo e alto peso molecular e a ausência de proteínas semelhantes ao glúten. Hopman et al. (2008) corroboram com isso, demonstrando que teff é frequentemente usado por indivíduos celíacos sem quaisquer problemas clínicos. Bergamo et al. (2011) em um estudo *in vitro* constataram, ainda, a partir de células T e culturas celulares duodenais que as proteínas do cereal não apresentam reação imune para a doença celíaca, confirmando sua segurança para pacientes com a patologia.

Ácido glutâmico, alanina, prolina, ácido aspartático, leucina e valina são os principais aminoácidos presentes no grão de teff. Metionina, fenilalanina e histidina são levemente superiores aos valores encontrados em outros cereais; já os valores de serina e glicina são inferiores. Lisina e arginina se mostram com valores superiores comparados a outros cereais (BULTOSA, 2015). Goersch et al. (2019) analisaram a composição da farinha de teff marrom, encontrando que o ácido glutâmico, a leucina, treonina, valina, alanina, fenilalanina, serina, lisina e arginina foram os aminoácidos mais abundantes, em ordem decrescente.

### 2.2.2 Carboidratos

Os grãos de teff possuem em sua composição majoritariamente carboidratos, Zhu

(2018) menciona em seu estudo que cerca de 70% da teff corresponde a amido e o teor de amilose varia de 20 a 30% da composição centesimal do grão. Da mesma forma, Shumoy e Raes (2017) revelaram teores de amido na faixa de 66 a 76% em cultivares da Etiópia.

Abebe e Ronda (2014) mostraram que a farinha de teff possui menor teor de carboidratos totais que a farinha de arroz e maior teor do que a farinha de trigo integral, possuindo uma faixa de 83g a 86g a cada 100g de farinha.

Em relação às fibras, a partir da análise de uma variedade de teff, Baye et al. (2014) obtiveram uma média de 9,8% de fibras no grão de teff e Bultosa (2007) a partir da análise de 13 variedades obteve uma média de 3,3%. Isso demonstra que conforme a variedade do vegetal, as fibras apresentam diferentes teores. Gebremariam et al. (2012) referem também um teor médio na base seca de 3%, excedendo a maioria dos cereais: trigo (2%), centeio (1,5%), arroz (0,6-1,0%) e sorgo (0,6%).

### **2.2.3 Lipídios**

Os teores de gordura em diferentes grãos de teff variam de 2,0% a 3,0%, com média de 2,3% (Bultosa, 2007).

Satheesh e Fanta (2017) relatam que o grão de teff contém teores mais baixos de lipídios (2,0 a 3,0% do peso total de grãos) quando comparado a outros cereais como milho, aveia (6,9%), milheto (4,2%) e sorgo (3,4%). Referem ainda que os grãos são ricos em ácidos graxos insaturados (72,46%).

Ainda conforme Zhu (2018), o teor de lipídios do grão de teff corresponde a cerca de 3,7% e a composição destes era principalmente de ácidos graxos livres insaturados (84%). O ácido linoleico teve uma variância de 24% a 50% e o ácido oleico de 29% a 32%. Essa variância foi relacionada aos diferentes métodos analíticos aplicados e a variedade de teff empregada.

### **2.2.4 Vitaminas, minerais e compostos bioativos**

Gebremariam et al. (2014) relatam que existem bons níveis de determinadas vitaminas, mencionando que a cada 100 gramas de grão, a teff possui: 88 mg de vitamina C, 2,5 mg de niacina, 8 equivalentes de retinol, 0,2 mg de riboflavina e 0,3 mg de tiamina, sendo esta última ligeiramente mais baixa que a presente no trigo (0,43 mg) e na cevada (0,37 mg).

Quanto ao teor de cinzas, Bultosa (2007) obteve com a análise de 13 variedades do

grão de teff, uma variação de 1,99% a 3,16%, com média de 2,45%. Por sua vez, Dame (2018), analisou duas variedades de grão de teff (branco e vermelho, sendo 5 amostras de cada variedade), detectando e quantificando um total de 44 elementos. Os minerais encontrados em maior abundância foram o potássio (1289 mg/kg), fósforo (99 mg/kg), cálcio (444 mg/kg), magnésio (543 mg/kg) e sódio (127 mg/kg). Dame (2018) ainda compara a concentração de ferro das variedades branca e vermelha (11 e 14 mg/kg, respectivamente) com as concentrações de ferro encontradas no trigo (15 mg/kg).

O grão de teff possui em seus extratos a presença de possíveis compostos bioativos, como o  $\beta$ -sitosterol e outros, que podem ter efeito anti-hiperlipidêmico e anti-hiperglicêmico (EL-ALFY et al., 2012). Também possui a presença de compostos fenólicos, como o ácido ferúlico, conhecidos por sua capacidade antioxidante (ZHU, 2018).

### 2.3 PREPARAÇÕES A PARTIR DA FARINHA DE TEFF

Fekadu et al. (2015) referem que há um interesse crescente em usar a teff com fins de beneficiar a saúde e como alternativa à farinha com glúten. Ela está sendo encontrada em estabelecimentos de alimentos saudáveis de diversos países. Dessa forma, esses autores investigaram nutricionalmente 18 formulações elaboradas com teff (barras proteicas, *muffins*, tortas, bolos, *cookies*, panquecas e entre outros), demonstrando que a maioria das preparações forneceu uma boa quantia de proteínas e carboidratos, dentre eles as fibras.

Do Nascimento et al. (2018) avaliaram em seu estudo substituições de algumas farinhas tradicionais pela farinha de teff em preparações culinárias, como *muffins* e biscoitos. Por exemplo, em *muffins*, quando a farinha de arroz era substituída pela farinha de teff houve diferenças significativas negativas na altura e dureza em *muffins* (substituição  $\geq 75\%$ ). Porém substituições de 50% de farinha de teff foram aceitáveis e demonstraram maiores níveis de proteínas, ferro, cálcio e fibras. Biscoitos sem glúten e biscoitos preparados com manteiga de amendoim foram comparados com biscoitos preparados com teff. Uma análise subjetiva não apresentou diferença significativa no sabor, gosto e aparência entre o controle e os biscoitos de teff, demonstrando que a farinha de teff pode ser uma boa alternativa para ser usada na preparação de biscoitos sem glúten (KENNEY et al., 2011)

Do Nascimento et al. (2018) mencionam ainda que a teff pode ser usada como um substituto para a farinha de trigo e outros cereais, incorporada em várias receitas e utilizada em alimentos para pessoas celíacas. A qualidade das preparações sem glúten, como o pão principalmente, dependerá da combinação de ingredientes, aditivos e do tipo de

processamentos utilizados.

Zhu (2018) corrobora com isso, referindo que vários produtos alimentares à base de teff foram desenvolvidos, a maioria sem glúten, com qualidade nutricional desejada, com teor de fibra dietética melhorada e menor índice glicêmico. Afirma ainda, que em comparação com o trigo, pães e massas para fins comerciais tendem a ter menor qualidade tecnológica. Para isso, aditivos e técnicas são desenvolvidas para melhorar qualidade textural e sensorial com determinado grau de sucesso.

Callejo et al. (2016), demonstraram que pães preparados a partir de misturas de farinha de trigo e teff apresentam características reológicas como: altura adequada durante a fermentação, porém depressão notável do volume após o cozimento – relacionando esse resultado com a escolha do programa de panificação inadequado, tendo esse desenvolvimento do pão influenciado na medição precisa do peso, volume, firmeza e elasticidade do miolo. Os mesmos autores apontam ainda que as farinhas de teff aparentam possuir amidos que necessitam temperaturas mais elevadas ou mais tempo para que ocorra a gelatinização total de toda a receita. Apontam que a alta relação superfície/volume é benéfica e garante altas temperaturas durante a gelatinização do centro da massa. Concluem que o efeito negativo da adição de farinha teff é esperado em pães fazendo-se necessária uma seleção cuidadosa da variedade de teff utilizada e protocolos de fabricação de pães ajustados que garantem a gelatinização adequada do amido na massa.

Alaunyte et al. (2012) analisaram como a incorporação de determinadas combinações de enzimas podem afetar as características de desenvolvimento de pães, assim como algumas características nutricionais que o pão preparado a partir da farinha de teff apresentou. Foi observado que pães enriquecidos com teff, acrescidos de combinações de enzimas como xilanase, amilase, glicose oxidase e lipase, apresentam melhoras no volume, firmeza e estrutura do miolo, sabor e aceitabilidade comparados aos pães que não foram acrescidos de enzimas. Um resultado interessante sobre o aspecto nutricional nos pães preparados com teff foi que eles possuíam cerca de três vezes mais ferro comparados aos pães preparados com farinha de trigo.

## 2.4 BOLO

### 2.4.1 Características e mercado

Segundo Melo et al. (2017) o bolo é um produto de confeitaria, cozido ou assado,

elaborado à base de farinha que pode ter açúcar, ovo, manteiga, óleo, leite, água ou suco de frutas, utilizando-se um agente químico para crescimento e maciez da massa. Os mesmos autores relatam que a qualidade do bolo é um atributo importante, que leva em consideração sua firmeza, textura, composição centesimal e sensorialidade. Os bolos possuem características tecnológicas como a leveza, fácil mastigação, textura porosa, sabor agradável e boa aceitação pelos consumidores.

Schamne et al. (2010) e Ikeda (2016) referem que o mercado brasileiro de bolos vem crescendo com muitas empresas ingressando nesse meio e que o consumo e a comercialização desse produto de panificação está adquirindo crescente importância – relatam ainda que o mercado brasileiro vem apresentando sinais de sofisticação, presença de produtos mais elaborados, inclusive com propostas mais saudáveis e inovadores, além de ser um produto amplamente aceito por consumidores de diferentes públicos.

O consumo de bolos e também de pães se destacam, ainda, em números – os dois produtos representaram cerca de 25 milhões de dólares em movimentação e cerca de 10 toneladas na exportação brasileira (MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS DO BRASIL, 2018).

#### **2.4.2 Bolos preparados a partir de teff**

Coleman et al. (2013) referem que com a produção de bolos elaborados a partir de teff não se teve a obtenção de produtos satisfatórios: com aumento da porcentagem de teff na receita obteve-se diminuição do volume da massa e maior escurecimento do bolo. A uniformidade e a simetria não foram alteradas. Os mesmos autores mencionam que normalmente os consumidores buscam bolos com um miolo mais leve, amarelo ou branco, e sem branqueamento, a teff não atende a essa expectativa.

Tess et al. (2015) examinaram em seu estudo os efeitos da substituição da farinha de arroz com farinha de teff a 25%, 50%, 75% e 100% nas características físicas, sensoriais e texturais de *muffins*. As receitas com maior porcentagem de teff apresentaram maior dureza, baixa aceitabilidade na análise sensorial e menor elasticidade. Substituições de até 50% de farinha de arroz por teff foram aceitáveis e produziram *muffins* mais nutritivos (maiores níveis de proteína, ferro, cálcio e fibras).

O uso da farinha de teff em bolos justifica-se pelo aumento da demanda de utilização de farinhas sem glúten ao passo que celíacos e intolerantes ao glúten são diagnosticados; isso é confirmado por Witczak et al. (2016) – constatam que muitas doenças em que a eliminação

do glúten resulta em melhoria da saúde, assim como a tendência para eliminá-lo de uma dieta de pessoas preocupadas com a saúde e aparência, têm causado influência direta sobre o mercado de produtos sem glúten.

Smith (2018) afirma que com o crescente aumento do mercado livre de glúten, é imperativo que os produtos tenham características sensoriais e texturais aceitáveis e semelhantes ao produto contendo glúten, citando a teff como alternativa aos produtos com glúten.

## 2.5 DOENÇA CELÍACA E O GLÚTEN

A Doença Celíaca pode ser definida como uma doença autoimune e crônica que afeta o intestino delgado de crianças e adultos geneticamente predispostos, sendo desencadeada pela exposição ao glúten - proteína formada principalmente por gliadinas e gluteninas, presente no trigo, centeio e cevada e seu tratamento consiste na total retirada durante toda vida de alimentos que possuam glúten (WGO, 2016; BRASIL, 2015).

Segundo Jabri e Sollid (2006) a patologia consiste em um distúrbio intestinal inflamatório caracterizado por atrofia vilositária, que é uma atrofia causada pela destruição de enterócitos com remodelação do tecido, aumento no número de linfócitos no epitélio e lâmina própria intestinal, assim como a presença de autoanticorpos direcionados contra a enzima transglutaminase tecidual e uma resposta T CD4+ intestinal específica para o glúten.

A prevalência mundial de pessoas com doença celíaca corresponde a cerca de 1% e no Brasil atinge cerca 1,66 pessoas a cada mil habitantes (WGO, 2016). Singh et al. (2018) afirmam que globalmente a prevalência aumenta com o passar dos anos: de 0,6% em 1991 para 2000 para 0,8% entre 2001 e 2016.

Pelo fato de a doença celíaca apresentar esse caráter crônico o único tratamento atualmente ainda é a total retirada dos alimentos que contém glúten pelo resto da vida (BICUDO et al., 2013; WGO, 2016). De acordo com Santos et al. (2018) o glúten é um polipeptídeo existente no trigo, centeio, cevada e aveia e subdivide-se em duas frações de acordo com a solubilidade: glutenina e gliadina, sendo estas relativamente resistentes às enzimas digestivas, o que pode resultar uma resposta imunogênica.

O glúten é o principal responsável pelas propriedades visco elásticas de massas (DEMIRKESEN et al., 2010). Conforme Wieser (2007) ele é a proteína responsável por desempenhar um papel fundamental na qualidade de produtos assados, conferindo a capacidade de aumentar a absorção de água, coesão, viscosidade e elasticidade da massa.

Scheuer et al. (2011) afirmam que a porção do glúten que confere viscosidade se deve pela ação plastificante da gliadina e da glutenina, que gera resistência a ruptura da massa.

Araújo et al. (2010) relatam que a funcionalidade das proteínas do glúten determina características importantes na aceitação dos alimentos, afetando significativamente sua qualidade sensorial.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Trata-se de um estudo experimental com desenvolvimento de formulações de bolos a partir de farinha de teff. No Laboratório de Técnica Dietética de Nutrição – Faculdade de Medicina (FAMED) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) foram realizados testes preliminares, ajustes para definição e formulação dos bolos, e ainda, algumas análises físicas e sensoriais. No Laboratório de Compostos Bioativos no Instituto de Ciência e Tecnologia dos Alimentos (ICTA) da UFRGS foram realizadas outras análises físicas e químicas.

#### **3.1 FORMULAÇÃO E ELABORAÇÃO DOS BOLOS**

Os ingredientes para elaboração dos bolos foram adquiridos no comércio local da cidade de Porto Alegre – Rio Grande do Sul (farinhas de teff e arroz, fécula de mandioca, açúcar refinado, ovos brancos, óleo de soja, cacau em pó, fermento químico e goma xantana).

As formulações dos bolos foram definidas após os testes preliminares até a obtenção final de quatro formulações que tiveram potencial promissor para serem avaliadas neste estudo: Tratamento 1 (T1) com 100% de farinha de teff; Tratamento 2 (T2) com 75% de farinha de teff, 12,5% de farinha de arroz e 12,5% de fécula de mandioca; Tratamento 3 (T3) com 50% farinha de teff, 25% de farinha de arroz e 25% de fécula de mandioca e Tratamento 4 (T4) com 25% farinha de teff, 37,5% de farinha de arroz e 37,5% de fécula de mandioca. A formulação dos bolos é apresentada, abaixo, na Tabela 1.

**Tabela 1** - Formulação dos bolos elaborados a partir de teff

Ingredientes	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Farinha de teff (g)	100	75	50	25
Farinha de arroz (g)	-	12,5	25	37,5
Fécula de mandioca (g)	-	12,5	25	37,5
Goma xantana (g)	2	2	2	2
Cacau em pó (g)	30	30	30	30
Açúcar refinado (g)	80	80	80	80
Óleo de soja (ml)	10	10	10	10
Fermento químico (g)	10	10	10	10
Água a 25°C (ml)	130	130	130	130
Ovo branco (g)	96	96	96	96

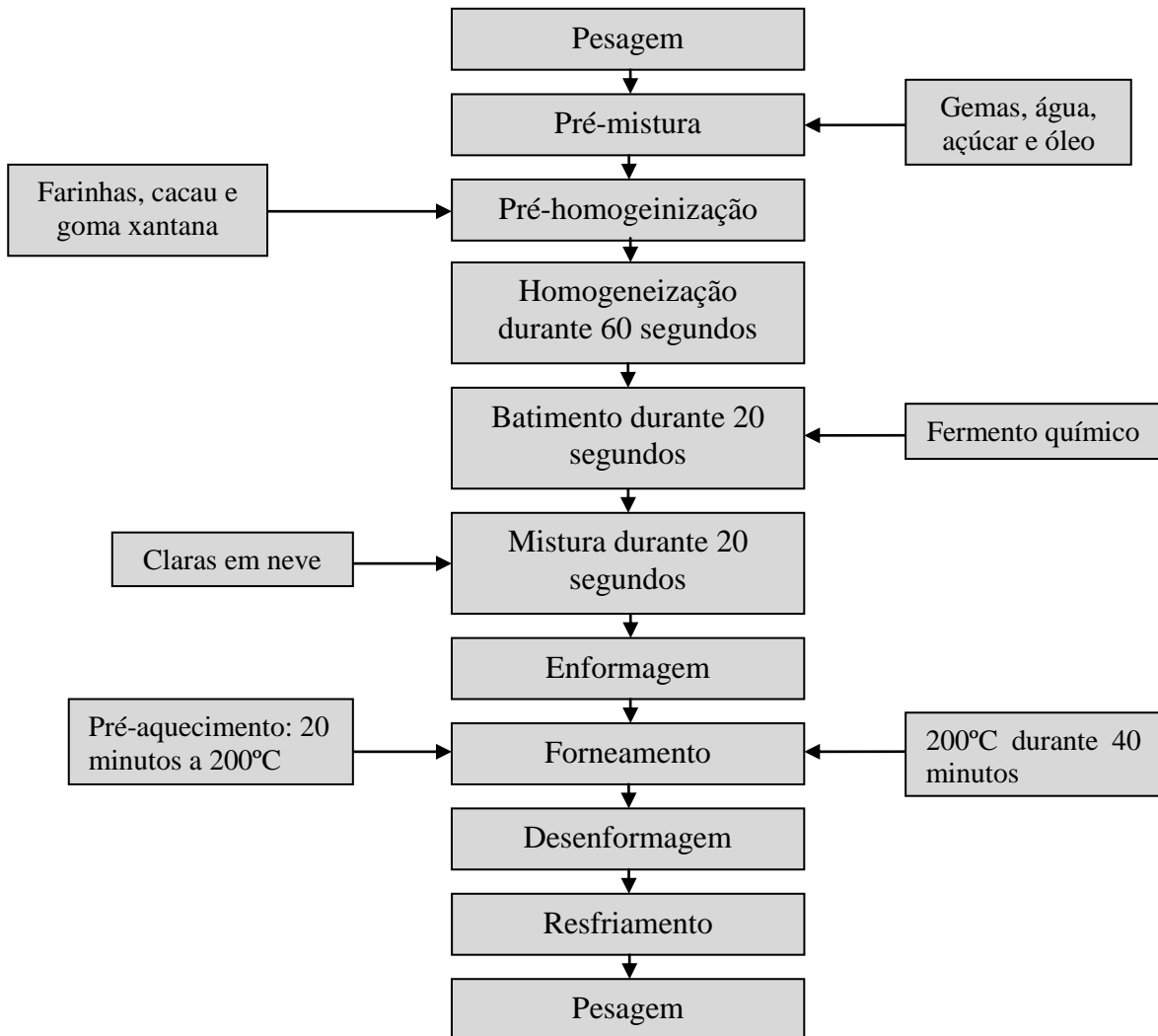
Todos os ingredientes foram previamente pesados em uma balança digital centesimal (0,01G) UNIBLOC - MARCA SHIMADZU® - modelo UX-6200H. O forno foi pré-aquecido por 20 minutos a 200°C para que atingisse temperatura constante.

A preparação do bolo pode ser acompanhada através do Fluxograma de elaboração dos bolos elaborados a partir de teff (Figura 1), adaptada de Dos Santos e Boêno (2016).

A gema dos ovos, óleo de soja, água em temperatura ambiente e o açúcar foram primeiramente homogeneizados manualmente com auxílio de utensílio em recipiente de plástico. As claras dos ovos foram batidas em batedeira separadamente e reservadas. As farinhas juntamente com o cacau e a goma xantana foram peneiradas e misturadas à primeira mistura de ingredientes molhados e logo após foram misturados o fermento químico e as claras batidas em neve de forma delicada. Formas redondas de 20 centímetros de diâmetro, untadas com óleo de soja, foram preenchidas com a massa dos tratamentos e cozidas a 200° C durante 40 minutos num forno pré-aquecido.



**Figura 1** - Fluxograma de elaboração dos bolos elaborados a partir de teff



Fonte: adaptado de Dos Santos e Boêno (2016).

## 3.2 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA

### 3.2.1 Avaliação da composição química

As determinações químicas foram realizadas nas formulações dos bolos após o forneamento, todas em triplicata, conforme a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

A umidade foi determinada por método gravimétrico com emprego do calor em estufa a 105 °C até atingir peso constante. Neste método, a amostra foi homogeneizada e macerada. A cápsula foi previamente seca em estufa e após isso colocada em dessecador para esfriar, assim como foi pesada em balança digital analítica (0,0001g) UNIBLOC - MARCA

SHIMADZU® - modelo AY-220, e após teve seu peso tarado. A amostra já macerada foi colocada nas cápsulas e dessecada. A umidade foi determinada a partir da perda de peso após o método com emprego do calor.

O teor de cinzas também foi determinado por método gravimétrico, avaliando-se a perda de peso do material submetido ao aquecimento em mufla a 550 °C, em triplicata. Neste método, os cadinhos utilizados foram previamente calcinados em mufla e resfriados em dessecador, sendo os mesmos pesados e tarados. Após, 1g de amostra foi pesada, queimada até obtenção de cor carvão e colocada em mufla até a completa destruição da matéria orgânica, com a obtenção de peso constante. Após, a amostra foi esfriada em dessecador e pesada em balança digital analítica (0,0001g) UNIBLOC - MARCA SHIMADZU® - modelo AY-220.

Os lipídios totais foram determinados pelo método Soxhlet, por extração com solvente orgânico e o auxílio do aparelho extrator do tipo Soxhlet. Nos cartuchos de Soxhlet foram adicionados tubos de papel filtro com as amostras, cobertos com algodão. Os copos de Soxhlet foram previamente desumidificados em estufa, pesados em balança analítica, adicionados de 95mL de éter de petróleo e levados ao aparelho de extrator. Após o processo de extração, a amostra foi levada à estufa para evaporação final do éter de petróleo e ao dessecador para resfriamento e pesagem.

O teor de proteína bruta foi quantificado por meio do teor de nitrogênio total da amostra mediante destilação em aparelho Kjeldahl, utilizando-se o fator de conversão de nitrogênio para proteína de 5,70. Utilizou-se 0,5g de amostra, 5g de mistura catalítica, 20mL de ácido sulfúrico e foi realizada a digestão à 400°C em tubos de Kjeldahl até obtenção de cor azulada de amostra. Após esse procedimento foi realizada a destilação, na qual foi adicionada 60mL de ácido bórico 4%, água destilada e indicador de Tashiro no Erlenmeyer. Em seguida, foi realizada titulação do produto final com ácido sulfúrico a 0,1N e o volume usado foi aferido para mensurar o nitrogênio total.

Os carboidratos totais que incluem a fração da fibra alimentar foram determinados por meio de cálculo teórico (por diferença), segundo a equação estimativa: % Carboidratos = 100 – (% umidade + % lipídios + % proteína bruta + % fração de cinza), conforme os métodos utilizados na tabela de composição de alimentos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2017).

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

As quatro amostras de massa dos bolos tiveram seu peso, altura, volume, cor e textura previamente e posteriormente ao forneamento analisados. As avaliações foram realizadas em triplicata para obtenção de resultados.

#### 3.3.1 Altura, peso, perda de peso, rendimento, volume aparente e específico.

As análises físicas foram realizadas em triplicata nos bolos, antes e após o forneamento, para avaliar o peso e a altura.

A determinação da altura da massa do bolo foi realizada pela medição com uma régua da altura inicial pré-forneamento e pós-forneamento, sendo a altura medida no centro e em cada lado do bolo.

Para a mensuração do peso, foi mensurado o peso da forma utilizada para o forneamento do bolo. Em seguida, a massa crua já acondicionada na forma, foi pesada em uma balança digital centesimal (0,01g) UNIBLOC - marca Shimadzu® - Quioto/Japão (modelo UX-6200H), sendo descontado o valor do peso da forma. O mesmo procedimento foi realizado com a massa já cozida, conforme Guimarães et al. (2010). A perda de peso foi determinada pela diferença entre os pesos pós-forneamento e pré-forneamento (GUIMARÃES et al., 2010).

O rendimento foi determinado a partir do valor do peso da preparação pronta, pós-forneamento dividido pelo peso da preparação crua, pré-forneamento (GUIMARÃES et al., 2010).

O volume aparente das amostras foi definido a partir do método de deslocamento de sementes de painço (PIZZINATTO et al., 1993). A amostra foi depositada em um béquer e as sementes de painço despejadas com auxílio de um funil até que ocorresse o transbordamento e a completa deposição do painço, sendo o painço excedente aferido em uma proveta. O volume específico foi determinado pelo cálculo do volume aparente sobre o peso da amostra. Todas as avaliações descritas foram realizadas em triplicata.

#### 3.3.2 Cor da crosta e miolo

A cor do miolo e da crosta dos bolos foi mensurada durante o dia, no interior de uma sala iluminada com lâmpadas fluorescentes, por colorímetro da marca Konica Minolta® -

Osaka/Japão (modelo Chrona Meter CR400). O sensor do aparelho foi colocado de forma que o feixe de luz incidisse na sua totalidade sobre as amostras. Esse aparelho possibilita a identificação do espectro de cores, em um sistema tridimensional, sendo que o eixo vertical, “L”, se refere à cor da amostra do preto ao branco; o eixo “a”, da cor verde ao vermelho; e o eixo “b” da cor azul ao amarelo. O eixo L varia de 0 a 100, sendo os valores acima de 50, as amostras mais claras, abaixo de 50 amostras mais escuras. O parâmetro +a\* indica amostras na região do vermelho e -a\* coloração verde. O parâmetro +b\* indica amarelo enquanto -b\* amostra com coloração azul. Todas as leituras foram realizadas em triplicata.

### 3.3.3 Textura

Para verificar parâmetros de textura foi utilizado um texturômetro da marca Stable Micro Systems® - Londres/Reino Unido (modelo TA.XT plus) e *probe* cilíndrico com raio de 36 milímetros (código P/36R). A firmeza, definida como a força máxima de pico durante o primeiro ciclo de compressão, foi medida pela penetração das amostras, sendo a força máxima determinada no primeiro ciclo de compressão e definida a partir das seguintes condições: texturômetro cilíndrico, velocidade máxima de teste de 4,0mm/s; velocidade mínima de teste de 0,01mm/s distância de ruptura de 0.001mm. Foram determinadas também a elasticidade que é definida pela altura que o alimento recupera durante o tempo que decorre entre o final do primeiro ciclo e o início do segundo ciclo, a coesividade calculada a partir da razão entre a força positiva durante a segunda compressão e a da primeira compressão, representando a força das ligações internas que compõem o corpo do bolo e a mastigabilidade obtida através do produto de firmeza, coesividade e elasticidade, sendo definida como a energia necessária para mastigar um alimento sólido até um estado pronto para ser engolido (SZCZESNIAK, 2001; TESS et al., 2015).

## 3.4 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Técnica Dietética de Nutrição – FAMED da UFRGS sendo 60 avaliadores não treinados de ambos os sexos, com idade entre 18 e 50 anos, recrutados de forma aleatória e voluntária nas dependências da FAMED - UFRGS, mediante convites realizados através de cartazes (APÊNDICE 1) afixados nas dependências da faculdade e via mídias sociais, mediante convites realizados através de cartaz (APÊNDICE 2). Eram esperados no mínimo 52 indivíduos de acordo com cálculo amostral

sugerido pelo Núcleo de Assessoria Estatística-NAE/UFRGS, o qual leva em consideração a análise de variância, probabilidade do erro (5%) e o desvio padrão. Os avaliadores assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE 3) após terem recebido informações detalhadas das preparações e dos procedimentos.

As amostras foram oferecidas em pratos descartáveis brancos, codificadas com números de três dígitos aleatórios. Para cada avaliador foi fornecido uma fatia de aproximadamente 10 gramas de cada formulação, juntamente com uma ficha de avaliação sensorial dos pães e um copo de água para limpeza das papilas gustativas. A ficha constava de escala hedônica, variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo) pontos, para avaliar os atributos: aparência, cor, textura, sabor, odor e aceitação global (APÊNDICE 4). Os bolos também foram avaliados quanto à intenção de compra dos avaliadores. Cada avaliador recebeu a ficha com a escala de 5 pontos, variando de 1 (Certamente não compraria) a 5 (Certamente compraria) para analisar cada uma das amostras (APÊNDICE 5).

Para o cálculo do Índice de Aceitabilidade (I.A) de cada preparação, foi utilizada a seguinte expressão (TEIXEIRA et al., 1987):  $IA (\%) = A \times 100/B$  (1) Em que: A = nota média obtida para o produto; B = nota máxima dada ao produto.

### 3.5 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Esse estudo foi submetido aos Comitês de Pesquisa da FAMED - UFRGS e Comitê de Ética da UFRGS e somente após aprovação sob CAAE: 63481317.0.0000.5347 foi iniciado, de acordo com a Resolução 466/2012 do CNS. Foi garantido aos participantes o sigilo de suas identificações, bem como o direito de participação na pesquisa através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o qual esclareceu os objetivos do trabalho e salientou que os dados obtidos são sigilosos e apenas utilizados para fins de estudo.

### 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos foram avaliados através de análise de variância, sendo a comparação das médias realizada por ANOVA seguida do teste de Tukey. Os resultados das análises foram calculados com o nível de significância de 5% de probabilidade de erro ( $p \leq 0,05$ ), no programa no software estatístico ESTAT versão 2.0.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 AVALIAÇÕES QUÍMICAS

#### 4.1.1 Composição química

Os resultados encontrados nas análises químicas das quatro formulações de bolos com diferentes porcentagens de teff estão discriminados na Tabela 2.

Em relação à umidade, apenas T3 e T4 não apresentaram diferença estatística significativa entre si ( $p>0,05$ ). O bolo T2 apresentou maior umidade (41,59%), seguido de T4 (38,34%) e de T3 (38,29%), enquanto T1, elaborado com 100% de teff, apresentou o menor teor de umidade (36,30%).

Segundo Man et al. (2014), um alto nível de umidade pode indicar vida curta de prateleira, assim como, propiciar o crescimento microbiano e levar o produto à deterioração. Para Pereira et al. (2002), a umidade é fator preponderante que sujeita alimentos à deterioração microbiana: a baixa umidade favorecerá o desenvolvimento de fungos, enquanto um aumento abre portas para bactérias e leveduras. A Resolução nº 90 da Anvisa recomenda valores máximos de 38% de umidade para produtos de panificação (BRASIL, 2000). Dessa forma, todos os tratamentos com exceção do T2, estariam adequados quanto à umidade.

Em relação às cinzas, houve diferença estatística significativa ( $p<0,05$ ) entre os tratamentos, com exceção para T3 que não diferiu de T2 e T4. O bolo T1 foi o que obteve a maior média (4,23%), seguido de T2 (3,94%), T3 (3,88%) e T4 (3,72%). Observa-se dessa forma que à medida que a porcentagem da farinha de teff aumenta, o mesmo acontece com as cinzas. O mesmo se observa em um estudo no qual a incorporação de 30% de farinha de teff à farinha de trigo na produção de pães ocasionou em um aumento das cinzas de 0,52% para 1,15% (HOFMANOVÁ, HRUŠKOVÁ e ŠVEC et al., 2014).

Para lipídios, nenhum tratamento apresentou diferença estatística significativa, tendo as médias variado de 7,74% a 7,84%. Alaunyte et al. (2012) também não encontraram diferença estatística no teor de lipídios ao compararam pães de farinha de trigo com pães de 70% farinha de trigo e 30% farinha de teff.

Quanto ao teor proteico, os bolos T1, T2, T3 e T4 apresentaram, respectivamente, médias de 8,64%, 8,54%, 8,33% e 7,92%, não apresentando diferença estatística significativa ( $p>0,05$ ) entre si. O bolo com 100% teff apresentou maior média e o bolo com 25%, menor média. O presente estudo vai ao encontro de Alaunyte et al. (2012) que não obtiveram um

aumento de proteínas em pães com teores de até 30% de farinha de teff. Por outro lado, Hofmanová, Hrušková e Švec et al. (2014) tiveram um aumento de 10,7% para 13,1% do teor proteico em pães com a incorporação de 30% da farinha de teff marrom junto à farinha de trigo. Tanto Alaunyte et al. (2012), como Hofmanová, Hrušková e Švec et al. (2014) obtiveram esses resultados ao comparar as preparações com a incorporação de teff à um controle com base de farinha de trigo branca – sendo que no presente estudo não se teve um controle de farinha de trigo, sendo as farinhas de arroz e de mandioca as incorporadas à teff.

Em relação aos carboidratos totais, que incluem a porcentagem de fibras, apenas o tratamento T2 diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) dos outros tratamentos, apresentando menor média.

**Tabela 2-** Composição química pós-forneamento dos bolos elaborados a partir de teff

Parâmetros (%)	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
<b>Umidade</b>	36,30 ± 0,58 <sup>c</sup>	41,59 ± 0,81 <sup>a</sup>	38,29 ± 0,38 <sup>b</sup>	38,34 ± 0,23 <sup>b</sup>
<b>Cinzas</b>	4,23 ± 0,05 <sup>a</sup>	3,94 ± 0,02 <sup>b</sup>	3,88 ± 0,08 <sup>bc</sup>	3,72 ± 0,07 <sup>c</sup>
<b>Lipídios</b>	7,74 ± 0,09 <sup>a</sup>	7,76 ± 0,08 <sup>a</sup>	7,80 ± 0,51 <sup>a</sup>	7,84 ± 0,24 <sup>a</sup>
<b>Proteínas</b>	8,64 ± 0,53 <sup>a</sup>	8,54 ± 0,65 <sup>a</sup>	8,33 ± 0,85 <sup>a</sup>	7,92 ± 0,21 <sup>a</sup>
<b>Carboidratos</b>	43,09 ± 0,95 <sup>a</sup>	38,16 ± 1,45 <sup>b</sup>	41,69 ± 0,84 <sup>a</sup>	42,08 ± 0,45 <sup>a</sup>

Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não apresentam diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ).

T1: Bolo 100% teff; T2: Bolo 75% teff + fécula de mandioca (12,5%) + farinha de arroz (12,5%); T3: Bolo 50% teff + fécula de mandioca (25%) + farinha de arroz (25%); T4: Bolo 25% teff + fécula de mandioca (37,5%) + farinha de arroz (37,5%).

Resultados expressos em base seca.

## 4.2 PARÂMETROS FÍSICOS

### 4.2.1 Altura, peso, perda de peso, rendimento, volumes aparente e específico

Os resultados dos parâmetros físicos das quatro formulações dos bolos antes e após o forneamento estão apresentados na Tabela 3.

Em relação à altura pré-forneamento, o bolo de tratamento T3 foi o que apresentou maior média, seguido do bolo de tratamento T4. Essas médias maiores podem estar relacionadas a uma maior incorporação de ar pela maior concentração de outras farinhas além da teff.

Ainda em relação à altura pré-forneamento, os bolos de tratamento T1 e T2 não apresentaram

diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ) entre si, mas apresentaram diferença em relação a T3, enquanto que T4 não diferiu estatisticamente dos bolos de tratamento T1, T2 e T3.

Em relação aos resultados de altura pós-forneamento, peso pré-forneamento, peso pós-forneamento, perda de peso e rendimento não foram observadas diferenças estatísticas significativas ( $p > 0,05$ ) entre todos os tratamentos. Este resultado demonstra crescimento e perdas de peso uniformes em todos os bolos, sugerindo que um aumento na porcentagem de teff possivelmente não promoveria alterações nestes parâmetros. Minarovičová et al. (2019) referem que a perda de peso é um parâmetro importante a ser levado em consideração para que o produto final desejado possa ter um peso definido. Os mesmos autores observaram que o aumento da porcentagem de farinha de teff em seus *muffins* causou uma menor perda de peso, sendo que o tratamento com a maior porcentagem de teff, definida como 75%, teve diferença estatística significativa menor que os outros tratamentos. Dessa forma, observam-se resultados que divergem do presente estudo: os pesos homogêneos encontrados no mesmo podem ter relação às quantidades equivalentes em gramas de farinhas e outros ingredientes.

Para volumes aparente e específico, o tratamento T4 foi o que apresentou as maiores médias, enquanto que o T2 teve a menor média, diferindo estatisticamente ( $p < 0,05$ ) de T4. As formulações T1 e T3 não diferiram estatisticamente de T2 e T4, assim como entre si.

Para Coleman et al. (2013) o aumento da porcentagem da farinha de teff em pães e bolos gerou, de um modo geral, uma redução do volume das amostras de bolos. Tess et al. (2015) também observaram que conforme aumentaram a quantidade de teff, obtiveram menores volumes em *muffins*. A mesma relação não foi observada no presente estudo, pois o volume não diminuiu à medida que se aumentou as porcentagens de teff. Com tal característica, o aumento ou a diminuição de volume não pôde ser relacionado com a porcentagem de teff adicionada aos bolos, nem às outras farinhas adicionadas em T2, T3 e T4. O método de deslocamento por sementes de painço pode não ter sido o mais adequado para mensurar volume dos bolos elaborados com teff, pois os mesmos apresentaram alvéolos em que as sementes se depositaram.



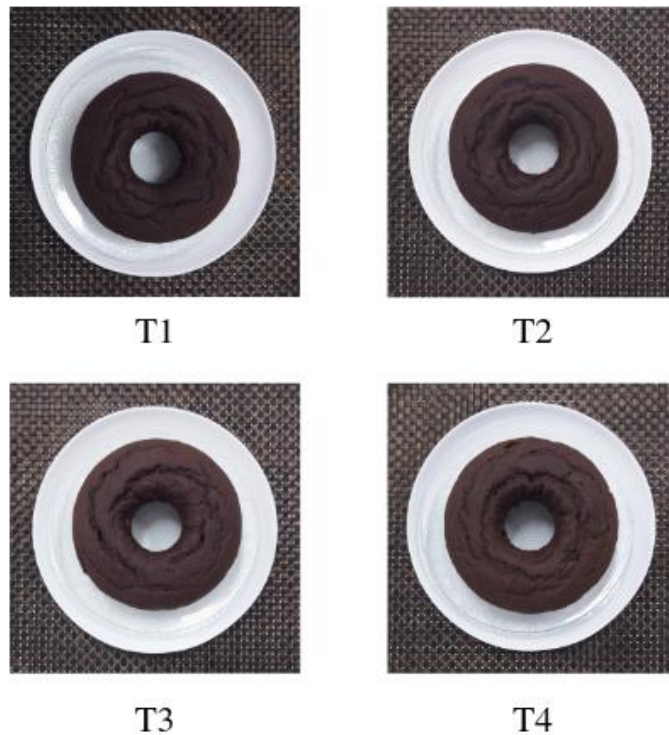
**Tabela 3** - Parâmetros físicos pré e pós-forneamento dos bolos elaborados a partir de teff

Parâmetros	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Altura pré-forneamento (cm)	2,00 ± 0,05 <sup>b</sup>	2,07 ± 0,05 <sup>b</sup>	2,47 ± 0,05 <sup>a</sup>	2,27 ± 0,20 <sup>ab</sup>
Altura pós-forneamento (cm)	5,07 ± 0,23 <sup>a</sup>	5,43 ± 0,35 <sup>a</sup>	5,47 ± 0,05 <sup>a</sup>	5,50 ± 0,10 <sup>a</sup>
Peso pré-forneamento (g)	445,61 ± 9,7 <sup>a</sup>	440,77 ± 13,7 <sup>a</sup>	429,71 ± 3,1 <sup>a</sup>	438,73 ± 12,4 <sup>a</sup>
Peso pós-forneamento (g)	396,41 ± 10,6 <sup>a</sup>	384,75 ± 16,9 <sup>a</sup>	380,07 ± 3,9 <sup>a</sup>	391,78 ± 15,7 <sup>a</sup>
Perda de peso (%)	11,05 ± 0,44 <sup>a</sup>	12,73 ± 1,20 <sup>a</sup>	11,51 ± 0,35 <sup>a</sup>	10,64 ± 1,10 <sup>a</sup>
Rendimento (%)	88,95 ± 0,43 <sup>a</sup>	87,27 ± 1,20 <sup>a</sup>	88,44 ± 0,32 <sup>a</sup>	89,28 ± 1,07 <sup>a</sup>
Volume aparente (cm <sup>3</sup> )	38,33 ± 7,63 <sup>ab</sup>	26,66 ± 5,77 <sup>b</sup>	35,00 ± 5,00 <sup>ab</sup>	46,66 ± 11,54 <sup>a</sup>
Volume específico (cm <sup>3</sup> /g <sup>-1</sup> )	3,01 ± 0,45 <sup>ab</sup>	2,37 ± 0,16 <sup>b</sup>	3,33 ± 0,27 <sup>ab</sup>	4,05 ± 0,61 <sup>a</sup>

Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não apresentam diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ).

T1: Bolo 100% teff; T2: Bolo 75% teff + fécula de mandioca (12,5%) + farinha de arroz (12,5%); T3: Bolo 50% teff + fécula de mandioca (25%) + farinha de arroz (25%); T4: Bolo 25% teff + fécula de mandioca (37,5%) + farinha de arroz (37,5%).

Na Figura 2 observam-se as fotos das amostras dos bolos preparados no Laboratório de Técnica Dietética da FAMED e que foram usados para as análises físicas.

**Figura 2** - Amostra dos bolos elaborados para as análises físicas

#### 4.2.2 Cor e textura

Os parâmetros de cor analisados após o forneamento podem ser observados na Tabela 4.

O parâmetro de luminosidade para a cor do miolo, assim como os parâmetros  $a^*$  e  $b^*$  do miolo não apresentaram diferença estatística significativa ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos. Todas as médias em relação ao eixo vertical “L” ficaram abaixo de 50, caracterizando amostras escuras. O parâmetro  $a^*$  para o miolo apresentou médias positivas caracterizando amostras com coloração vermelha e o parâmetro  $b^*$  para o miolo também apresentou médias positivas, indicando amostras com coloração amarela.

Em relação à luminosidade (“L”) da crosta apenas observou-se diferença estatística significativa entre os tratamentos T3 (26,77) e T1 (24,29), sendo que T3 apresentou a maior média entre os tratamentos.

Coleman et al. (2013) observaram que o valor de “L” diminuiu tanto na crosta como no miolo à medida que se aumentava a porcentagem de teff, sugerindo que o aumento de farinha de teff caracteriza bolos com cor mais escura. Minarovičová et al. (2019) também detectaram menor luminosidade e *muffins* com maior quantidade de farinha de teff (50% e 75%). No presente estudo detectou-se menor luminosidade de crosta no bolo com 100% farinha de teff e no miolo não se identificou diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos, o que sugere que o cacau possa ter mascarado os efeitos exclusivos da farinha de teff sob a luminosidade dos bolos.

No parâmetro  $a^*$ , a crosta do tratamento T1 (6,64) apresentou menor valor para coloração vermelha ( $a^*$ ), com diferença estatística significativa dos demais, enquanto T2 (8,05), T3 (7,69) e T4 (8,52) apresentaram maior intensidade de vermelho.

O parâmetro  $b^*$  para a crosta demonstrou amarelo mais intenso no tratamento T4 (10,36), com diferença estatística significativa para T1 (6,90) e T3 (7,90), sendo que T2 (8,56) não diferiu estatisticamente com nenhum tratamento.

**Tabela 4 - Parâmetros de cor e textura dos bolos elaborados a partir de teff**

Parâmetros	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
<b>Cor Miolo</b>				
Luminosidade	22,29 ± 0,43 <sup>a</sup>	23,21 ± 0,07 <sup>a</sup>	24,17 ± 1,74 <sup>a</sup>	24,74 ± 1,77 <sup>a</sup>
a*	10,09 ± 0,15 <sup>a</sup>	10,32 ± 0,29 <sup>a</sup>	9,94 ± 0,45 <sup>a</sup>	9,98 ± 0,33 <sup>a</sup>
b*	15,31 ± 0,13 <sup>a</sup>	15,53 ± 0,91 <sup>a</sup>	15,12 ± 0,93 <sup>a</sup>	15,12 ± 0,60 <sup>a</sup>
<b>Cor Crosta</b>				
Luminosidade	24,29 ± 0,53 <sup>b</sup>	25,95 ± 0,80 <sup>ab</sup>	26,77 ± 0,40 <sup>a</sup>	26,22 ± 1,21 <sup>ab</sup>
a*	6,64 ± 0,38 <sup>b</sup>	8,05 ± 0,64 <sup>a</sup>	7,69 ± 0,21 <sup>a</sup>	8,52 ± 0,19 <sup>a</sup>
b*	6,90 ± 0,32 <sup>b</sup>	8,56 ± 1,31 <sup>ab</sup>	7,90 ± 0,39 <sup>b</sup>	10,36 ± 0,59 <sup>a</sup>
<b>Textura</b>				
Firmeza crosta (N)	0,45 ± 0,10 <sup>a</sup>	0,39 ± 0,14 <sup>a</sup>	0,26 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,24 ± 0,03 <sup>a</sup>
Firmeza miolo (N)	8,78 ± 1,98 <sup>a</sup>	5,12 ± 0,67 <sup>b</sup>	4,68 ± 0,42 <sup>b</sup>	3,85 ± 0,47 <sup>b</sup>
Elasticidade (mm)	1,03 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,01 ± 0,05 <sup>a</sup>	1,08 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,05 ± 0,04 <sup>a</sup>
Coabilidade (g.sec)	0,62 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,62 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,70 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,69 ± 0,03 <sup>a</sup>
Mastigabilidade (N.mm)	5,57 ± 0,90 <sup>a</sup>	3,19 ± 0,04 <sup>b</sup>	3,55 ± 0,37 <sup>b</sup>	2,80 ± 0,54 <sup>b</sup>

Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não apresentam diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ).

T1: Bolo 100% teff; T2: Bolo 75% teff + fécula de mandioca (12,5%) + farinha de arroz (12,5%); T3: Bolo 50% teff + fécula de mandioca (25%) + farinha de arroz (25%); T4: Bolo 25% teff + fécula de mandioca (37,5%) + farinha de arroz (37,5%).

Os resultados de textura dos bolos pós-forneados estão discriminados na Tabela 4.

Para firmeza da crosta dos bolos não se evidenciou diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos avaliados.

Em relação à firmeza do miolo, apenas o tratamento T1 apresentou diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ) em relação aos outros tratamentos. Tess et al. (2015) obtiveram resultados relativamente semelhantes: o tratamento de bolo do tipo *muffins* elaborado com maior porcentagem de teff (100%) se mostrou mais firme, mas também o *muffins* com 75% de teff apresentou maior firmeza. Alaunyte et al. (2012) obtiveram resultados diferentes em pães produzidos a partir de associações da farinha de trigo com diferentes porcentagens de teff: até os pães com apenas 10, 20 e 30% de farinha de teff apresentaram maior firmeza no miolo.

Para os parâmetros de elasticidade e coabilidade, o presente estudo não apresentou diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ) entre os quatro tratamentos de bolos. Para mastigabilidade, o tratamento de bolo T1 apresentou a maior média (5,57), apresentando

diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) em relação aos outros tratamentos – sugerindo que os bolos com 75%, 50% e 25% possuem melhor mastigabilidade.

#### 4.3 ANÁLISE SENSORIAL

Para os atributos de aparência, cor e odor apresentados na Tabela 5, não se obteve diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos. Para os atributos de textura e aceitação global do tratamento T1 (5,03 e 5,58, respectivamente – “indiferente”) observou-se diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) em relação aos outros tratamentos, sendo T1 o bolo com a menor média. Ainda sobre os atributos (textura e aceitação global) se obteve diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os tratamentos T2 e T4, sendo o tratamento T4 o com maior média – “gostei moderadamente”. Tess et al. (2015) obtiveram resultados semelhantes ao atributo “Aceitação global” – bolos do tipo *muffins* preparados com 25% e 50% tiveram uma média estatisticamente maior quando comparados aos *muffins* de 75% e 100% teff.

Quanto ao sabor, os tratamentos T1, T3 e T4, apresentaram diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) entre si. O tratamento T1 foi o que recebeu a menor média (5,03), o que de acordo com a escala hedônica seria “Não gostei, nem desgostei”. Os tratamentos T2, T3 e T4 atingiram médias superiores, todos acima de 6. Tess et al. (2015) também obtiveram médias maiores no atributo sabor para os tratamentos com 25% e 50% farinha de teff; destacando que no presente estudo, o tratamento com 75% farinha de teff também obteve média maior, sendo apenas o tratamento com 100% de teff com média menos satisfatória.

Mais recentemente, Minarovičová et al. (2019), repetiram as formulações de *muffins* previamente analisadas por Tess et al. (2015); a escala hedônica variou de 1 (nota mínima) a 5 (nota máxima) e foram analisados *muffins* de 0%, 25%, 50% e 75% de farinha de teff. Também em relação ao atributo sabor, os *muffins* com 25% e 50% de teff obtiveram as maiores notas (~4 e ~3, respectivamente) e *muffins* com 75% obtiveram menor nota, chegando a uma média de quase 3.

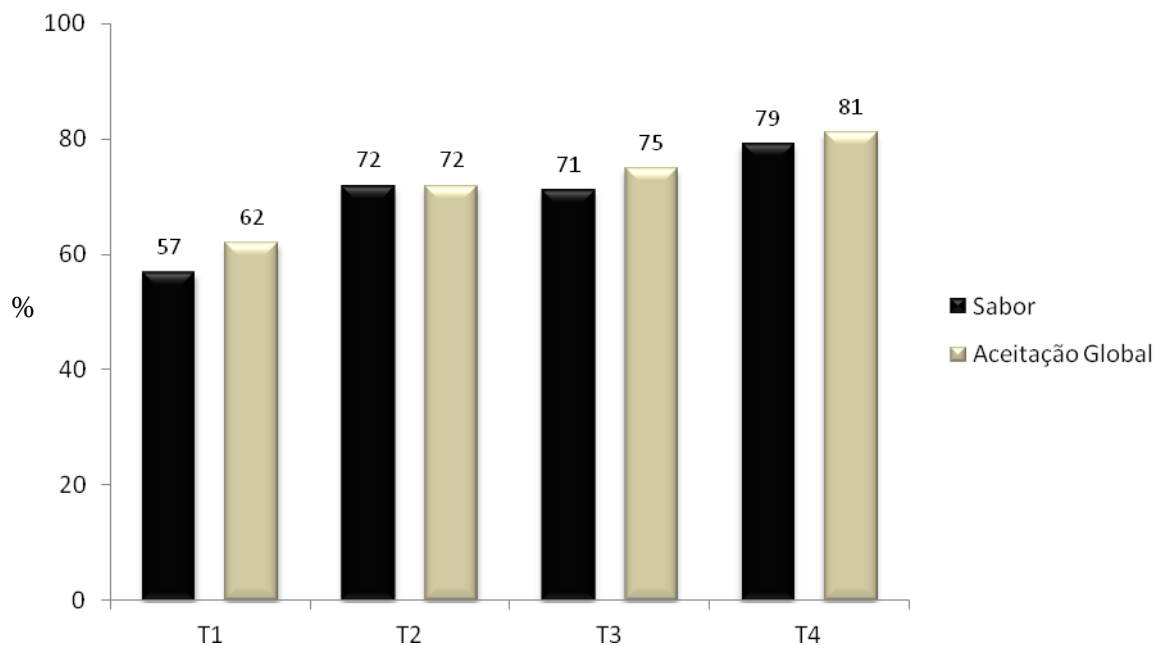
**Tabela 5** - Aceitabilidade e intenção de compra dos bolos elaborados a partir de teff

Atributos	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
<b>Aparência</b>	6,77 ± 1,53 <sup>a</sup>	7,02 ± 1,33 <sup>a</sup>	7,15 ± 1,42 <sup>a</sup>	7,10 ± 1,59 <sup>a</sup>
<b>Cor</b>	7,23 ± 1,60 <sup>a</sup>	7,43 ± 1,49 <sup>a</sup>	7,43 ± 1,33 <sup>a</sup>	7,40 ± 1,42 <sup>a</sup>
<b>Textura</b>	5,33 ± 1,85 <sup>c</sup>	6,55 ± 1,53 <sup>b</sup>	7,03 ± 1,70 <sup>ab</sup>	7,42 ± 1,63 <sup>a</sup>
<b>Sabor</b>	5,03 ± 1,96 <sup>c</sup>	6,47 ± 1,78 <sup>ab</sup>	6,40 ± 1,84 <sup>b</sup>	7,12 ± 1,55 <sup>a</sup>
<b>Odor</b>	6,50 ± 1,59 <sup>a</sup>	6,98 ± 1,42 <sup>a</sup>	6,65 ± 1,57 <sup>a</sup>	6,75 ± 1,55 <sup>a</sup>
<b>Aceitação global</b>	5,58 ± 1,76 <sup>c</sup>	6,47 ± 1,52 <sup>b</sup>	6,73 ± 1,56 <sup>ab</sup>	7,30 ± 1,34 <sup>a</sup>
<b>Intenção de compra</b>	2,44 ± 1,09 <sup>c</sup>	3,08 ± 1,02 <sup>b</sup>	3,25 ± 1,21 <sup>b</sup>	3,78 ± 1,23 <sup>a</sup>

Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não apresentam diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ).

T1: Bolo 100% teff; T2: Bolo 75% teff + fécula de mandioca (12,5%) + farinha de arroz (12,5%); T3: Bolo 50% teff + fécula de mandioca (25%) + farinha de arroz (25%); T4: Bolo 25% teff + fécula de mandioca (37,5%) + farinha de arroz (37,5%).

Em relação à intenção de compra dos diferentes tratamentos de bolos elaborados, não foi observado diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos T3 e T2 (3,25 e 3,08 – “tenho dúvida se compraria”), enquanto que o tratamento T1 recebeu a menor nota para intenção de compra (2,44 – “provavelmente não compraria”).

**Figura 3** - Índice de Aceitabilidade dos bolos elaborados com farinha de teff

T1: Bolo 100% teff; T2: Bolo 75% teff + fécula de mandioca (12,5%) + farinha de arroz (12,5%); T3: Bolo 50% teff + fécula de mandioca (25%) + farinha de arroz (25%); T4: Bolo 25% teff + fécula de mandioca (37,5%) + farinha de arroz (37,5%).

A Figura 3 demonstra o Índice de Aceitabilidade (IA) de acordo com o sabor e aceitação global dos bolos avaliados. Tanto para sabor e aceitação global, o tratamento T1 não atingiu a média mínima para ser considerado bem aceito sensorialmente. Os tratamentos T1, T3 e T4 tiveram médias menores para sabor quando comparadas ao parâmetro de aceitação global, e, por outro lado, T2 apresentou IA igual para ambos os parâmetros.

Conforme se observa, os tratamentos T2, T3 e T4 obtiveram índices de aceitação superiores a 70% nos dois parâmetros. Conforme Teixeira et al. (1987) para que um produto seja aceito sensorialmente seu IA deve ser igual ou superior a 70%, logo, os bolos elaborados com 75, 50 e 25% de teff foram aprovados no quesito sabor e aceitação global.

## 5 CONCLUSÃO

O uso da farinha de teff se mostrou promissor quimicamente, pois aumentou o teor de cinzas nos bolos com maiores porcentagens de teff, fornecendo um perfil nutricional melhorado ao público que a consome. As maiores concentrações de teff não alteraram o teor de lipídios e proteínas.

A análise física revelou que maiores concentrações de farinha de teff não alteraram altura pós-forneamento, peso pré-forneamento, peso pós-forneamento, perda de peso e rendimento, demonstrando que a farinha de teff apresenta potencial físico em bolos sem glúten. As maiores concentrações de teff não alteraram a cor e luminosidade no miolo nos bolos com cacau. Apenas foi possível identificar menor luminosidade de crosta no bolo com a maior concentração de teff.

Para os parâmetros de textura apenas o bolo 100% teff, apresentou maior firmeza e mastigabilidade.

Na análise sensorial bolos com 75%, 50% e 25% de farinha de teff atingiram o “gostei ligeiramente” ou “gostei moderadamente” em todos os atributos, e, também superaram 70% no índice de aceitabilidade.

O uso da farinha de teff demonstra ser uma alternativa interessante em substituição às farinhas convencionais na alimentação do público em geral e principalmente para pessoas com restrições ao glúten, porém mais estudos são necessários a fim de se aprofundar nas diferenças tecnológicas dos produtos de panificação, principalmente em bolos.

## REFERÊNCIAS

- ABEBE, W.; RONDA, F. Rheological and textural properties of tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] grain flour gels. **Journal of Cereal Science**, v. 60, n. 1, p. 122-130, 2014.
- ADEBOWALE, A-R. A.; EMMAMBUX, N. M.; BEUKES, M. Fractionation and characterization of teff proteins. **Journal of Cereal Science**, v. 54, n. 3, p. 380-386, 2011.
- AKANSHA; SHARMA, K.; CHAUHAN, E. S. Nutritional composition, physical characteristics and health benefits of teff grain for human consumption: A review. **The Pharma Innovation Journal**, v. 7, n.10, p. 03-07, 2018.
- ALAUNYTE, I. et al. Improving the quality of nutrient-rich Teff (*Eragrostis tef*) breads by combination of enzymes in straight dough and sourdough breadmaking. **Journal of Cereal Science**, v. 55, n. 1, p. 22-30, 2012.
- ANVISA. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Ministério da Saúde - MS. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 26 set. 2018.
- ARAÚJO, H. M. C. et al. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 467-474, maio/jun., 2010.
- ASSEFA, K. et al. Genetic diversity in tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 177, 2015.
- BAYE, K. et al. Changes in mineral absorption inhibitors consequent to fermentation of Ethiopian *injera*: implications for predicted iron bioavailability and bioaccessibility. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 49, n. 1, p. 174-180, 2014.
- BAYE, K. Teff: nutrient composition and health benefits. **Center for Food Science and Nutrition, College of Natural Sciences, Addis Ababa University**, 2014.
- BERGAMO, P. et al. Immunological evaluation of the alcohol-soluble protein fraction from gluten-free grains in relation to celiac disease. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 55, n. 8, p. 1266-1270, 2011.
- BICUDO, M. O. P.; FERREIRA, S. M. R.; SAMPAIO, C. R. P. Avaliação do atendimento às Boas Práticas de Fabricação relacionada à possível contaminação acidental por glúten em uma Unidade de Fabricação de Produtos Panificados. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 20, n. 1, p. 96-110, 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de pão. RESOLUÇÃO RDC Nº 90, DE 18 DE OUTUBRO DE 2000. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 out. 2000.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de atenção à saúde. Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas da doença celíaca. PORTARIA MS/SAS Nº 1149, DE 11 DE NOVEMBRO DE



2015 em revogação a Portaria nº 307/SAS/MS, de 17 de setembro de 2009, publicada no **Diário Oficial da União** nº 99, de 26 de maio de 2010, seção 1, página 50. Brasília, DF, 11 de nov. de 2015.

BULTOSA, G. Physicochemical characteristics of grain and flour in 13 tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] grain varieties. **Journal of Applied Sciences Research**, v. 3, n. 12, p. 2042-2051, 2007.

BULTOSA, G. **Teff**: Overview. In: WRIGLEY, Colin W. et al. (Ed.). Encyclopedia of food grains. Academic Press, p. 214 – 215, 2015.

CALLEJO, M. J. et al. Influence of teff variety and wheat flour strength on breadmaking properties of healthier teff-based breads. **Journal of Cereal Science**, v. 68, p. 38-45, 2016.

CHENG, A. et al. Diversifying crops for food and nutrition security—a case of teff. **Biological Reviews**, v. 92, n. 1, p. 188-198, 2015.

COLEMAN, J. et al. The suitability of teff flour in bread, layer cakes, cookies and biscuits. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 64, n. 7, p. 877-881, 2013.

CSA (Central Statistical Agency of Ethiopia). Report on area and production for major crops (private peasant holdings, meher season). Agricultural Sample Survey 2014/2015. Statistical Bulletin, **Addis Ababa**, Ethiopia, 2015.

DABA, T. Nutritional and Soio-Cultural Values of Teff (*Eragrostis tef*) in Ethiopia. **International Journal of Food Science and Nutrition**, v. 2, n. 3, p. 50-57, 2017.

DAME, Z. T. Analysis of major and trace elements in teff (*Eragrostis tef*). **Journal of King Saud University-Science**, 2018.

DEMIRKESEN, I. et al. Rheological properties of gluten-free bread formulations. **Journal of food Engineering**, v. 96, n. 2, p. 295-303, 2010.

DO NASCIMENTO, K. D. O. et al. 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.

DOS SANTOS, J. R.; BOÊNO, J. A. *Muffins* isentos de glúten e lactose desenvolvidos com resíduo de polpa de graviola (*Annona muricata*). **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 3, n. 3, p. 42-51, 2016.

EL-ALFY, T. S.; EZZAT, S. M.; SLEEM, A. A. Chemical and biological study of the seeds of *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter. **Natural Product Research**, v. 26, n. 7, p. 619-629, 2012.

EMMAMBUX, M. N.; TAYLOR, J. R. N. Morphology, physical, chemical, and functional properties of starches from cereals, legumes, and tubers cultivated in Africa: A review. **Starch-Stärke**, v. 65, n. 9-10, p. 715-729, 2013.

FEKADU, D, et al. Nutrition of Tef (*Eragrostis tef*) Recipes. **Nutrition**, v. 45, 2015.

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, n. 11, p. 2881-2895, 2014.

GOERSCH, M. C. D. S. et al. Nutritional composition of *Eragrostis tef* and its association with the observed antimutagenic effects. **RSC Advances**, v. 9, n. 7, p. 3764-3776, 2019.

GONZÁLEZ-PÉREZ, Sergio; ARELLANO, Juan B. Vegetable protein isolates. In: **Handbook of hydrocolloids**. Woodhead Publishing, 2009. p. 383-419.

GUIMARÃES, R. R.; FREITAS, M. D.; SILVA, V. D. Bolos simples elaborados com farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris*, sobral): avaliação química, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n.2, p.354-363, 2010.

HOFMANOVÁ T.; HRUŠKOVÁ, M.; ŠVEC, I. Evaluation of wheat/non-traditional flour composite. **Czech Journal of Food Sciences**, v. 32, n. 3, p. 288-295, 2014.

HOPMAN, E. et al. Tef in the diet of celiac patients in The Netherlands. **Scandinavian Journal of Gastroenterology**, v. 43, n. 3, p. 277-282, 2008.

IKEDA, M. **Estudo das características reológicas, físico-químicas e sensoriais pela incorporação de farinha de pinhão no preparo de bolos destinados a celíacos**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

INGLETT, G. E.; CHEN, D.; LIU, S. X. Antioxidant activities of selective gluten free ancient grains. **Food and Nutrition Sciences**, v. 6, n.7, p. 612, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo – Brasil). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4 ed.** [1. ed. digital]. São Paulo (SP): Instituto Adolfo Lutz; 2008.

JABRI, B.; SOLLID, L. M. Mechanisms of disease: immunopathogenesis of celiac disease. **Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology**, v. 3, n. 9, p. 516, 2006.

KENNEY, E. S. et al. The effect of substituting teff flour in gluten-free sugar cookies and peanut butter cookies. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 111, n. 9, p. A63, 2011.

MAN, S. et al. Studies on the formulation and quality characteristics of gluten free muffins. **Journal of Agroalimentary Processes and Technologies**, v. 20, n. 2, p. 122-127, 2014.

MELO, C. M. T. et al. Análises físico-químicas de bolo de laranja comparadas ao do rótulo do produto. **Boletim Técnico IFTM**, n. 5, p. 6-9, 2017.

MINAROVICHOVÁ, L. et al. Gluten-free rice muffins enriched with teff flour. **Potravinarstvo**, v. 13, n. 1, p. 187-193, 2019.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS DO BRASIL. **Comex Stat**, 2018. Portal para acesso às estatísticas de comércio exterior do Brasil. Disponível em: < <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>>. Acesso em: 09 de jul. de 2019.

PEREIRA, M. C. et al. Conservação de produtos de panificação pela adição de condimentos em pó. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, p. 1514-1520, 2002.

PIZZINATTO, A. et al. **Avaliação tecnológica de produtos derivados de farinhas de trigo (pão, macarrão, biscoito)**. Centro de Tecnologia de Farinhas e Panificação, Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Campinas: ITAL, 1993. 54p.

SANTOS, I. C.; SILVA, J. D. K. S.; DA SILVA VASCONCELOS, V. M. Benefícios nutricionais das dietas isentas de glúten. **Revista Interdisciplinar**, v. 11, n. 1, p. 104-110, 2018.

SATHEESH, N; FANTA, S. W. Review on structural, nutritional and anti-nutritional composition of Teff (*Eragrostis tef*) in comparison with Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). **Cogent Food & Agriculture**, v. 4, n. 1, p. 1546942, 2018.

SCHAMNE, C.; DUTCOSKY, S. D.; DEMIATE, I. M. Obtention and characterization of gluten-free baked products. **Food Science and Technology**, v. 30, n. 3, p. 741-750, 2010.

SCHEUER, P. M. et al. Trigo: Características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 2, p. 211-222, 2011.

SHUMOY, H; RAES, K. Tef: The rising ancient cereal: What do we know about its nutritional and health benefits? **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 72, n. 4, p. 335-344, 2017.

SINGH, P. et al. Global prevalence of celiac disease: systematic review and meta-analysis. **Clinical Gastroenterology and Hepatology**, v. 16, n. 6, p. 823-836, 2018.

SMITH, V. Evaluation of texture and sensory characteristics of gluten free cakes available on the market. **Cardiff Metropolitan University**, 2018.

SPAENIJ-DEKKING, L.; KOOY-WINKELAAR, Y.; KONING, F. The Ethiopian cereal tef in celiac disease. **New England Journal of Medicine**, v. 353, n. 16, p. 1748-1749, 2005.

SZCZESNIAK, Alina Surmacka. Texture is a sensory property. **Food quality and preference**, v. 13, n. 4, p. 215-225, 2002.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise Sensorial de Alimentos**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1987. 180 p.

TESS, M. et al. Physical, textural and sensory characteristics of gluten free muffins prepared with teff flour (*Eragrostis tef* (ZUCC) trotter). **Journal of Food Processing and Technology**, v. 6, n. 9, 2015.

TORRES, M. D. et al. Coeliacs cannot live by gluten-free bread alone—every once in awhile they need antioxidants. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 52, n. 1, p. 81-90, 2017.

USDA. Food Composition Databases: United States Department of Agriculture. **Agricultural Research Service**, 2017.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiology**, v. 24, n. 2, p. 115-119, 2007.

WITCZAK, M. et al. Starch and starch derivatives in gluten-free systems – A review. **Journal of Cereal Science**, v. 67, p. 46-57, 2016.

WORLD GASTROENTEROLOGY ORGANISATION (WGO). Celiac Disease Global Guidelines. 35 p., 2016.

ZHU, F. Chemical composition and food uses of teff (*Eragrostis tef*). **Food Chemistry**, v. 239, p. 402-415, 2018.

## APÊNDICES

### APÊNDICE 1

#### MODELO DO CARTAZ PARA O CONVITE DA ANÁLISE SENSORIAL

##### **Convite para avaliação sensorial**

**Projeto:** Elaboração e avaliação física, química e sensorial de bolos elaborados a partir de teff  
(*Eragrostis tef*)

Convidamos aos interessados a participarem da avaliação sensorial de preparações de bolos elaborados a partir de teff. Esta análise tem por objetivo avaliar a aceitabilidade de bolos elaborados a partir de um cereal alternativo à farinha de trigo, os quais podem configurar uma opção para pacientes celíacos.

Informamos que o tempo médio de avaliação para cada participante é de aproximadamente 10 minutos. Sua participação será voluntária. As respostas serão utilizadas apenas para fim de pesquisa.

Data: \_\_\_\_\_

Horário: \_\_\_\_\_

Local: Laboratório de Técnica Dietética - FAMED/UFRGS

Rua Ramiro Barcelos, 2400 – Térreo.

Pesquisadora responsável: Nutricionista Dr<sup>a</sup>. Viviani Ruffo de Oliveira

Para maiores informações entrar em contato com a pesquisadora: (51) 3308-5610.

## APÊNDICE 2

### MODELO DO CARTAZ PARA O CONVITE DA ANÁLISE SENSORIAL VIA REDE SOCIAL



### APÊNDICE 3

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Projeto:** Projeto: Análise química, sensorial e atividade antioxidante de produtos de panificação com teff (*Eragrostis tef*) como alternativa para celíacos

**Pesquisadora responsável:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Viviani Ruffo de Oliveira

**Pesquisadoras:** Mestranda Raísa Vieira Homem e Acadêmica de Nutrição Raquel Viviane Haas.

**Participantes envolvidos:** Indivíduos não celíacos interessados em participar da pesquisa.

**Data:** \_\_/\_\_/2019

#### **I. Justificativa e Objetivos:**

A teff é um cereal etíope, com promissora qualidade nutricional. Pode ser uma alternativa para a substituição de farinhas mais comuns, como trigo, cevada e centeio, tornando-se uma opção para alimentos sem glúten. Este estudo justifica-se pela necessidade de conhecer o comportamento da teff, principalmente como alternativa em preparações de produtos sem glúten, aumentando, dessa forma, as possibilidades alimentares dos celíacos. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo, avaliar as características químicas, capacidade antioxidante e sensoriais da teff (*Eragrostis tef*) em novos produtos como alternativa para celíacos.

#### **II. Os procedimentos a serem utilizados:**

Esse consentimento está relacionado com a avaliação sensorial de quatro tratamentos de produtos de panificação com teff e outras farinhas associadas sem glúten na sua composição. Os participantes sem a doença serão convidados por cartazes fixados na Faculdade de Medicina e folders virtuais divulgados em mídias sociais e e-mails para participar da avaliação sensorial no Laboratório de Técnica Dietética da Faculdade de Medicina/UFRGS (apêndice 2). Caso seja necessário, as despesas de deslocamento (ônibus) serão arcadas pelo pesquisador principal. Para cada avaliador será fornecida uma amostra de cada preparação (por volta de 10g), codificadas com 3 (três) dígitos aleatórios, será fornecido também um copo de água para limpeza das papilas gustativas e a ficha de análise sensorial e de intenção de compra. Os participantes receberão as amostras simultaneamente. Para o teste de

preferência das amostras será utilizada uma escala hedônica de nove pontos para avaliar os atributos aparência, textura, cor, sabor e aceitação global (apêndice 5). Para análise da intenção de compra haverá uma escala de 5 (cinco) pontos, variando de 1 (um) - Certamente não compraria- até 5 (cinco) - Certamente compraria - para analisar cada uma das amostras (apêndice 6). Todos os procedimentos duram, aproximadamente, 10 minutos.

### **III. Desconfortos e riscos:**

Esses procedimentos de avaliação serão realizados somente se os participantes tiverem concordância e disponibilidade em participar do estudo. Caso contrário será prontamente respeitado. Caso o participante tenha alergia alimentar a algum dos componentes da formulação, não poderá participar do estudo. A pesquisadora fica responsável ainda de prontamente encaminhar o participante ao serviço de saúde se o mesmo apresentar qualquer problema relacionado a essa análise sensorial. Os participantes terão direito de abandonar este estudo, caso se sintam prejudicados ou tenham se arrependido de participar, e em qualquer momento terão liberdade de solicitar novas informações. Este trabalho terá total sigilo quanto aos resultados que venham a envolver o avaliador.

### **IV. Os benefícios que se pode obter:**

Será avaliada a melhor formulação de acordo com a análise sensorial pelos avaliadores, o que poderá contribuir para o desenvolvimento de novas preparações de produtos com a teff, adequados ao consumo de pacientes com doença celíaca, associando assim, adições maiores e menores de teff com as propriedades sensoriais. Dessa forma, pretende-se desenvolver um novo produto alimentício que seja, não apenas sensorialmente agradável, mas também nutricionalmente adequado, principalmente para portadores da doença celíaca.

### **V. Garantia de privacidade:**

Os seus dados de identificação serão mantidos em sigilo e as informações colhidas serão analisadas estatisticamente, serão guardadas por um período de cinco anos e podem ser publicadas posteriormente em alguma revista científica. Afirmando que a sua participação poderá ser suspensa a qualquer momento caso você deseje, sem prejuízo para a sua pessoa.

### **VI. Garantia de resposta a qualquer pergunta e liberdade de abandonar a pesquisa:**

Eu, \_\_\_\_\_, fui informado dos objetivos do estudo realizado pelas pesquisadoras Viviani Ruffo de Oliveira, Raísa Vieira Homem e Raquel Viviane Haas, portanto concordo em participar deste projeto sem nenhuma forma de remuneração. Estou ciente que sou voluntário, com doença celíaca e que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão se assim eu desejar. Caso tiver novas perguntas sobre este estudo, posso recorrer às pesquisadoras no telefone (51) 3308-5610 ou ao Comitê



de Ética em Pesquisa da UFRGS no telefone (51)33083738.

Favor assinar esse documento em duas vias, uma ficará para o Sr(a) e outra para o pesquisador.

E-mail: [etica@propesq.ufrgs.br](mailto:etica@propesq.ufrgs.br)

Declaro que tenho conhecimento do presente Termo de Consentimento.

---

Assinatura do participante

---

Assinatura do pesquisador

## APÊNDICE 4

### FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BOLOS COM TEFF

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Você está recebendo amostras de preparações com adição de teff. Por favor, avalie cada um dos produtos separadamente e atribua notas na tabela para cada atributo avaliado de acordo com o seguinte critério:

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

#### ATRIBUTOS A SEREM AVALIADOS

Característica	Amostra n°	Amostra n°	Amostra n°	Amostra n°
Aparência				
Cor				
Textura				
Sabor				
Odor				
Aceitação global				

**APÊNDICE 5****FICHA PARA AVALIAÇÃO DE INTENÇÃO DE COMPRA**

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Você está recebendo amostras de preparações com adição de teff. Por favor, avalie cada um dos produtos separadamente e atribua notas na tabela para avaliação de intenção de compra.

- (1) Certamente não compraria
- (2) Provavelmente não compraria
- (3) Tenho dúvida se compraria
- (4) Provavelmente compraria
- (5) Certamente compraria

**INTENÇÃO DE COMPRA**

<b>Amostra nº</b>	<b>Amostra nº</b>	<b>Amostra nº</b>	<b>Amostra nº</b>