

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
CURSO DE NUTRIÇÃO**

Raísa Vieira Homem

**AVALIAÇÃO QUÍMICA, TECNOLÓGICA E SENSORIAL DE PÃES
ELABORADOS A PARTIR DA TEF (*Eragrostis tef*) COMO ALTERNATIVA
PARA CELÍACOS**

Porto Alegre, 2017

Raísa Vieira Homem

**AVALIAÇÃO QUÍMICA, TECNOLÓGICA E SENSORIAL DE PÃES
ELABORADOS A PARTIR DA TEF (*Eragrostis tef*) COMO ALTERNATIVA
PARA CELÍACOS**

**Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do grau
de bacharel em Nutrição à Universidade Federal do
Rio Grande do Sul.**

Orientadora: Prof. Dr^a. Viviani Ruffo de Oliveira

Co-orientador: Prof. Dr. Tarso Ledur Kist

Porto Alegre, 2017

CIP - Catalogação na Publicação

Homem, Raísa Vieira
AVALIAÇÃO QUÍMICA, TECNOLÓGICA E SENSORIAL DE PÃES
A PARTIR DA TEF (Eragrostis tef) COMO ALTERNATIVA
PARA CELÍACOS / Raísa Vieira Homem. -- 2017.

62 f.

Orientadora: Viviani Ruffo de Oliveira.

Coorientador: Tarso Ledur Kirst.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Medicina, Curso de Nutrição, Porto Alegre, BR-RS,
2017.

1. Tef. 2. Eragrostis tef. 3. Pão. 4. Livre de
glúten. 5. Doença celíaca. I. Oliveira, Viviani Ruffo
de, orient. II. Kirst, Tarso Ledur, coorient. III.
Título.

**Avaliação química, tecnológica e sensorial de pães elaborados a partir da tef
(*Eragrostis tef*) como alternativa para celíacos**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
grau de bacharel em Nutrição à Universidade
Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Porto Alegre, 15 de novembro de 2017.

A comissão examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso,
desenvolvido por Raísa Vieira Homem, como requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Nutrição.

Comissão examinadora:

Prof^a. Dr^a. Janáina Guimarães Venzke - UFRGS

Dda. Fernanda Rockett - UFRGS

Prof^a. Dr^a. Viviani Ruffo de Oliveira – orientadora – UFRGS

Dedico este trabalho à minha família,
às minhas professoras e amigas
que estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela força, pelo seguimento da minha vida acadêmica, por ter colocado pessoas iluminadas no meu caminho. Dedico este trabalho aos meus pais, Rosa e Carlos, e agradeço por todo amor, carinho, por serem fontes de inspiração, pelo exemplo de persistência e dedicação, pela motivação e apoio. À Renata pelo amor e pelas risadas. Ao Cristiano pela paciência e colaboração. Amo vocês.

À minha orientadora e professora Viviani, por ter me acolhido, pelos ensinamentos, parceria, apoio, pelo carinho e amizade. À toda equipe do Laboratório de Técnica Dietética do curso de Nutrição da UFRGS: Divair, que esteve presente no desenvolvimento dos pães, pelo incentivo e por sempre acreditar nos pães de tef; à Sabrina pela ajuda e escuta; à Aline pela colaboração e força. Às colegas Liziane e Letícia, pela amizade e parceria. Ao professor Tarso pela doação dos grãos de tef.

À minha amiga Gabriela Martini que possibilitou que eu acompanhasse suas análises e pelo carinho. Ao Henrique que auxiliou na determinação de fibras, sempre conciliando seus horários, com disposição e persistência. À Marina Komerowski pelo auxílio. À Helena Schmidt e à Fernanda Rockett pelos ensinamentos e auxílio no Laboratório de Compostos Bioativos.

Às minhas amigas e colegas, Bruna Dimer, Giane Camargo, Laura Moraes, por terem estado ao meu lado e pelo carinho. Às minhas amigas Amanda, Juliana, Chêrla e Diane pelos momentos de convivência, por estenderem a mão quando precisei, por compreenderem minha ausência.

Às minhas professoras do curso de Nutrição pelos anos de aprendizado.

À todos aqueles que estiveram comigo, me apoiaram de alguma maneira durante estes seis anos de estudo, fica o meu carinho e gratidão. Obrigada!

“A felicidade aparece para aqueles que choram.
Para aqueles que se machucam.
Para aqueles que buscam e tentam sempre.
E para aqueles que reconhecem
a importância das pessoas que passam por suas vidas.”

Desconhecido

RESUMO

A tef (*Eragrostis tef*) é um cereal não muito conhecido no Brasil mas relevante na alimentação humana, cuja composição nutricional se destaca dos demais cereais, pelo perfil proteico, mineral e ausência de glúten. Podendo ser uma alternativa na substituição de farinhas mais comuns tornando-se uma possível matéria-prima para produção de alimentos sem glúten para indivíduos portadores da doença celíaca (DC). O objetivo deste trabalho foi de elaborar pães com farinha de tef e associações, determinar os potenciais químicos, físicos e sensoriais, com o propósito de analisar as implicações da utilização de tef. As formulações com diferentes teores de tef foram elaboradas e relacionadas ao tratamento padrão com farinha de trigo branca (T1 - 100% trigo, T2 - 100% tef, T3 - 75% tef, 12,5% farinha de arroz e 12,5% fécula de mandioca, T4 - 50% tef, 25% farinha de arroz e 25% fécula de mandioca). Os resultados evidenciaram nos parâmetros químicos, que a incorporação de tef aumentou a umidade pela metade aproximadamente, quanto mais tef maior o teor de cinzas, com diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$). Quanto aos teores de lipídeo e proteína, os tratamentos foram similares ao trigo, sem revelar diferença estatística significativa ($p > 0,05$). Enquanto carboidrato e energia apresentaram teores reduzidos para os tratamentos com tef, demonstrando diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$). Quanto as fibras totais denotou-se maior nos tratamentos com tef, aumentando o teor pela metade em relação ao trigo, com diferença estatística ($p \leq 0,05$). As fibras insolúveis evidenciaram teor aumentado acima da metade para os tratamentos elaborados com tef, quando comparado ao tratamento com trigo, com diferença estatística ($p \leq 0,05$). Elevado teor de aminoácidos foi encontrado principalmente no T4, no entanto os tratamentos com tef foram ainda superiores em aminoácidos que o tratamento com trigo, revelando diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$). Nos parâmetros físicos, a adição de tef não demonstrou diferença na altura, na perda de peso, rendimento e volume aparente, menor peso e maior volume específico, menor luminosidade no miolo e na crosta, quanto mais tef menor firmeza do miolo e da crosta. Para o parâmetro sensorial, o acréscimo de tef não apresentou diferença significativa do trigo nos atributos de aparência, cor odor e aceitação global. Para firmeza, quanto mais tef mais bem aceita foi a textura e o sabor. Na intenção de compra, a utilização de tef obteve a mesma aceitação que o trigo, com média 3,9 (“Provavelmente compraria”). T2 demonstrou ser a melhor amostra. A utilização de farinha de tef evidencia uma alternativa interessante para alimentação.

Palavras chave: Tef, *Eragrostis tef*, pão, livre de glúten e doença celíaca.

ABSTRACT

The tef (*Eragrostis tef*) is a cereal not very well known in Brazil but, relevant in human nutrition, its nutritional composition stands out from other cereals, the protein profile, mineral and gluten free. It can be an alternative in the substitution of more common flours becoming a possibility of matter Gluten-free food for individuals with celiac disease (CD). The objective of this work was to elaborate breads with tef flour and associations, to determine the chemical, physical and sensorial potentials, with the purpose of analyzing the implications of the use of tef. The formulations with different tef contents were elaborated and related to standard treatment with white wheat flour (T1 - 100% wheat, T2 - 100% tef, T3 - 75% tef, 12.5% cassava starch, T4 - 50% tef, 25% rice flour and 25% cassava starch). The results showed in the chemical parameters that the incorporation of tef increased humidity by approximately half, the higher the ash content, with a significant statistical difference ($p < 0.05$). As for lipid and protein contents, the treatments were similar to wheat, without revealing a significant statistical difference ($p > 0.05$). While carbohydrate and energy had reduced levels for tef treatments, showing a statistically significant difference ($p < 0.05$). As for the total fibers, it was higher in tef treatments, increasing the content by half in relation to wheat, with statistical difference ($p < 0.05$). The insoluble fibers showed an increase of more than half for tef treatments when compared to wheat treatment, with statistical difference ($p < 0.05$). High amino acid content was found mainly in T4, however the tef treatments were even higher in amino acids than wheat treatment, revealing a significant statistical difference ($p < 0.05$). In the physical parameters, the addition of tef showed no difference in height, weight loss, yield and apparent volume, lower weight and higher specific volume, lower luminosity in the crust and in the crust, the more tef the firmness of the crust and the crust. For the sensorial parameter, the addition of tef did not present significant difference of the wheat in the attributes of appearance, color odor and global acceptance. For firmness, the more you were accepted, the better the texture and the taste. In the purchase intention, the use of tef obtained the same acceptance as the wheat, with an average of 3.9 ("Probably buy"). The use of tef flour evidences an interesting alternative for feeding.

Keywords: Tef, *Eragrostis tef*, bread, gluten free, celiac disease.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação dos grãos de tef.....	17
Figura 2 - Fluxograma do processo de produção do pão.....	29
Figura 3 - Distribuição e codificação dos tratamentos elaborados.....	33
Figura 4 - Aparência dos tratamentos durante a análise física	42
Figura 5 - Disposição da frequência relativa de notas informadas pelos avaliadores para a intenção de compra.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ingredientes para formulações dos pães de forma com e sem tef.....	28
Tabela 2 - Composição centesimal e valor calórico dos pães elaborados.....	37
Tabela 3 - Fibras totais, insolúveis e solúveis dos pães elaborados.....	38
Tabela 4 - Teores de aminoácidos dos pães elaborados.....	39
Tabela 5 - Parâmetros físicos dos pães elaborados pré e pós- forneamento.....	41
Tabela 6 - Parâmetros de cor e de firmeza.....	44
Tabela 7 - Aceitabilidade e intenção de compra nos pães elaborados.....	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.2	OBJETIVOS	16
1.2.1	Objetivo geral	16
1.2.2	Objetivos específicos	16
2	REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	CARACTERIZAÇÃO	17
2.2	CULTIVO NO MUNDO E NO BRASIL	18
2.3	COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL	18
2.4	UTILIZAÇÃO DE TEF EM PREPARAÇÕES	19
2.4.1	Preparações com utilização somente da tef	20
2.4.2	Preparações contendo tef associadas a outras farinhas	21
2.4.3	Fécula de mandioca	22
2.4.4	Farinha de arroz	24
2.5	PÃO	25
2.6	GLÚTEN E DOENÇA CELÍACA (DC)	26
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1	FORMULAÇÃO E ELABORAÇÃO DOS PÃES	28
3.2	AVALIAÇÃO QUÍMICA.....	30
3.2.1	Avaliação da composição centesimal.....	30
3.2.2	Avaliação da composição de fibras.....	31
3.2.3	Avaliação da composição de aminoácidos.....	32
3.3	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA	32
3.3.1	Altura, peso, perda de peso, rendimento e volume.....	32
3.3.2	Cor e firmeza.....	33
3.4	ANÁLISE SENSORIAL	33
3.5	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	34
3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1	AVALIAÇÕES QUÍMICAS.....	36
4.1.1	Composição centesimal e energia.....	36
4.1.2	Composição de fibras totais, insolúveis e solúveis.....	38
4.1.3	Composição de aminoácidos.....	39
4.2	CARACTERIZAÇÕES FÍSICAS.....	41
4.2.1	Altura, peso, perda de peso, rendimento e volume.....	41
4.2.2	Cor e firmeza.....	43
4.3	ANÁLISE SENSORIAL.....	45
5	CONCLUSÕES.....	48
6	REFERÊNCIAS.....	49

APÊNDICES

APÊNDICE 1	MODELO DO CARTAZ PARA O CONVITE DA ANÁLISE SENSORIAL	57
APÊNDICE 2	MODELO DO CARTAZ PARA O CONVITE DA ANÁLISE SENSORIAL VIA REDE SOCIAL	58
APÊNDICE 3	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	59
APÊNDICE 4	FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DE PÃES COM TEF	61
APÊNDICE 5	FICHA PARA AVALIAÇÃO DE INTENÇÃO DE COMPRA	62

1 INTRODUÇÃO

A tef (*Eragrostis tef*) é um cereal da família Poaceae, também chamada de gramínea. O gênero *Eragrostis* abrange aproximadamente 350 espécies, porém, somente a tef é cultivada para alimentação humana (ASSEFA et al., 2015).

Este cereal é cultivado há séculos na região nordeste do continente africano. Bultosa (2016) relata que o primeiro registro da domesticação da tef foi feito pelos povos pré-semíticos, presentes na Etiópia, entre 4000 a.C. e 1000 a.C.. Atualmente, a tef é cultivada na Etiópia, Eritreia, Estados Unidos, Israel, Espanha, Países Baixos, na região sul do continente africano, Índia, Austrália e Quênia (ASSEFA, CHANYALEW, TADELE, 2017). O cultivo da tef ocupa 30% da área de produção de cereais na Etiópia, o que corresponde a aproximadamente três milhões e dezesseis mil hectares de terra, sendo que, tanto o cultivo, como o armazenamento da tef se dão em condições orgânicas (CSA, 2014; GEBREMARIAM, ZARNKOW, BECKER, 2014).

Os grãos da tef são utilizados na alimentação humana e a tef inteira serve como forragem e feno para animais, como utilizado nos Estados Unidos, Índia, Austrália e Quênia (BAYE, 2014; ASSEFA, CHANYALEW, TADELE, 2017). Bultosa (2016) relata que na Etiópia a tef alimenta em média 50 milhões de pessoas, contudo, apesar da importância alimentar na Etiópia e na Eritreia, a tef mantém-se subutilizada em diversos países (GHEBREHIWOT et al., 2016).

De acordo com Bultosa e Taylor (2004) o grão da tef pode ser utilizado inteiro ou moído, na forma de farinha, constituindo o ingrediente principal de diversas preparações, inclusive pães fermentados, como a típica receita Etíope, a Injera, empregado em sopas, molhos, mingaus e pudins, como espessante, assim como fermentado em bebidas tradicionais e cerveja.

Baye (2014) descreve que hidratos de carbono complexos com amido lentamente digeríveis (ALD) também estão presentes, assim como, ácidos graxos essenciais. Quanto aos micronutrientes, Zhu (2018) afirma que a tef apresenta grande quantidade de selênio (Se) e ferro (Fe), sendo que o teor de ferro presente é maior do que em outros cereais. O mesmo autor menciona ainda que possui polifenóis livres, fitoesteróis e vitaminas, como a niacina.

Zhu (2018) revelou que a tef possui alto teor de fibras, maior teor de lisina quando comparado a outros cereais e que as suas proteínas não possuem glúten. Gebremariam, Zarnkow e Becker (2014) indicam que justamente por esse motivo observa-se uma

crecente importância. Os mesmos autores afirmam ainda, que a tef pode ser uma alternativa para a substituição de farinhas mais comuns, como trigo, cevada e centeio, tornando-se uma possível matéria-prima para produção de alimentos sem glúten para indivíduos portadores da doença celíaca (DC).

Segundo os dados das Diretrizes Globais de Doença Celíaca (WGO, 2016) a prevalência global de doença celíaca aumentou consideravelmente nos últimos 20 anos. Atualmente, a prevalência é de 1%, porém, apontam-se variações: nas populações de baixo risco a prevalência varia de 0,14% a 5,7%; naquelas com alto risco a prevalência é de 1,2 a 55%. Sugere-se ainda, que a maior parte de indivíduos com DC permanece não detectada. A Diretriz aponta também que, no Brasil, a prevalência de DC é de 1,66 para cada mil pessoas.

Assim, conforme aumentam os casos de diagnóstico dessa doença, intensifica-se a demanda por alimentos sem glúten; a aquisição de alimentos sem glúten é limitada, possuindo poucas opções, tornando assim, estes alimentos onerosos (HOPMAN, 2008).

Além disso, a qualidade nutricional dos produtos alimentares sem glúten é, em geral, inferior em comparação aos equivalentes contendo glúten. Fatores econômicos, a restrita variedade de alimentos sem glúten e o valor nutricional inferior em relação aos alimentos com glúten, causam grande impacto na vida das pessoas com DC, podendo afetar a sua qualidade de vida (HOPMAN, 2008). Sendo assim, este estudo justifica-se pela necessidade de conhecer as características nutricionais, físicas e sensoriais de pães sem glúten, a partir de um cereal ainda novo no Brasil, incrementando dessa forma, as possibilidades alimentares para celíacos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar a composição química, física e sensorial de pães sem glúten elaborados a partir de tef (*Eragrostis tef*) como alternativa para celíacos.

1.2.2 Objetivos específicos

- Elaborar formulações de pães com diferentes teores de tef;
- Determinar a composição centesimal, o valor energético, as fibras totais, insolúveis e solúveis, e os aminoácidos de pães elaborados a partir de tef;
- Analisar a altura e o peso pré-forneamento e pós-forneamento, percentual de perda de peso, rendimento, volume aparente e específico, colorimetria e firmeza dos pães elaborados a partir de tef;
- Comparar as amostras das diferentes formulações entre si e de pães com 100% farinha de trigo;
- Avaliar a aceitabilidade e a intenção de compra dos pães elaborados a partir de tef.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CARACTERIZAÇÃO

A tef é um alimento importante para consumo humano e animal, sendo utilizado como feno ou forragem; é uma espécie autógama com uma variabilidade entre genótipos ampla (SPEHAR, 1999).

Este cereal possui três variedades de cores: branco, vermelho e marrom (FEKADU et al., 2015). A agência de padrões Etíopes classifica a tef, a partir da Lei ES 671:2001, nos seguintes nomes (Figura 1):

- Megna – Grãos muito brancos, porção com 98 a 100% de grãos de tef muito brancos;
- Nech – Grãos brancos, porção com 95 a 100% de grãos brancos de tef;
- Sergegna – Grãos misturados de tef branca e marrom, em maior ou menor quantidade que as porções de megna, nech e key;
- Key – Grãos marrons de tef, porção com 94 a 100% de grãos marrons de tef.

Conforme a Agência Central de Estatística da Etiópia (CSA, 2014), a principal cultura alimentar neste país é a tef.



Figura 1 – Classificação dos grãos de tef: a - Megna; b – Nech; c – Sergegna; d - Key.

Fonte: Bultosa (2016).

2.2 CULTIVO NO MUNDO E NO BRASIL

Segundo Jöst et al. (2015) e Ketema (1997) a tef possui bom desempenho devido a sua resistência a condições ambientais extremas, incluindo seca, alagamento, e solos pobres, além de ser facilmente armazenada e é mais forte que outros cereais ao ataque de pragas. Conforme Gebremariam, Zarnkow e Becker (2014), a tef é capaz de tolerar condições ambientais desfavoráveis, inclusive locais onde a viabilidade de outros cereais é menor, sendo resistente a pragas e insetos. Para Gamboa e Ekris (2008) as sementes de tef podem ser viáveis por muito tempo, contando que não sejam expostas à luz do sol e a umidade.

As plantas do gênero *Eragrostis* possuem alto rendimento para forragem, pastagem de boa qualidade, são capazes de beneficiar a vegetação de terras deterioradas e controlar a erosão do solo, características que contribuíram para a sua popularidade (ZEID et al., 2011). De acordo com Boechat e Longhi-Wagner (2000), o gênero é fragmentado em regiões de clima tropical, subtropical e temperado, com ocorrência maior em solos secos e lugares abertos. A tef apresenta-se distribuída na região Norte e Centro-Oeste do Brasil, no estado do Pará sendo uma espécie introduzida na região (BOECHAT, LONGHI-WAGNER, 2000).

A tef é alvo de diversos estudos de melhoramento e relações genéticas e, conforme Assefa et al. (2015), na agricultura, a tef é única devido à sua biodiversidade, pois possui características genéticas úteis aos agricultores, sendo capaz de resistir a condições ambientais extremas, além de gerar renda familiar e oferecer segurança alimentar.

2.3 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL

Conforme Adebowale et al. (2011) a proteína da tef é composta de 3% a 15 % de prolaminas e, ainda, relataram diferença entre a prolamina da tef e as prolaminas do sorgo, pois as prolaminas da tef são hidrófilas, menos polimerizadas e possuem menor estabilidade térmica. Os autores observaram, ainda, que a determinação de proteína das farinhas pode sofrer influência de condições de cultivo.

Ketema (1997) comparou o conteúdo de aminoácidos dos grãos de tef com a quantidade considerada adequada pelos padrões da Organização das Nações Unidas

para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e observou teores superiores na tef de: leucina, valina, fenilalanina, tirosina, treonina, metionina e cistina. Conforme afirma Ketema (1997), a tef apresenta constituição de aminoácidos excelente e, quando comparada com outros cereais, exibe maior teor de lisina.

Conforme Zhu (2018) a maior parte das fibras da tef são insolúveis, havendo um teor elevado de fibras, enquanto que a maior parte dos ácidos graxos são insaturados, sendo eles: ácido linoleico e ácido oleico.

Abebe e Ronda (2014) realizaram uma análise comparativa entre a composição química de farinha de tef, farinha de trigo e farinha de arroz e encontraram maior teor de cinzas na tef do que nas demais farinhas. Os minerais ferro e selênio estão em grande quantidade, assim como, a vitamina niacina (ZHU, 2018).

2.4 UTILIZAÇÃO DE TEF EM PREPARAÇÕES

Conforme Bultosa e Taylor (2004), a farinha de tef pode servir como espessante, em pudins, mingaus, sopas e molhos; fermentada, a tef serve como componente básico para pães, como exemplo a injera, uma panqueca a partir de tef fermentada, assim como no desenvolvimento de cervejas e bebidas étnicas.

Gebremariam, Zarnkow e Becker (2014) afirmam que a Injera, feita com a farinha de tef, possui a aparência de favo de mel após a massa fermentar por 3 a 4 dias e pode ser também adicionada de sorgo ou cevada. No entanto, os autores relatam que a farinha de tef produz uma injera macia, flexível, que não se quebra com o manuseio e não gruda, com melhor aparência e com gosto um pouco amargo. A injera é frequentemente consumida acompanhada de um molho de carne, lentilha, ervilha, ou grão de bico, denominado “Wot”.

O mingau feito com a farinha de tef é denominado “atmit” ou “muk” e também é elaborado um pão ázimo (não fermentado) chamado “Kitta”. Quando utilizado o grão da tef, são elaboradas bebidas, como a “Tella” (cerveja com 2% a 6% de volume alcoólico), “Katikala” (licor), “Arake” (bebida destilada com 45 a 50% de volume de álcool) e “Shamit” (cerveja); na “Tella” são adicionadas folhas de “Gesho”, que conferem o sabor amargo da bebida assim como o equilíbrio da microflora responsável pelo processo de fermentação (GEBREMARIAM, ZARNKOW, BECKER; 2014).

2.4.1 Preparações com utilização somente da tef

Alguns trabalhos avaliaram preparações utilizando somente a farinha de tef, sendo eles:

No trabalho de Hager e Arendt (2013), os autores afirmam que a produção de produtos de panificação sem glúten, de alta qualidade, é um desafio tecnológico devido à ausência dos compostos viscoelásticos do glúten e apresentam no seu trabalho a utilização de hidrocolóides como a Hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e a goma xantana; que possibilitam maior quantidade de água ocasionando menor dureza quando confrontado ao tratamento controle. O microorganismo *Xantomonas campestris* segrega a goma xantana, um heteropolissacarídeo que aumenta a viscosidade e, mesmo após o aquecimento, mantém estáveis as propriedades reológicas (HAGER, ARENDT, 2013).

Os mesmos autores analisaram ainda a composição centesimal da farinha de tef de pães, relacionando à farinha de arroz, milho e trigo sarraceno e concluíram que a tef possui um teor de fibra mais elevado que as demais farinhas, assim como quantidades significativas de fitato e polifenóis; a temperatura para iniciar o processo de gelatinização é mais elevada na tef.

No estudo de Hager et al. (2012) demonstrou que pães com 100% de tef desenvolviam menor volume específico e estrutura mais densa, concluindo que a qualidade dos pães de tef foi menor que a qualidade do tratamento padrão, com trigo.

Coleman (2013) avaliou a utilização de farinha de tef em bolo, biscoito e pão e observou que tanto pães quanto bolos com 100% tef, tiveram seu volume reduzido; enquanto o biscoito teve a cor alterada assim como a altura, concluindo que a melhor adequação para o uso de farinha de tef é na elaboração de biscoitos.

Tess et al. (2015) avaliaram *muffins* com 100% de farinha de tef e observaram maior firmeza em *muffins* e baixa aceitabilidade na análise sensorial, nos parâmetros de aparência, sabor, odor e aceitação geral; no entanto, o teor energético, teor de lipídeos proteína, fibra, cálcio e ferro foram maiores nos *muffins* com 100% tef.

Simón (2011) avaliou 100% de farinha de tef em *cupcakes* e observou melhora das propriedades nutricionais, porém maior firmeza, coloração mais avermelhada, e com menor luminosidade em relação aos *cupcakes* com farinha de trigo; a análise sensorial revelou o grau de satisfação aproximado da média geral da escala hedônica.

2.4.2 Preparações contendo tef associadas a outras farinhas

A seguir, são apresentados trabalhos que analisaram produtos que combinaram à farinha de tef com outras farinhas.

Em relação às variedades de tef, as massas compostas de tef branca apresentaram menor volume do que os pães suplementados com outras variedades de tef marrom e vermelha, a viscosidade das massas não foi afetada, no entanto, as variedades marrons e vermelhas seriam preferíveis que a variedade branca em função da característica viscoelástica e das propriedades de manuseamento da massa (ABEBE et al., 2015).

Abebe et al. (2015) avaliaram pães de trigo com diferentes percentuais de tef e encontraram que pães com 30% de farinha de tef, tiveram maior volume do que os pães controle (pães com 100% trigo), com redução da consistência e maior deformabilidade das massas. Na amostra com 40% de tef os autores observaram um volume menor dos pães que o pão controle. Até 10% de tef, a propriedade viscoelástica não se alterou. Para os mesmos autores a incorporação de tef em maior percentagem (40%) aumenta a aderência e isso pode afetar a manipulação e a modelagem do pão. Concluindo que a amostra de 30% de farinha de tef destacou-se das demais.

Ezpeleta (2010) observou que pães com maior quantidade de tef (15% e 30%) resultaram em menor atividade da α -amilase, conseqüentemente alto índice de queda, volume e comprimento reduzidos, grande firmeza e pouca elasticidade; devido à maior absorção de água, estas amostras apresentaram maior peso em relação às aquelas com menos tef ou sem tef (100% farinha de trigo). Na análise sensorial dos pães nesse mesmo estudo notou-se menor aceitação por pães com maior teor de tef, o que foi justificado pela coloração mais escura.

Para Díez (2012) a tef influenciou na redução do tempo de validade em pães, pois aumentou a decomposição e a ausência de glúten prejudicou o manejo do pão. A tef reduziu ainda a tenacidade, extensibilidade, força, volume e viscosidade, se quebrando ao esticar. Conforme a maior adição de tef e menor teor de farinha de trigo, mais gás carbônico foi liberado na fermentação, e menor potencial para armazenar o gás. Para o mesmo autor, em adições de 40% ou mais, a tef piora as características do pão, porções

de até 10% já beneficiariam nutricionalmente a preparação e não prejudicariam as características físicas e sensoriais do pão de trigo.

Simón (2012) afirma que a utilização de tef em biscoitos melhorou as propriedades nutricionais, porém em altas quantidades gerou dureza e escurecimento do biscoito. A aceitação de biscoitos se aproximou ao ponto médio e as amostras com menores doses de tef foram as mais bem aceitas; as amostras com 100% de tef foram menos apreciadas; embora a adição de HPMC aos biscoitos tenha aumentado o volume.

Alaunyte et al. (2012) analisaram a qualidade nutricional de pães com farinha de tef branca em substituição à farinha de trigo (nas quantidades de 0%, 10%, 20% e 30%), e utilizaram enzimas (xilanase e amilase, amilase e glucose oxidase, glucose oxidase e xilanase, lipase e amilase). Os autores verificaram que a tef aumentou os níveis de ferro quando comparado aos pães de trigo, sendo que os pães com 30% tef apresentaram o dobro do teor de ferro daqueles com trigo, a capacidade antioxidante aumentou nos pães de 10%, 20% e 30% de tef. Quanto aos teores de gordura e fibra total, os pães de tef não revelaram diferença dos pães de trigo, enquanto que a aceitabilidade geral dos pães de tef demonstrou-se diminuída, assim como o atributo de sabor.

Hofmanová, Hrusková e Svec (2014) avaliaram a utilização de farinha de tef branca e tef marrom nas proporções de 20% e 30%, em pães de trigo e observaram que quanto mais tef adicionada à preparação, maior o teor de fibra alimentar, proteína e cinzas, não obstante, o volume específico reduziu para mais da metade (de 313mL/g a 135mL/g).

Ronda et al. (2015) avaliaram pães de trigo com substituição de até 40% de farinha de tef e observaram em pães com tef, a redução da firmeza, do volume dos pães, da digestibilidade *in vitro*, da luminosidade para crosta e para o miolo, porém ocorreu um aumento da atividade antioxidante, dos flavonóides e dos seguintes minerais: ferro, cobre, zinco, magnésio, manganês, cálcio, potássio e fósforo.

Coleman et al. (2013) analisaram pães, bolos e biscoitos, com até 100% de farinha de tef. Os autores revelaram que os pães com substituição de até 40% de farinha de tef foram sensorialmente e tecnologicamente viáveis quando comparados aos pães com trigo, observados a partir das características físicas: leve redução de volume, irrelevante alteração na firmeza. Os mesmo autores mencionaram ainda que o teor antioxidante e de flavonoides foi maior nas amostras com farinha de tef.

2.4.3 Fécula de mandioca

Segundo o levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2017) a mandioca teve sua origem no Brasil, sendo capaz de se desenvolver em condições climáticas e de solo desfavorável. Essa cultura se disseminou e, atualmente, faz parte dos alimentos mais consumidos no mundo. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE registrou a produção brasileira de 23,71 milhões de toneladas da raiz no ano de 2016, contudo a Nigéria é o país com maior produção de mandioca no mundo, seguido da Tailândia, Indonésia e em quarta posição o Brasil (Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, 2017). Segundo a FAO (2014) a mandioca na região dos trópicos representa a terceira fonte principal de calorias.

O produto amiláceo obtido das partes subterrâneas comestíveis dos vegetais, como exemplo os tubérculos, raízes e rizomas, é denominado fécula. A fécula é obtida pelo descascamento, trituração, desintegração, purificação, peneiramento, centrifugação, concentração e secagem das raízes da mandioca (*Manihot utilíssima*) (VIEIRA et al., 2010). A partir da extração da fécula de mandioca é produzido o polvilho, que conforme o teor de acidez será denominado doce ou azedo (BRASIL, 2005).

A mandioca possui teores elevados de vitaminas - tiamina (B1) riboflavina (B2), e niacina (B3) e carboidratos, sendo o amido o seu componente prioritário. Possui também teor reduzido de proteínas e menor teor de lipídeos quando comparado ao amido dos cereais (ZHU, 2015).

Quando explorada a composição química da fécula de mandioca, Júnior et al. (2006) revelaram que a quantidade de proteínas, minerais, e lipídeos é menor em comparação à da farinha de trigo. Quanto aos carboidratos, esse parâmetro se opõe aos demais, apresentando maior quantidade de carboidrato na fécula de mandioca do que na farinha de trigo. Quanto aos parâmetros físicos, Júnior et al. (2006) afirmaram que a adição de fécula de mandioca em pães de trigo possibilita menor esfarelamento da crosta durante o corte do pão, tornado a superfície da crosta mais lisa, além de possibilitar maior maciez e melhor sabor à massa. Vieira et al. (2010) analisaram a substituição de farinha de trigo por 5%, 10% e 15% de fécula de mandioca em pães e concluíram que além de 10% de fécula de mandioca provoca alterações na qualidade sensorial e física dos mesmos, quanto maior o teor de fécula de mandioca utilizado nas preparações, menor o volume específico do pão; não foi demonstrado diferença nos

atributos de cor, aroma e sabor, no entanto a maciez apresentou menor aceitação para os pães com fécula de mandioca na realização da análise sensorial.

Em função do valor econômico, do sustentável e amplo teor de amido da mandioca, Zhu (2015) afirma que há possibilidade de uso em várias preparações.

2.4.4 Farinha de arroz

Conforme o relatório da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2015) o arroz é o alimento fundamental de mais da metade da população no mundo, sendo um dos cereais mais produzidos e consumidos. Machado (2016) afirma que em relação aos produtos de panificação sem glúten, o substituto principal da farinha de trigo é a farinha de arroz, e observa também, que devido às diferenças estruturais das proteínas entre ambos, acarretam por consequência, distinção no desenvolvimento de uma massa viscoelástica.

O relatório da CONAB (Brasil 2015), contrapõe o relato anterior, revelando que as características reológicas da farinha de arroz fornecem propriedades tecnológicas relevantes: possui viscosidade reduzida, possibilitando ser facilmente bombeada em processos industriais. Machado (2016) revela que a principal fração proteica do endosperma do arroz que possibilita a elaboração de massas viscoelásticas, é a glutelina denominada orizenina.

A farinha de arroz é comumente proveniente de grãos de arroz quebrados, sendo o amido o carboidrato principal (aproximadamente 80%), composto de amilopectina e amilose; a distribuição e o tamanho das partículas influencia na absorção e retenção de água, no volume específico e na viscosidade de pães: quanto menores as partículas, mais finas, maior absorção e retenção de água, maior área superficial de contato, maior o volume específico, modificando a viscosidade do amido. As partículas da farinha de arroz possuem tamanho médio, com baixa retenção de água. A farinha de arroz possui baixo teor de lipídeos e proteína, quanto aos aminoácidos, a alanina, asparagina, arginina, glicina, glutamina e lisina são aqueles em maior teor na orizenina (MACHADO, 2016).

Quando comparado à pães de farinha de trigo integral, Machado (2016) relata que os pães de farinha e arroz apresentam volume específico menor, miolo com maior firmeza e maior tendência à retrogradação.

2.5 PÃO

O regulamento técnico para fixação de Identidade e Qualidade de pão define pão como: o produto obtido pela cocção, em condições tecnologicamente adequadas, de uma massa fermentada ou não, preparada com farinha de trigo e ou outras farinhas que contenham naturalmente proteínas formadoras de glúten ou adicionadas das mesmas e água, podendo conter outros ingredientes (Brasil, 2000).

Conforme Battochio et al. (2006), o pão é prestigiado em função das características de sabor, odor, aparência, custo e disponibilidade, consumido na condição de lanche ou refeição. Gutkoski et al. (2005) citam que o aumento da ingestão alimentar resultou na demanda de um desenvolvimento tecnológico – novas formulações, ingredientes, entre outros. O tempo para consumo é reduzido em função da atividade de água elevada, da retrogradação do amido, do comportamento das proteínas e pentosanas, ocasionando endurecimento e redução da crocância.

César et al. (2006) apontam o sal, a farinha de trigo, água e fermento como os itens mais comumente empregados na fabricação de pão; o glúten contido na farinha mantém o gás carbônico liberado durante a fermentação fornecendo volume e elasticidade; o sal favorece a elasticidade do glúten, o sabor e o odor; a água garante a consistência, a maciez, a textura, a maior elasticidade do glúten, contribui na fermentação e na hidratação; o fermento biológico assegura a fermentação, o aroma e o sabor; o açúcar confere sabor e coloração, assim como a gordura, também proporciona maciez, aumento do tempo de comercialização; o ovo atribui ao pão mais sabor, coloração e textura.

O Instituto Tecnológico de Panificação e Confeitaria - ITPC e a Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria - ABIP (2016), revelou no levantamento do segmento de empresas de Panificação e Confeitaria brasileiras, do ano de 2015, 2,7% de crescimento do setor, com o faturamento chegando a R\$84,7 bilhões, com 63,2 mil empresas.

2.6 GLÚTEN E DOENÇA CELÍACA (DC)

O protocolo clínico e diretrizes terapêuticos da doença celíaca (Brasil, 2009) e Pinto-Sánchez et al. (2016), definem a DC como uma intolerância auto-imune permanente, desencadeada pelas proteínas presentes no glúten de determinados cereais, em indivíduos geneticamente suscetíveis. O glúten em celíacos provoca uma resposta inflamatória que resulta em lesões na mucosa do intestino delgado e sua atrofia, gerando uma redução na absorção dos nutrientes ingeridos, podendo ocorrer deficiências nutricionais. O tratamento para doença celíaca (DC) consiste na restrição completa de alimentos que contenham glúten e por este motivo a Lei nº. 10.674, proposta pela Vigilância Sanitária (Brasil, 2003) determina que os produtos com glúten devam advertir no rótulo a presença do glúten.

Messias (2006) relata a existência de aproximadamente 25 milhões de pessoas com DC, com prevalência de 1:250 casos/habitantes; sendo diagnosticada a partir de exames sorológicos e histopatológicos, no entanto, o autor sugere que as estratégias de prevenção ideais seriam o aconselhamento genético e a intervenção gênica como alternativas futuras. Estima-se que nos últimos 50 anos tenha ocorrido um aumento da frequência da DC, de 4 a 5 vezes (RUBIOTAPIA et al., 2009).

Norris et al. (2005) propõem que os fatores de risco ambientais, como a forma de introdução do glúten na dieta infantil em conjunto com a predisposição genética influenciariam o desenvolvimento da DC. Pinto-Sánchez et al. (2016), concluem em seu estudo o que o consumo tardio do glúten é associado com um risco aumentado da doença, enquanto que para o consumo precoce não há evidência do aumento do risco de DC.

Vici et al. (2016) apontaram que a alimentação sem glúten demonstrou ter menores teores de fibras, micronutrientes (especialmente a vitamina D, vitamina B12 e ácido fólico), minerais (principalmente o ferro, o zinco, o magnésio e o cálcio), e revelaram também quantidade elevada de ácido graxo saturado e hidrogenado, assim como maior índice glicêmico e carga glicêmica da refeição.

No estudo de Spaenij-Dekking, Kooy-Winkelaar e Koning (2005), os autores concluíram que as variedades de tef não possuem glúten ou homólogos de glúten, indicando adequação na alimentação de indivíduos celíacos, no entanto, ressaltam a necessidade de novas análises para utilização por pacientes celíacos em remissão da doença.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo experimental com desenvolvimento de formulações de pães a partir de tef. No Laboratório de Técnica Dietética do curso de Nutrição da Faculdade de Medicina (FAMED) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Foram realizados testes preliminares, os ajustes das formulações dos pães, assim como as análises de altura, peso, percentual de perda de peso, rendimento, volume, aceitabilidade e intenção de compra. No laboratório de Compostos Bioativos do Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos (ICTA) da UFRGS foi realizada a composição centesimal, a determinação de fibras totais e insolúveis, análise de cor e firmeza. No Laboratório de Métodos Biofísicos de Análises da UFRGS foi avaliado o aminograma.

3.1 FORMULAÇÃO E ELABORAÇÃO DOS PÃES

A tef marrom da espécie: *Eragrostis tef* (Zuccagni) Trotter, foi proveniente do produtor El Campo, de Ponta Porã, MS. Os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local de Porto Alegre, RS.

Os grãos de tef foram secos em estufa, sob a temperatura de 60°C por 12 horas, em seguida, triturados em moedor de café - marca Cadence, modelo Di Grano (MDR302-127), com lâminas em aço inox e potência de 150 Watts - até atingir a espessura de farinha e peneirados em peneira de mesh 35 (\cong a 425mm).

Vários testes preliminares foram realizados até a obtenção final de quatro formulações que tiveram potencial promissor para serem avaliadas neste estudo: T1 sem tef (padrão) com 100% de farinha de trigo; T2 com 100% de farinha de tef; T3 com 75% farinha de tef e 12,5% de farinha de arroz e 12,5% de fécula de mandioca, T4 com 50% farinha de tef e 25% farinha de arroz e 25% de fécula de mandioca.

Os seguintes ingredientes: sal refinado, açúcar cristal, óleo de soja, ovo branco, fermento biológico seco e goma xantana foram inseridos na formulação com o propósito de facilitar a homogeneização das formulações, além de estabelecer atributos sensoriais favoráveis, como textura, sabor e aparência global característicos de pão. A goma xantana foi adicionada, conforme Hager e Arendt (2013), apenas nos tratamentos

com farinha de tef. As formulações com todos os ingredientes podem ser observadas na tabela 1.

Tabela 1 – Ingredientes para formulações dos pães de forma com e sem tef.

Ingredientes	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Farinha de trigo (g)	100	-	-	-
Farinha de tef (g)	-	100	75	50
Farinha de arroz (g)	-	-	12,5	25
Fécula de mandioca (g)	-	-	12,5	25
Goma xantana (g)	-	2	2	2
Sal refinado (g)	2,5	2,5	2,5	2,5
Açúcar cristal (g)	5	5	5	5
Óleo de soja (mL)	6	6	6	6
Fermento biológico instantâneo (g)	2,5	2,5	2,5	2,5
Água (mL)	10	110	95	70
Ovo (g)	48	48	48	48

Todos os ingredientes foram pesados, em balança analítica digital milesimal (0,01G) UNIBLOC - MARCA SHIMADZU® - modelo UX-6200H. A produção da massa foi realizada a partir do método direto de fermentação. Para o preparo da massa do pão o forno foi pré-aquecido por 20 minutos sob 220°C. Os pães foram assados por 25 minutos sob 220°C de temperatura. A preparação do pão pode ser acompanhada através do fluxograma da Figura 2, adaptado de César et al. (2006).

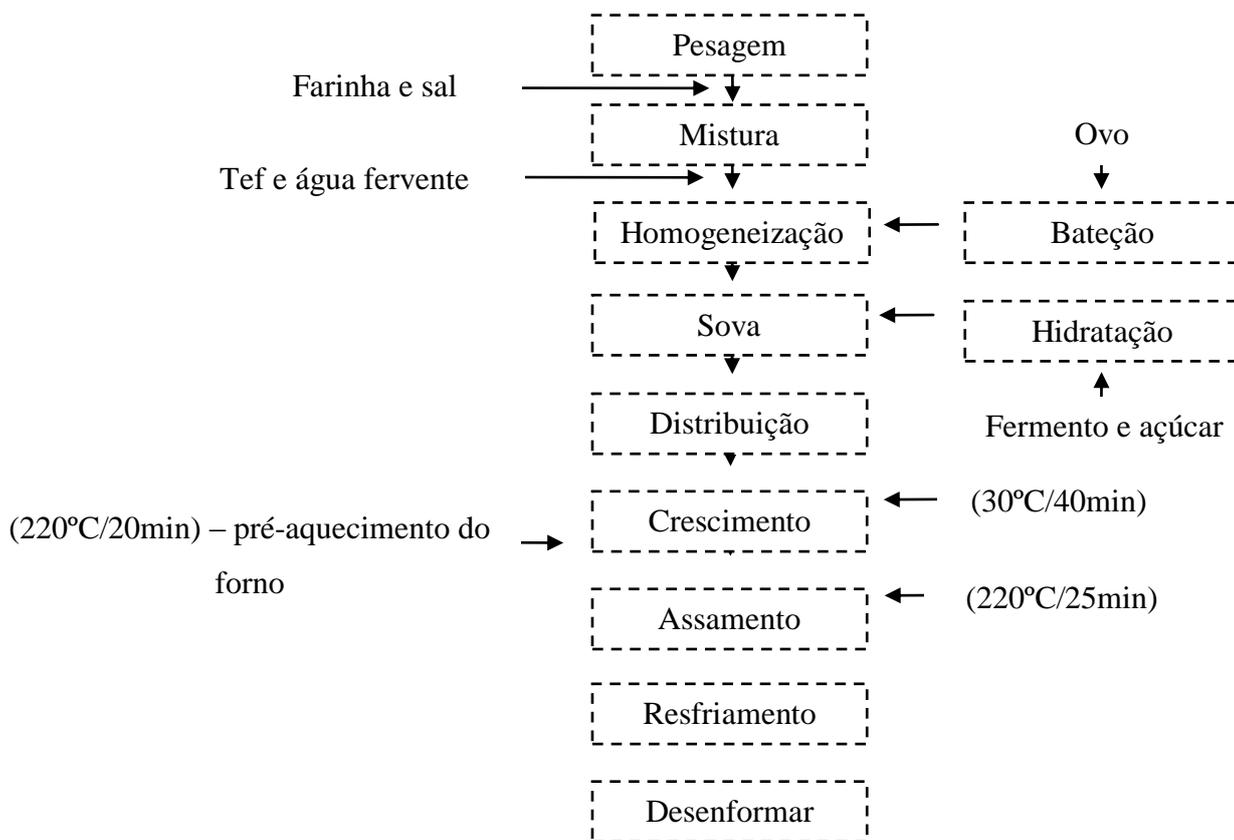


Figura 2 - Fluxograma do processo de produção do pão.

Fonte: Adaptada de César et al. (2006).

3.2 AVALIAÇÃO QUÍMICA

3.2.1 Avaliação da composição centesimal

As análises químicas foram realizadas em triplicata, conforme a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). Para realização da análise de umidade, a amostra foi homogeneizada e macerada em gral. A cápsula foi previamente seca em estufa por 3 horas, levada ao dessecador para esfriar, pesada em balança digital analítica (0,0001g) UNIBLOC - MARCA SHIMADZU® - modelo AY-220, e após teve seu peso tarado. A umidade foi avaliada a partir da perda de peso por dessecação de uma amostra de 3g submetida ao aquecimento em estufa à 105°C até a obtenção de peso constante.

As cinzas foram apuradas a partir do método gravimétrico de obtenção da perda de peso do material quando submetido à temperatura de 550°C. Os cadinhos utilizados na análise foram calcinados previamente por 12 horas na mufla, resfriados em

dessecador, pesados e após o peso foi tarado. 1g de amostra foi pesada, seca em chapa de aquecimento e transferida para a 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 analítica.

A determinação dos lipídeos ocorreu pelo método Soxhlet. Em cartuchos de Soxhlet foi adicionado tubos de papel filtro e 2,5g de amostra, cobertas com algodão na superfície e no interior dos tubos, secos e levados ao aparelho de Soxhlet. Os copos de Soxhlet foram desumidificados em estufa de 105°C por 12 horas, pesados em balança analítica, adicionados com 95mL de éter de petróleo e levados ao aparelho de Soxhlet. Após a extração, a amostra foi levada à estufa, para evaporação completa do éter de petróleo, ao dessecador para esfriar e após foi pesada.

A determinação de proteínas foi realizada pelo método Kjeldahl, utilizando 0,5mg de amostra, 5g de mistura catalítica, 20mL de ácido sulfúrico para a realização da digestão à 400°C em tubos de Kjeldahl. A partir de uma reação de oxirredução, as moléculas de proteína foram destruídas, liberando compostos voláteis, a amostra atingiu uma coloração azulada. Na destilação, aproximadamente 60mL de ácido bórico 4%, água e indicador de Tashiro foram adicionados ao erlenmeyer. Em seguida, foi realizado a titulação com ácido sulfúrico 0,1N, o volume gasto foi anotado para medir o nitrogênio total. O valor foi convertido em proteína bruta pelo fator 5,70. Este valor de referência é o indicado para cereais e grãos.

A quantidade de carboidratos foi estimada a partir do cálculo da diferença entre o somatório dos teores de umidade, cinzas, lipídeo, proteína e fibra alimentar encontrados na análise química, reduzido de 100g do alimento (ANVISA, 2012).

A energia foi determinada conforme os fatores de conversão: lipídeo corresponde à 9 kcal/g; proteína à 4kcal/g e carboidrato à 4 kcal/g, somados resultaram no valor calórico do alimento, conforme o estipulado pela RDC nº 360 do Ministério da Saúde.

3.2.2 Avaliação da composição de fibras

A quantidade de fibra foi determinada em duplicata, com o método enzimático gravimétrico, descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), na qual a amostra foi submetida à digestão com três enzimas: α -amilase termo resistente, protease e amiloglicosidase, obtidos com o uso do Kit Sigma-Aldrich, modelo TDF100A-1KT.

Após a digestão da amostra, para determinação de fibras totais, adicionou-se álcool etílico 95% e a mistura ficou em repouso por uma hora. A amostra foi filtrada com bomba de vácuo em cadinhos de vidro e posteriormente levados à estufa à 105°C. Após a secagem, uma replicata foi levada à mufla e determinou-se o teor de cinza, já na outra replicata determinou-se o teor de proteína. A partir do resíduo total da amostra foi reduzido o teor de proteínas, resíduo total branco (com sílica), e cinzas.

Para definição de fibras insolúveis seguiu-se o mesmo método, no entanto as amostras não foram submetidas ao álcool 95%. As fibras solúveis foram calculadas pela diferença entre as fibras totais e as fibras insolúveis.

3.2.3 Avaliação da composição de aminoácidos

Os tratamentos (T1, T2, T3 e T4) foram inicialmente pré-tratados – secos, pesados e após realizado hidrólise das proteínas, levados à estufa, filtrados e titulados – em seguida, as amostras foram derivadas, acidificadas e analisadas cromatograficamente. Os dados foram avaliados com o programa CHROMuLAN, version 0,90 (Jindrich PIKRON Ltda, 2002) e Microsoft Office Excel (Microsoft Corporation, 2007). Foram utilizados os seguintes equipamentos: sistema de bomba ternária, modelo 525 sistema de Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), termostato de coluna, modelo 582, (Bio Teck Instruments, Alemanha); Hi-Chrom C18 coluna (modelo HI-5C18-250A, Hi-Crom, Reino Unido), detector de fluorescência PNA-LIF (ISB Ltda Indústria e Comércio, Brasil); Cheminert Valco válvula de injeção, o modelo C1, com 10 L loop (Valco Instruments Co. Inc., EUA).

3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

3.3.1 Altura, peso, perda de peso, rendimento e volume

Os quatro tratamentos tiveram a sua altura e peso analisados durante o pré-forneamento e pós-forneamento, com os pães em temperatura ambiente. Utilizando a balança analítica digital milesimal (0,01G) UNIBLOC - MARCA SHIMADZU® - modelo UX-6200H e altura medida com régua. A perda de peso foi determinada pela diferença entre os pesos pós-forneamento e pré-forneamento. O rendimento foi

determinado a partir do valor do peso da preparação pronta, pós-forneamento dividido pelo peso da preparação crua, pré-forneamento (ALMEIDA, 2011; GUIMARÃES et al., 2010).

O volume aparente das amostras foi definido a partir do método de deslocamento de sementes de painço, conforme a metodologia de Pizzinatto et al. (1993). A amostra foi depositada em um becker e as sementes de painço despejadas com auxílio de um funil até que ocorresse o transbordamento e a completa deposição do painço, após foi nivelada com uma régua. O painço excedente foi 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 e firmeza

A cor do miolo e da crosta dos pães foi determinada utilizando colorímetro (Chroma Meter) Modelo CR-400 Konica Minolta, expressa pela luminosidade (L) e cromaticidade (a^* - referente ao vermelho/verde; b^* - referente ao amarelo/azul) – metodologia CIELAB. 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.

A firmeza dos pães foi avaliada utilizando o texturômetro marca Stable Micro Systems e software Exponent Lite e modelo TA.XT Plus. A firmeza foi determinada 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. Todas as avaliações descritas anteriormente foram realizadas em triplicata.

3.4 ANÁLISE SENSORIAL

A análise de aceitabilidade e de intenção de compra foi realizada com 65 avaliadores não treinados de ambos os sexos, com idade entre 18 e 50 anos, não celíacos recrutados de forma aleatória e voluntária nas dependências da Faculdade de Medicina/UFRGS, mediante convites realizados através de cartazes (APÊNDICE 1 e 2) afixados nas dependências da faculdade. O número mínimo de avaliadores previsto era

de 52, de acordo com cálculo amostral sugerido pelo NAE/UFRGS, o qual leva em consideração a análise de variância, probabilidade do erro (5%) e o desvio padrão.

Os avaliadores assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE 3) após receberem informações detalhadas das preparações e dos procedimentos. As amostras foram oferecidas em pratos descartáveis brancos, codificadas com números de três dígitos aleatórios, conforme a Figura 3:



Figura 3 – Distribuição e codificação dos tratamentos elaborados com farinha de tef e associações. T1- amostra 619; T2 – amostra 740; T3 – amostra 308; T4 – amostra 972.

Para cada avaliador foi fornecido uma fatia de aproximadamente 10 gramas de cada formulação, juntamente com as fichas de avaliação sensorial dos pães (APÊNDICE 4 e APÊNDICE 5) e um copo de água para limpeza das papilas gustativas.

A ficha possuía uma escala hedônica, variando de 1 (“Desgostei muitíssimo”) a 9 (“Gostei muitíssimo”) pontos, para avaliar os atributos: aparência, cor, textura, sabor, odor e aceitação global. Os pães também foram avaliados quanto à intenção de compra dos avaliadores. Cada avaliador recebeu a ficha com a escala de 5 pontos (APÊNDICE 5) variando de 1 (“Certamente não compraria”) a 5 (“Certamente compraria”) para analisar cada uma das amostras.

3.5 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Esse estudo foi submetido aos Comitês de Pesquisa da FAMED/UFRGS e Comitê de Ética da UFRGS e somente após a aprovação foi iniciado, de acordo com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde - CNS. Foi aprovado pelo protocolo de avaliação sob o número 63481317.0.0000.5347 do CAAE. Os participantes tiveram a garantia do sigilo de suas identificações, bem como o direito de participação na pesquisa através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o qual explicou 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 ASSISTAT, versão 7.7 beta (SILVA e AZEVEDO, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AVALIAÇÕES QUÍMICAS

4.1.1 Composição centesimal

De acordo com os resultados da composição centesimal da Tabela 2, os tratamentos T2 - 100% farinha de tef (45,6%), T3 - 75% farinha de tef (43,6%) e T4 - 50% farinha de tef (43,8%) apresentaram maior teor de umidade, com diferença estatística significativa em relação ao tratamento T1- padrão, 100% farinha de trigo (23,6%), resultado que difere do encontrado por Tess et al. (2015), que não encontraram diferença de umidade entre *muffins* com teor de tef de 25%, 50%, 75% e o tratamento controle. Abebe e Ronda (2014) observaram que a farinha de tef não possui diferença no teor de umidade quando comparadas às farinhas de trigo e arroz.

Conforme Melo Filho (2011) o teor intermediário de umidade afeta as características microbiológicas, sendo que alimentos com umidade intermediária são aqueles com 20 a 40% e alimentos com alta umidade aqueles com teor maior que 40%; portanto, a umidade dos tratamentos com tef, T2, T3 e T4, é classificada como alto teor, enquanto o tratamento T1 (padrão) é classificado como intermediária umidade. Quanto maior o teor de umidade, maior o desenvolvimento de bactérias neste meio e conseqüentemente, maior velocidade de proliferação das mesmas, assim como, maior escurecimento não enzimático, maior oxidação de lipídeos, maior o crescimento de fungos, leveduras, conseqüentemente mais veloz a deterioração, reduzindo o tempo de prateleira.

A umidade máxima para pães elaborados somente com farinha de trigo, estipulada pela Resolução nº 90 Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2000) é de 38%, portanto o valor médio de T1 - 100% farinha de trigo (23,6%) é adequado à legislação, enquanto os demais apresentaram valores de umidade inadequados para a ANVISA. Dessa maneira, se faz necessário avaliar o aspecto microbiológico e atividade de água, a fim de obter ideal estado de conservação e maior tempo de prateleira.

Foi observada diferença estatística significativa de cinzas para T1 (2,6%), com menor percentual e T2 (4,7%) com maior percentual, seguido do T3 (4%) e T4 (3,6%), sendo que T3 e T4 não apresentaram diferenças estatísticas significativas. Abebe e

Ronda (2014) observaram maior teor de cinzas na farinha de tef quando comparada à farinha de trigo e à farinha de arroz, que coincide com os achados neste estudo. Hofmanová, Hrusková e Svec (2014) observaram igual achado, em pães de trigo com substituição de 20% e 30% de farinha de tef, encontraram maior teor de cinzas a medida que aumentavam o teor de farinha de tef nos pães. Assim como os demais autores, Ronda et al. (2015) encontraram um aumento das cinzas (especificamente os minerais: ferro, cobre, zinco, magnésio, manganês, cálcio, potássio e fósforo) de acordo com a substituição de até 40% de farinha de tef em pães de trigo.

Os valores de lipídeo e proteína não apresentaram diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os quatro tratamentos. Abebe e Ronda (2014) analisaram o valor proteico de farinha de tef e encontraram um teor reduzido de proteína quando comparado à farinha de trigo e um teor proteico elevado quando comparado a farinha de arroz, resultados que contrapõem o encontrado no presente estudo; os autores encontraram também maior teor de gordura na farinha de tef que nas farinhas de trigo e arroz, divergindo também do achado no presente estudo. Hofmanová, Hrusková e Svec (2014) revelaram resultados que contrapõem o encontrado no presente estudo e conforme aumentaram a farinha de tef em pães de trigo (substituição de 20% e 30%), maior o teor de proteína proporcionalmente.

O tratamento T1 (tratamento padrão, 100% farinha de trigo) apresentou maior teor de carboidrato (40,3%), com diferença estatística significativa; já T2 (100% farinha de tef) foi o tratamento com menor teor de carboidrato das quatro amostras (3,8%), com diferença estatística significativa. T3 (11,8) e T4 (13,6) não apresentaram diferença estatística significativa entre si. Abebe e Ronda (2014) analisaram o teor de carboidratos da tef e encontraram teor inferior na tef quando comparada à farinha de arroz, resultado similar ao encontrado no presente estudo, visto que T3 e T4 apresentaram teor aumentado quando comparado ao T2 (100% tef). Os autores Abebe e Ronda (2014) revelaram, também, que a farinha de tef possui teor superior de carboidratos que a farinha de trigo integral, fato que não corresponde ao resultado encontrado no atual estudo.

Quanto à energia, T1 revelou-se com maior teor calórico (275,9 kcal) com diferença estatística. T2 (100% farinha de tef) apresentou menor valor calórico (126,3%) com diferença estatística para T1 e T4. No entanto T3 (75% farinha de tef) (146,3%) não demonstrou diferença estatística significativa para T2 e T4. Enquanto que T4 (154,3%) não apresentou diferença estatística significativa para T3. No trabalho de

Tess et al. (2015) analisaram *muffins* com farinha de tef na substituição de farinha de arroz e revelou maior teor energético naqueles com mais tef, resultado que se contrapõe ao encontrado.

Tabela 2 – Composição centesimal e valor calórico dos pães elaborados.

Parâmetros	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Umidade %	23,6± 0,86 ^b	45,6±3,70 ^a	43,6± 2,53 ^a	43,8± 0,93 ^a
Cinzas %	2,6± 0,06 ^c	4,7± 0,08 ^a	4,0± 0,24 ^b	3,6± 0,09 ^b
Lipídeo %	7,3± 1,95 ^a	6,3± 0,82 ^a	5,6± 0,63 ^a	6,3±0,54 ^a
Proteína %	12,3± 0,53 ^a	13,6± 0,79 ^a	12,2± 2,02 ^a	10,8± 1,37 ^a
Carboidrato %	40,3±1,98 ^a	3,8±4,26 ^c	11,8±1,49 ^b	13,6±1,16 ^b
Kcal/(100g)	275,9±12,51 ^a	126,3±11,55 ^c	146,3±12,29 ^{bc}	154,3±2,88 ^b

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

T1: Pão padrão – farinha de trigo; T2: Pão de farinha de tef (110%); T3: Pão de farinha de tef (75%) + fécula de mandioca (12,5%) + farinha de arroz (12,5%); T4: Pão de farinha de tef (50%) + fécula de mandioca (25%) + farinha de arroz (25%). Resultados expressos em base seca.

4.1.2 Composição de fibras total, insolúvel, solúvel

Baseado nos resultados da Tabela 3, T1 (13,9%) apresentou menor teor de fibras totais em relação aos demais tratamentos, com diferença estatística significativa. T2 (26,0%), T3 (22,9%) e T4 (21,8%) não apresentaram diferença estatística entre si. Zhu (2018) constatou que a tef possui alto teor de fibras, quando comparado a outros cereais, fato que corrobora no presente trabalho, pois todos os tratamentos com adição de farinha de tef apresentaram maior teor que o tratamento com trigo. Hager, Arendt (2013) também analisaram pães com farinha de tef e concluíram que tef possui teor de fibra aumentado quando comparado à farinha de arroz, milho e trigo sarraceno, achado correspondente ao encontrado. Os autores Hofmanová, Hrusková e Svec (2014) também depararam-se com resultado equivalente, afirmando que quanto mais tef adicionada à preparação, maior o teor de fibra alimentar.

Quanto às fibras insolúveis, T1 (8,9%) revelou menor teor, com diferença estatística significativa aos demais; T2 (25,5%) foi aquele com maior teor de fibras insolúveis, como também T4 (21,8%), com diferença para T1 e T3, o tratamento T3

(18,0%) apresentou diferença estatística significativa para T1 e T2, porém similaridade ao T4.

O resultado de fibras solúveis para T1(5,0%) foi similar ao T3 (4,9%), porém maior que T2 (0,5%) e T4 (0,1%) que não revelaram diferença estatística entre si. Estes resultados de fibras insolúveis e solúveis correspondem ao relatado por Zhu (2018), que afirmou que a maior parte das fibras da tef é composta de fibra insolúvel e menor parte de solúvel.

Tabela 3 – Fibras totais, insolúveis e solúveis dos pães elaborados.

Parâmetros	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Fibras totais (g)	13,9±0,3 ^b	26,0±1,0 ^a	22,9±2,5 ^a	21,8±0,5 ^a
Fibras insolúveis (g)	8,9±0,7 ^c	25,5±0,9 ^a	18,0±2,4 ^b	21,8±0,5 ^{ab}
Fibras solúveis (g)	5,0±0,4 ^a	0,5±0,1 ^b	4,9±0,2 ^a	0,1±0,0 ^b

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

T1: Pão padrão – farinha de trigo; T2: Pão de farinha de tef (110%); T3: Pão de farinha de tef (75) + fécula de mandioca (12,5%) + farinha de arroz (12,5%); T4: Pão de farinha de tef (50%) + fécula de mandioca (25%) + farinha de arroz (25%).

4.1.3 Composição de aminoácidos

Conforme os teores de aminoácidos na Tabela 4. O teor de histidina foi menor para T1 (0,66mg/g), demonstrando diferença estatística significativa para os demais. T2 (0,97mg/g) não apresentou diferença estatística significativa para T4 (1,00mg/g); T3 apresentou maior teor de histidina (1,23mg/g).

Quanto ao teor de arginina, T1 apresentou menor teor (1,91mg/g), com diferença para os demais. T2 (2,51) apresentou a média entre os tratamentos. T3 (3,03mg/g) e T4 (3,32mg/g) foram os tratamentos que revelaram maior teor de arginina.

Enquanto que a serina foi menor em T1 (2,84mg/g) e T2 (3,26mg/g), no entanto T2 não apresentou diferença estatística significativa para T3(3,53mg/g). T4 (4,76mg/g) foi o tratamento que revelou-se com teor maior de serina.

Os aminoácidos aspartato, treonina, glicina, alanina, valina, fenilalanina, leucina (+isoleucina) e o total de aminoácidos foram congruentes para os seguintes resultados: T1 apresentou valores menores entre os tratamentos com diferença estatística significativa para os demais. T2 e T3 revelaram-se similares entre si, sem diferença

estatística significativa. T4 foi o tratamento que apresentou maior teor dos aminoácidos descritos acima, inclusive para o teor de aminoácidos totais.

O teor de glutamato apresentou diferença estatística significativa entre todos os tratamentos, sendo T1 (tratamento padrão - 100% trigo) aquele pão com menor teor (0,68mg/g), T2 (1,06mg/g) apresentou maior teor de glutamato, seguidos de T3 (1,03mg/g) e T4 (0,99mg/g).

T1 (10,24mg/g) apresentou menor teor de glutamina, com similaridade à T2 (8,69mg/g) e T3(8,69mg/g), no entanto T4 (16,09mg/g) apresentou maior teor de glutamina entre os quatro tratamentos.

Quanto à tirosina, T1 apresentou menor teor (1,01mg/g), seguido de T2 (1,66mg/g) e T3 (9,65mg/g), ambos sem diferença estatística entre si, e T4 (16,09mg/g) com maior teor que os demais.

A metodologia não foi capaz de detectar a quantidade de triptofano das amostras, devido aos valores diminutos, assim como os teores de metionina para T1, T2 e T3.

A lisina relevou-se em iguais quantidades nos quatro tratamentos, sem diferença estatística significativa.

Tabela 4 – Teores de aminoácidos dos pães elaborados

Parâmetros	Tratamento			
	T1	T2	T3	T4
Histidina (mg/g)	0,66±0,1 ^c	0,97±0,0 ^b	1,23±0,0 ^a	1,00±0,0 ^b
Arginina (mg/g)	1,91±0,0 ^c	2,51±0,2 ^b	3,03±0,0 ^a	3,32±0,1 ^a
Serina (mg/g)	2,84±0,1 ^c	3,26±0,0 ^{bc}	3,53±0,1 ^b	4,76±0,2 ^a
Aspartato (mg/g)	3,04±0,1 ^c	4,32±0,0 ^b	4,50±0,2 ^b	6,09±0,3 ^a
Glutamina (mg/g)	10,24±0,8 ^b	8,69±0,1 ^b	9,65±0,3 ^b	16,09±1,2 ^a
Treonina (mg/g)	1,55±0,1 ^c	2,16±0,0 ^b	2,29±0,0 ^b	2,89±0,1 ^a
Glicina (mg/g)	1,53±0,0 ^c	1,97±0,1 ^b	2,11±0,1 ^b	2,76±0,0 ^a
Tirosina (mg/g)	1,01±0,0 ^c	1,66±0,0 ^b	1,89±0,1 ^{ab}	2,16±0,0 ^a
Alanina (mg/g)	2,05±0,0 ^c	3,13±0,1 ^b	3,31±0,0 ^b	4,73±0,2 ^a
Glutamato (mg/g)	0,68±0,0	1,06±0,0	1,03±0,0	0,99±0,0
Metionina (mg/g)	Traços	Traços	Traços	0,36±0,0
Valina (mg/g)	2,12±0,0 ^c	3,23±0,1 ^b	3,41±0,0 ^b	4,52±0,1 ^a
Fenilalanina (mg/g)	2,20±0,0 ^c	2,86±0,1 ^b	3,11±0,1 ^b	3,89±0,0 ^a
Leucina + Isoleucina (mg/g)	5,48±0,2 ^c	7,21±0,3 ^b	7,48±0,2 ^b	10,72±0,4 ^a
Lisina (mg/g)	5,17±0,3 ^a	5,32±0,7 ^a	5,13±0,2 ^a	6,05±0,1 ^a

Total de aminoácidos (mg/g)	40,48±0,8 ^c	48,35±0,1 ^b	51,71±0,9 ^b	70,32±2,2 ^a
------------------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------

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

T1: Pão padrão – farinha de trigo; T2: Pão de farinha de tef (100%); T3: Pão de farinha de tef (75%) + fécula de mandioca (12,5%) + farinha de arroz (12,5%); T4: Pão de farinha de tef (50%) + fécula de mandioca (25%) + farinha de arroz (25%). Resultados expressos em base seca.

Machado (2016) afirma que a farinha de arroz contém maior teor de arginina, alanina, aspartato, glicina, glutamina e lisina, o que corresponde ao achado no presente estudo, visto que o tratamento T4 (50% farinha de tef, 25% fécula de mandioca, 25% farinha de arroz) possui o maior teor dos aminoácidos acima citados.

Conforme afirma Ketema (1997), a tef apresenta a constituição de aminoácidos excelente, quando comparada com outros cereais e exibe maior teor de lisina, afirmativa que não corresponde ao encontrado no presente estudo, visto que os quatro tratamentos não apresentaram diferença estatística significativa entre si.

4.2 CARACTERIZAÇÕES FÍSICAS

4.2.1 Altura, peso, perda de peso, rendimento e volume

As alturas obtidas dos pães pré-forneamento não apresentaram diferença estatística significativa entre T1 (2,30 cm), T2 (2,30 cm), T3 (2,33 cm) e T4 (2,27 cm), assim como as alturas pós-forneamento: T1 (4,8 cm), T2 (4,2 cm), T3 (4,0 cm) e T4 (4,2 cm), como são apresentadas na Tabela 5.

Quanto ao peso, T1 (tratamento padrão, 100% farinha de trigo) apresentou os menores pesos pré e pós-forneamento, respectivamente (171g; 160g), com diferença estatística significativa para T2 que obteve os maiores pesos (259g; 241g), para T3 (236g; 222g) e para T4 (226g; 208g). T3 e T4 não apresentaram diferença entre si ($p>0,05$).

Ezpeleta (2010) observou que pães com maior quantidade de farinha de tef em até 30%, em substituição à farinha de trigo, tinham maior peso em relação àquelas com menos tef ou sem tef, devido à maior absorção de água. Observou-se no presente estudo resultados similares para o peso pré-forneamento e pós-forneamento dos tratamentos com tef.

De acordo com a tabela 5, o percentual de perda de peso não demonstrou diferença estatística significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos avaliados, variando de 6,3% a 7,7%, assim como os rendimentos dos tratamentos, que oscilaram entre 92,3% a 93,7%.

Os quatro tratamentos não apresentaram diferença estatística significativa ($p>0,05$) para o volume aparente. O volume específico demonstrou diferença estatística significativa entre o tratamento T1 e T3, sendo que o tratamento T1, tratamento padrão, obteve o menor volume específico ($1,87\text{cm}^3/\text{g}^{-1}$), enquanto o tratamento T3 demonstrou-se com maior volume específico ($2,50\text{cm}^3/\text{g}^{-1}$). Os tratamentos T2 ($2,27\text{cm}^3/\text{g}^{-1}$) e T4 ($2,18\text{cm}^3/\text{g}^{-1}$) não apresentaram diferença estatística significativa entre si. O'Shea et al. (2015) afirma que diversos fatores podem alterar o volume do pão, comprometendo a qualidade física do mesmo, são exemplos de alguns deles: o teor de amilose, amilopectina e viscosidade.

Na amostra com 40% de tef os autores, Abebe et al. (2015), observaram um volume menor em relação ao pão controle (100% farinha de trigo), este resultado difere-se ao resultado encontrado, pois T1 - 100% farinha de trigo ($1,87\text{cm}^3/\text{g}^{-1}$) apresentou menor volume específico que os demais tratamentos com a utilização de tef, T2 ($2,27\text{cm}^3/\text{g}^{-1}$), T3 ($2,5\text{cm}^3/\text{g}^{-1}$) e T4 ($2,18\text{cm}^3/\text{g}^{-1}$). Hofmanová, Hrusková e Svec (2014) também obtiveram resultado distinto do encontrado no atual trabalho: o volume específico reduziu para mais da metade quando substituído por teores de 20% e 30% de farinha de tef em pães de trigo. Os achados de Ronda et al. (2015), que similarmente aos demais autores e distintos do presente trabalho observaram a redução do volume de pães com a substituição de 40% de farinha de trigo por farinha de tef.

Tabela 5 – Parâmetros físicos dos pães elaborados pré e pós- forneamento.

Parâmetros	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Altura pré-forneamento (cm)	$2,30 \pm 0,7^a$	$2,30 \pm 0,0^a$	$2,33 \pm 0,1^a$	$2,27 \pm 0,2^a$
Altura pós-forneamento (cm)	$4,8 \pm 0,2^a$	$4,2 \pm 0,7^a$	$4,0 \pm 0,7^a$	$4,2 \pm 0,6^a$
Peso pré-forneamento (g)	$171 \pm 0,6^c$	$259 \pm 8,6^a$	$236 \pm 2,5^b$	$226 \pm 7,5^b$
Peso pós-forneamento (g)	$160 \pm 2,7^c$	$241 \pm 5,8^a$	$222 \pm 5,7^b$	$208 \pm 6,5^b$
Perda de peso (%)	$6,8 \pm 1,9^a$	$7,0 \pm 2,6^a$	$6,3 \pm 1,5^a$	$7,7 \pm 3,1^a$
Rendimento (%)	$93,2 \pm 1,9^a$	$93,0 \pm 2,6^a$	$93,7 \pm 1,5^a$	$92,3 \pm 3,1^a$
Volume aparente (cm³)	$26,0 \pm 5,0^a$	$29,7 \pm 2,1^a$	$33,0 \pm 1,7^a$	$28,3 \pm 2,1^a$

Volume específico (cm³/g⁻¹)	1,87±0,4 ^b	2,27±0,2 ^{ab}	2,50±0,1 ^a	2,18±0,1 ^{ab}
--	-----------------------	------------------------	-----------------------	------------------------

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

T1: Pão padrão – farinha de trigo; T2: Pão de farinha de tef (100%); T3: Pão de farinha de tef (75%) + fécula de mandioca (12,5%) + farinha de arroz (12,5%); T4: Pão de farinha de tef (50%) + fécula de mandioca (25%) + farinha de arroz (25%).



Figura 4 – Aparência dos tratamentos com farinha de tef e associações durante a análise física. Da esquerda para direita: T1, T2, T3e T4. A – Farinha de trigo; B – Farinha de tef; C – Farinha de arroz; D – Fécula de mandioca.

4.2.2 Cor e firmeza

A luminosidade do miolo dos tratamentos evidenciou diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$), sendo T2 (28,6) a amostra com menor luminosidade, mais escura, seguido por T3 (31,7), T4 (37,2) e a amostra com maior luminosidade T1 (73,1), caracterizando-se como uma amostra clara ($L^* > 50$).

A luminosidade da crosta demonstrou diferença estatística significativa entre T1 e os demais tratamentos, sendo que T1 (49,8) apresentou maior luminosidade e T4 (29,6) foi a crosta mais escura, com menor luminosidade, contudo, os tratamentos T2 (32), T3 (33) e T4 (30) não revelaram diferença estatística significativa, entre si, conforme a tabela 6.

Ezpeleta (2010) observou que pães com maior teor de tef, até 30%, foram menos aceitos devido à coloração mais escura dos tratamentos com farinha de tef, o resultado de luminosidade corresponde àquele encontrado, os pães com tef possuem menor luminosidade em relação ao T1 (padrão, 100% farinha de trigo), Ronda et al. (2015)

observaram igual resultado, visto que a adição de 40% de farinha de tef em pães de trigo, reduziu a luminosidade para crosta e para o miolo.

No parâmetro a^* , o miolo do tratamento controle, T1 (2,8) teve sua intensidade para verde (a^*) menos acentuada, enquanto T2 (8,4), T3 (9,0) e T4 (9,0) com valor superior para coloração verde, com diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

Ainda no parâmetro a^* , a crosta do T1 (16,5) apresentou maior valor para coloração vermelha (a^*), com diferença estatística significativa dos demais, enquanto T2 (12,0), T3 (13,1) e T4 (13,3) apresentaram menor intensidade de vermelho, sem diferença estatística significativa entre si.

O parâmetro b^* revelou o miolo do T1 mais amarelada, que os outros tratamentos, com diferença estatística significativa, seguido de T4 (10,2), T3 (9,1) e T2 (8,0) com intensidade de coloração amarela menor.

O parâmetro b^* na crosta demonstrou amarelo mais intenso para o T1 (18,8), com diferença estatística significativa para os demais tratamentos. T2 (10,0), T3 (11,6) e T4 (9,9) não apresentaram diferença estatística entre si. Quanto mais tef utilizada, mais escuro o pão, menor a luminosidade, menos avermelhado, menos amarelado e menos firmeza.

A firmeza do miolo demonstrou maior em T1 (2430,0), seguido de T2 (2188,0) com diferença estatística entre T3 (1681,0) e T4 (1716,0), enquanto que T3 (75% de farinha de tef) apresentou a menor firmeza entre os tratamentos.

A firmeza da crosta de T2 (48,0), T3 (40,0) e T4 (59,0) foi menor em relação ao T1 (188,0), apresentando diferença estatística significativa.

Ezpeleta (2010) observou que pães com maior quantidade de farinha de tef em até 30%, em substituição à farinha de trigo, apresentaram maior firmeza, o referido estudo não corrobora com resultado encontrado no presente estudo, visto que os tratamentos com tef revelaram-se com menor firmeza em relação ao T1 (padrão, 100% farinha de trigo) na crosta.

Díez (2012) analisou pães de tef com substituição de trigo, e revelou que com menos de 40% de tef, as características físicas do pão permanecem aceitáveis, no entanto, adições de 40% ou mais de tef, piora a característica do pão no parâmetro de firmeza, causando aumento da mesma. Menor firmeza foi observada quando utilizado farinha de tef nos tratamentos T2 (100% farinha de tef), T3 (75% farinha de tef) e T4 (50% farinha de tef), em relação ao T1 (padrão, 100% farinha de trigo).

Abebe et al. (2015), avaliaram pães com até 30% de farinha de tef obteve-se maior firmeza das massas. Para os autores, a incorporação de tef em até 40% aumenta a aderência e isso pode afetar a manipulação e a modelagem do pão, no entanto, Ronda et al. (2015) observaram a menor firmeza com a adição de 40% de farinha de tef em pães de trigo.

Tabela 6 – Parâmetros de cor e firmeza.

Parâmetros	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Cor Miolo				
Luminosidade	73,1± 1,1 ^a	28,6± 0,8 ^d	31,7± 0,2 ^c	37,2± 0,3 ^b
a*	2,8± 0,2 ^c	8,4± 0,3 ^b	9,0± 0,1 ^a	9,0± 0,2 ^a
b*	18,4± 0,6 ^a	8,0± 0,2 ^d	9,1± 0,1 ^c	10,2± 0,2 ^b
Cor Crosta				
Luminosidade	49,8± 5,1 ^a	32,1± 1,3 ^b	33,2± 1,9 ^b	29,6± 2,0 ^b
a*	16,5± 1,5 ^a	12,0± 0,9 ^b	13,1± 0,0 ^b	13,3± 0,7 ^b
b*	18,8± 0,4 ^a	10,0± 0,6 ^b	11,6± 0,3 ^b	9,9± 1,0 ^b
Firmeza miolo (g, força)	2430±484 ^a	2188±43 ^{ab}	1681±90 ^b	1716±124 ^b
Firmeza crosta (g, força)	188± 39,1 ^a	48±8,1 ^b	40±4,6 ^b	59±13,0 ^b

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

T1: Pão padrão – farinha de trigo; T2: Pão de farinha de tef (100%); T3: Pão de farinha de tef (75%) + fécula de mandioca (12,5%) + farinha de arroz (12,5%); T4: Pão de farinha de tef (50%) + fécula de mandioca (25%) + farinha de arroz (25%).

4.3 ANÁLISE SENSORIAL

Não foi observada diferença estatística significativa ($p>0,05$) para os atributos de aparência, cor, odor e aceitação global na Tabela 7. No entanto, a textura apresentou diferença estatística significativa para o tratamento T1 (6,72 – “Gostei ligeiramente”) em relação aos outros, sendo tratamento T1, o pão com a menor média.

Em relação ao sabor, o tratamento T2 (7,07 - “Gostei moderadamente”) apresentou diferença estatística significativa em relação ao T3 (7,60 - “Gostei moderadamente”) e ao T4 (7,47 - “Gostei moderadamente”), apresentados na Tabela 7.

Tess et al. (2015) observaram em *muffins* menor aceitação para o atributo de sabor para os tratamentos com 75% e 100% de farinha de tef. Esses resultados contrapõem o presente estudo, que encontrou diferença estatística entre T2 com 100% tef, menor aceitação e T3 com 75% tef maior aceitação no atributo sabor; a substituição de farinha de arroz por até 50% tef originou *muffins* aceitáveis, no entanto essa substituição foi observada mais aceita em maiores proporções, no presente estudo, até 100% de tef, pois os atributos sensoriais foram bem aceitos.

Tabela 7 – Aceitabilidade e intenção de compra nos pães elaborados

Atributos	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Aparência	7,67±1,36 ^a	7,73±1,11 ^a	7,80± 0,97 ^a	7,69±1,22 ^a
Cor	7,80± 1,30 ^a	7,78± 1,21 ^a	7,80± 1,12 ^a	7,66± 1,15 ^a
Textura	6,72± 1,82 ^b	7,70± 1,21 ^a	7,86± 1,06 ^a	7,53± 1,19 ^a
Sabor	7,46± 1,48 ^{ab}	7,07± 1,45 ^b	7,60± 1,16 ^a	7,47± 1,21 ^a
Odor	6,83± 1,68 ^a	6,69± 1,63 ^a	7,00± 1,54 ^a	6,98± 1,57 ^a
Aceitação global	7,35± 1,44 ^a	7,29± 1,26 ^a	7,64± 1,10 ^a	7,56± 1,10 ^a
Intenção de compra	3,83± 1,14 ^a	3,86± 1,01 ^a	4,03± 0,93 ^a	3,89± 1,00 ^a

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

T1: Pão padrão – farinha de trigo; T2: Pão de farinha de tef (100%); T3: Pão de farinha de tef (75%) + fécula de mandioca (12,5%) + farinha de arroz (12,5%); T4: Pão de farinha de tef (50%) + fécula de mandioca (25%) + farinha de arroz (25%).

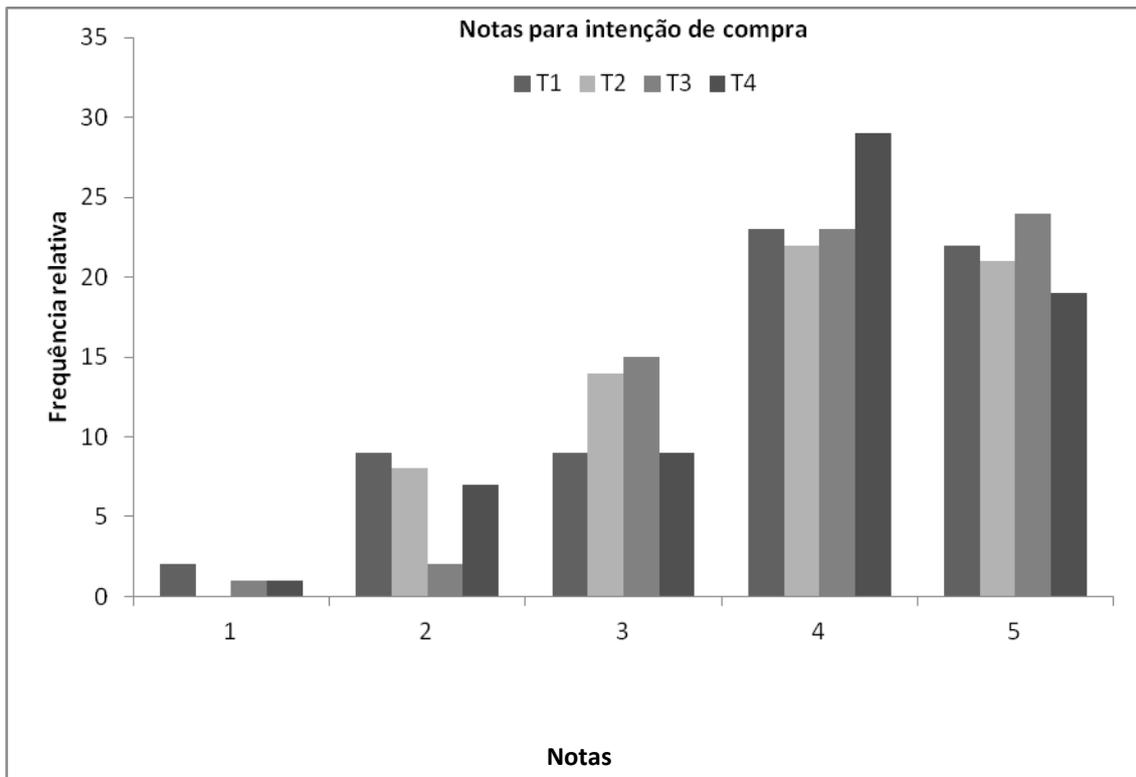


Figura 5 – Disposição da frequência relativa de notas informadas pelos avaliadores para a intenção de compra.

Ezpeleta (2010) observou que pães com maior quantidade de tef, resultaram em menor aceitação por pães com maior teor de tef justificado pela coloração mais escura, o que contrapõe ao encontrado, visto que o tratamento T2 (100% farinha de tef) revelou-se com nota média de 7,29 que corresponde à “Gostei moderadamente”.

A intenção de compra não apresentou diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos, com a média de 3,9 (“Provavelmente compraria”). A Figura 5 representa um detalhamento sobre a intenção de compra.

5 CONCLUSÕES

A utilização de farinha de tef tornou os pães mais úmidos e ricos em cinzas que o pão com farinha de trigo, mas com iguais teores de lipídeo e proteína. No entanto, carboidrato e energia apresentaram teores reduzidos para os tratamentos com tef.

Os pães com tef revelaram-se com excelente perfil de fibras totais, demonstrando maior teor para fibras totais e fibras insolúveis quando comparado ao pão elaborado com trigo. Evidenciou-se que os pães elaborados com tef possuem maior teor de fibras insolúveis que fibras solúveis.

Elevado teor de aminoácidos foi encontrado principalmente no tratamento com maior quantidade de fécula de mandioca e farinha de arroz, no entanto os tratamentos com tef foram, ainda, superiores em aminoácidos que o tratamento com trigo.

A análise física de altura pré-forneamento e pós-forneamento, perda de peso, rendimento, volume aparente e volume específico, não apresentaram diferença ao pão com trigo, no entanto, o peso pré-forneamento e pós-forneamento demonstrou maior nos pães elaborados com tef, revelando, dessa forma, alimentos com potencial físico.

Para os parâmetros de luminosidade, a adição de tef apresentou nos pães menor luminosidade e menor firmeza, tanto no miolo quanto na crosta.

A análise sensorial sugere que o uso de farinha de tef foi viável na elaboração dos pães, sendo assim, um alimento sensorialmente promissor e com boa intenção de compra, pois suas características sensoriais obtiveram boa aceitação, alcançando o “Gostei ligeiramente” em todos os atributos e podendo servir como alternativa alimentar para pessoas saudáveis e principalmente para celíacos, sendo assim, T2 (100% tef) demonstrou ser a melhor formulação. Dessa forma, devido à excelente caracterização física, química e sensorial, a utilização de farinha de tef evidencia uma alternativa interessante para alimentação. Porém outros estudos são necessários para a determinação de minerais, vitaminas, capacidade antioxidante, atividade de água, perfil microbiológico e análise sensorial com indivíduos com doença celíaca. Sendo assim, essas análises são perspectivas futuras a serem realizadas durante o decorrer do mestrado acadêmico.

6 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, july. 2014.

ABEBE, W.; RONDA, F.; VILLANUEVA, M.; COLLAR, C. Effect of tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] grain flour addition on viscoelastic properties and stickiness of wheat dough matrices and bread loaf volume. **European food research and technology**, v.241, n.4, p. 469-478, october. 2015.

ADEBOWALE, A. A.; EMMAMBUX, M. N.; BEUKES M.; TAYLOR, J. R.N. Fractionation and characterization of tef proteins. **Journal of cereal science**, v. 54, n. 3, p. 380-386, november. 2011.

ALAUNYTE, V.; STOJCESKA, A.; PLUNKETT, P.; AINSWORTH, E. DERBYSHIRE.; Improving the quality of nutrient-rich Teff (*Eragrostis tef*) breads by combination of enzymes in straight dough and sourdough bread making. **Journal of Cereal Science**, v.55, n.1, p. 22-30, january, 2012.

ALMEIDA NT. **Utilização de farinhas de linhaça e de batata yacon na elaboração de bolos como alternativa para pacientes com Diabetes mellitus**. Trabalho de conclusão de curso de Nutrição/UFRGS, 2011.

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: 16 out. 2017.

ASSEFA, K.; CANNAROZZI, G.; GIRMA, D.; KAMIES, R.; CHANYALEW, S.; PLAZA-WÜTHRICH, S.; BLÖSCH, R.; RINDISBACHER, A.; RAFUDEEN.S.; TADELE, Z.; Genetic diversity in tef [*Eragrostis tef* (Zucc.)Trotter].**Frontiers in plant science**, v. 6, n.177, p. 891-902, march. 2015.

ASSEFA, K.; CHANYALEW, S.; TADELE, Z.; **Millets and sorghum: biology and genetic improvement** (1st ed.), Patil, J.V.; John Wiley & Sons (2017), p. 226.

BATTOCHIO, J. R.; CARDOSO, J. M. P.; KIKUCHI, M.; MACCHIONE, M.;
MODOLO, J. S.; PAIXÃO, A. L.; PINCHELLI, A. M.; SILVA, A. R.; SOUSA, V. C.;
WADA, J. K. A.; BOLINI, H. M. A.; Perfil sensorial de pão de forma integral. **Ciência e tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 428-432, junho. 2006.

BAYE, K.; Tef: nutrient composition and health benefits. **Ethiopia strategy support program**, v. 34, n. 67, p.1-18, september. 2014.

BOECHAT, S. C.; LONGHI-WAGNER, H.M.; Padrões de distribuição geográfica dos táxons brasileiros de *Eragrostis (Poaceae, Chloroideae)*. **Revista brasileira de botânica**, v.23, n. 2, p.177-194, junho. 2000.

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. Disponível em:
<http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/2000/90_00rdc.htm>. Acesso em: 17 nov. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. LEI Nº 10.674, DE 16 DE MAIO DE 2003. **Diário oficial da união**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 mai. 2003.
Disponível em:
<http://conselho.saude.gov.br/web_comissoes/cian/protocolo_celiaco.html>. Acesso em: 31 dez. 2016.

BRASIL. MAPA - Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Regulamento técnico de identidade e qualidade dos produtos amiláceos derivados da raiz de mandioca. Instrução normativa nº 23 de 14 de dezembro de 2005. Diário Oficial da União, de 14 de dezembro de 2005. Disponível em:
<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1141329604>> Acesso em: 27 outubro 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de atenção à saúde. Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas da doença celíaca. PORTARIA MS/SAS Nº 307, DE 17 DE

SETEMBRO DE 2009. **Diário oficial da união**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 set. 2009. Seção I, p. 79-81 Disponível em:
<http://conselho.saude.gov.br/web_comissoes/cian/protocolo_celiaco.html>. Acesso em: 28 ago. 2016.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. A cultura do arroz. 180p. 2015. Disponível em:
<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_03_01_16_56_00_a_cultura_do_arroz_-_conab.pdf> Acesso em: 29 de outubro de 2017.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. Mandioca: raiz, farinha e fécula. Janeiro 2017. Disponível em:
<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_16_17_38_32_17.pdf>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

BULTOSA, G.; TAYLOR, J.R.N.; Paste and gel properties and *in vitro* digestibility of tef [*Eragrostis tef* (Zucc.)Trotter]. **Starch/Stärke**, v.56, p. 20-28, january. 2004.

BULTOSA, G.; Teff: Overview C. Wrigley, H. Corke, K. Seetharaman, J. Faubion (Eds.), **Encyclopedia of food grains** (2nd ed.), Elsevier, Oxford (2016), p. 209–220.

CENTRAL STATISTICAL AGENCY OF ETHIOPIA (CSA). Agricultural Sample Survey for 2013/14. **Statistical bulletin**, 532. Addis Ababa, 2014.

CÉSAR, A. S.; GOMES, J. C.; STALIANO, C. D.; FANNI, M. L.; BORGES, M. C.; Elaboração de pão sem glúten. **Ceres**, v. 53, n. 306, p.150-155, abril. 2006.

COLEMAN, J.; ABAYE, A. O.; BARBEAU, W.; THOMASON, W.The suitability of teff flour in bread, layer cakes, cookies and biscuits. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 64 p. 877-881, june, 2013

DIAS. J. A.; In time: celiac disease - some current aspects of epidemiology and research. **Revista paulista de pediatria**, v. 34, n. 2 p. 139-140, junho. 2016.

ÍEZ, Javier Mínguez. **Caracterización de laharina de tef para su uso enpanificación**. Valladolid, 2012. 30f. **Dissertação (Mestrado)**-Escuela técnica superior de ingenierías agrarias, Universidad de Valladolid, Valladolid. 2012.

ETHIOPIA, STANDARDS AGENCY. ES 671: 2001 **Tef - Specification**, v. 1, 1ª ed., 2001.

EZPELETA, J. I.;Calidad harino panadera de la harina de tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter); CONGRESO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA AGRONÓMICA, III, 2010, Universidad Politécnica de Madrid. p. 87-90.

FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations) The statistical division. Disponível em:
<<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>> Acesso em 27 de outubro de 2017.

FEKADU. D.; ABATE. S.; KORE T.; AGZA B.; ASAMINEW G.; SHIFERAW L.; Nutrition of tef (*Eragrostis tef*) recipes, **Food science and quality management**, v. 45, p. 18-23, november. 2015.

MELO FILHO, A. B.de; VASCONCELOS, M. A. da S. Química de alimentos. In: FILHO, A. B.de M.; VASCONCELOS, M. A. da S. (Org.). Atividade de água. Recife: UFRPE- CODAI, 2011. p. 15-22.

Físicos químicos para análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 83-160.

GAMBOA, P. A.; EKRIS, L. V.; Tef: Survey on the nutritional and health aspects of tef (*Eragrostis tef*). **Cartagena: hoge school van hall-larenstein**, p. 319-367, 2008.

GEBREMARIAM, M., M.; HASSANI, A.; ZARNKOW, M., BECKER, T.. Investigation of fermentation conditions for tef (*Eragrostis tef*) malt-wort by *Lactobacillus amylolyticus*. **LWT-Food science and technology**, v. 61, n. 1, p. 164-171, april. 2015.

GEBREMARIAM, M., M.; ZARNKOW, M.; BECKER, T.. Tef (*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, may. 2014.

GHEBREHIWOT, H. M.; SHIMELIS, H. A.; KIRKMAN, K. P., LAING, M. D.; MABHAUDHI, T. Nutritional and sensory evaluation of injera prepared from tef and *Eragrostis curvula* (schrud.) nees. flours with sorghum blends. **Frontiers in plant science**, v. 7, n. 1059, p. 1-8, august. 2016.

GUIMARÃES, RR; FREITAS, M.C.J.; SILVA, V.L.M. Bolos simples elaborados com farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris*, sobral): avaliação química, física e sensorial. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 354-363, 2010,

GUTKOSKI, L.C.; BREHM, C. M.; SANTOS E.; MEZZOMO, M. Efeito de ingredientes na qualidade da massa de pão de forma congelada não fermentada durante o armazenamento. **Ciência e tecnologia de alimentos**, v.25, n. 3, p. 460-467, julho. 2005.

HAGER, A. S.; ARENDT, E.K.; Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, tef and buckwheat. **School of food and nutritional sciences**, v. 32, n. 1, p. 195-203, july. 2013.

HAGER, A.S., WOLTER, A., CZERNY, M., BEZ, J., ZANNINI, E., ARENDT, E.K., CZERNY, M., Investigation of product quality, sensory profile and ultrastructure of breads made from a range of commercial gluten-free flours compared to their wheat counterparts. **European Food Research and Technology**, v.235, n. 2, p. 333-344, 2012.

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

HOPMAN, G.D.; Gluten intake and gluten-free diet in the Netherlands. Doctoral thesis. **Pediatric gastroenterol nutrition**, v. 43, p. 102-8, september. 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Procedimentos e determinações gerais. Métodos instituto tecnológico de panificação e confeitaria – ITPC; Associação brasileira da indústria de panificação e confeitaria – Abip. Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.abip.org.br/site/sobre-o-setor-2015/>>. Acessoem: 20 nov. 2016.

JÖST, M.; ESFELD, K.; BURIAN, A.; CANNAROZZI, G.; CHANYALEW, S.; CRIS KUHLEMEIER, C.; ASSEFA, K.; TADELE, Z.; Semi-dwarfism and lodging tolerance in tef (*Eragrostis tef*) is linked to a mutation in the α -Tubulin 1 gene. **Journal of experimental botany**, v. 66, n. 3, p. 933-944, november. 2015.

JÚNIOR, M.S.S.; OLIVEIRA, W. M.de; CALIARI, M.; VERA, R.; Otimização da formulação de pães de forma preparados com diferentes proporções de farinha de trigo, fécula de mandioca e okara. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**.v. 24, n. 1, p. 221-248, juny 2006.

KETEMA, S. *Tef. Eragrostistef (Zucc.) Trotter*. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. **International plant genetic resources institute**, Rome, Italy, v.12, p.33, 1997.

MACHADO, A. P O.; *Novas tecnologias para obtenção de pães isentos de glúten à base de farinha de arroz e concentrado proteico de orizenina*. 2016. 151 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2016.

MESSIAS, J. A.; Doença celíaca. **Adolescência & saúde**, v. 3, n. 3, p. 53-56, outubro. 2006.

NORRIS, J. M.; BARRIGA, K.; HOFFENBERG, E. J.; TAKI, ,I.; MIAO, D.; HAAS, J.E.; Risk of celiac disease autoimmunity and timing of gluten introduction in the diet of infants at increased risk of disease. **JAMA**, v. 293, n. 19, p. 2343–2351, maio. 2005.

O'SHEA, N.; ROBLE, N.; ARENDT, E.; GALLAGHER, E. Modelling the effects of Orange pomace using response surfasse design for gluten-free bread baking. **Food Quemistry**, v. 166,2015.

PINTO-SÁNCHEZ, M. I.; VERDU, E. F.; LIU, E.; BERCIK, P.; GREEN, P. H.; MURRAY, J. A.; GUANDALINI, S.; MOAYYEDI, P.; Gluten introduction to infant

feeding and risk of celiac disease: systematic review and meta-analysis. **The journal of pediatrics**, v. 168, n. 132, p. 132-43, january. 2016.

PONTI, J. A. The systematics of *Eragrostis tef* (Gramineae) and related species. 1978. **Tese de doutorado** - University of London. London, UK, 1978.

RONDA, F.; ABEBE, W.; PÉREZ-QUIRCE, S.; COLLAR, C.; Suitability of tef varieties in mixed wheat flour bread matrices: A physico-chemical and nutritional approach. **Journal of Cereal Science**, v. 64, p. 139-146, may. 2015.

RUBIOTAPIA, A. et al. Increased prevalence and mortality in undiagnosed celiac disease. **Gastroenterology**, v.137, n.1, p.88-93, 2009.

SDEPANIAN, V. L.; MORAIS, M. B.; FAGUNDES-NETO, U. Doença celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. **Arq Gastroenterol**, v. 36, n. 4 p. 244-257, outubro. 1999.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *Afr. J. Agric. Res*, v.11, n.39, p.3733-3740, september, 2016.

SIMÓN, S. G. **Enriquecimiento de bizcochos a base de harina de tef. evaluación de sucalidad física y sensorial**. 2012. 37f. Dissertação (Mestrado em engenharia agrária) – Programa de pós-graduação em engenharias agrárias, Universidad de Valladolid, Valladolid, 2012.

SPAENIJ-DEKING, 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, october. 2005.

SPEHAR, C. R.; Introdução e caracterização de tef (*Eragrostis Tef*) – Novo cereal para a diversidade do sistema de produção. *Pesqui. andam.* – **Embrapa Cerrados**, Planaltina, n.6, 2p., dezembro. 1999.

TESS, M.; BHADURI, S.; GHATAK, R.; NAVDER, K. P.; Physical, textural and sensory characteristics of gluten free muffins prepared with teff flour (*Eragrostis tef* (*zucc*) *trotter*). **Journal of food process technology**, v. 6, n. 9, p.2 – 5, 2015.

VICI, G.; BELLI, L.; BIONDI, M.; POLZONETTI, V.; Gluten free diet and nutrient deficiencies: a review. **Clinical Nutrition**. Italy, v. 35, n. 6 p. 1236-1241, may. 2016.

VIEIRA, J.C.; MONTENEGRO, F.M.; LOPES, A.S.; PENA, R. da S.; Influência da adição de fécula de mandioca nas características do pão tipo chá. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. v. 28, n. 1, p. 37-48, juny, 2010.

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

<http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/ceeliac-disease-english-2016.pdf>.

ZEID, M.; ECHENIQUE, V.; DÍAZ, M.; PESSINO, S.; SORRELLS, M.E. Wild Crop Eragrostis. **Relatives: genomic and breeding resources-milletts and grasses**. Berlim. v. 1, Chapter 8. Ed. Springer. 2011. 335p.

ZHU, F. Composition, structure, physicochemical properties, and modifications of cassava starch. **Carbohydrate Polymers**. v. 122, p. 456-480 may, 2015.

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

APÊNDICES

APÊNDICE 1

MODELO DO CARTAZ PARA O CONVITE DA ANÁLISE SENSORIAL

Convite para avaliação sensorial

**Projeto: Avaliação química, tecnológica e sensorial de pães a partir da tef
(*Eragrostis tef*) como alternativa para celíacos**

Convidamos aos interessados para participar da avaliação sensorial de preparações de pães com tef. Esta análise tem por objetivo avaliar a aceitabilidade das preparações com ausência de glúten, as quais poderão constituir-se numa alternativa para os pacientes com doença celíaca.

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^a. 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: Avaliação química, tecnológica e sensorial de pães a partir da tef
(*Eragrostis tef*) como alternativa para celíacos

Pesquisadores: Prof^a. Dr^a. Viviani Ruffo de Oliveira e Acadêmica de Nutrição Raísa Vieira Homem.

Sujeitos envolvidos: Alunos e servidores da UFRGS **Data:** __/__/__

I. Justificativa e Objetivos:

A tef 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 tef, principalmente como alternativa em preparações de pães sem glúten, aumentando, dessa forma, as possibilidades alimentares dos celíacos. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo caracterizar, avaliar as características físico-químicas e sensoriais da tef (*Eragrostis tef*) em pães como alternativa para celíacos.

II. Os procedimentos a serem utilizados:

Esse consentimento está relacionado com a avaliação sensorial de quatro tratamentos de pães com tef. Para cada avaliador será fornecida uma amostra de cada preparação (por volta de 10g). 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 4). Também será analisada a intenção de compra com uma escala de 5 pontos, variando de um (Certamente não compraria) a cinco (Certamente compraria) para analisar cada uma das amostras (apêndice 5).

III. Desconfortos e riscos:

Esses procedimentos de avaliação serão realizados com indivíduos sadios e somente procederá com a concordância e a disponibilidade do sujeito em participar do estudo, caso contrário será prontamente respeitado. Acredita-se que esse estudo seja de risco reduzido, pois não será realizada análise sensorial com pacientes celíacos e os ingredientes utilizados nas preparações são alimentos de utilização usual da alimentação brasileira. Esses procedimentos de avaliação somente serão realizados se os participantes tiverem disponibilidade e concordância em participar deste estudo. 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 tef, adequados ao consumo de pacientes com doença celíaca, associando assim, adições maiores e menores de tef com as propriedades sensoriais.

V. Garantia de privacidade:

Os seus dados de identificação serão mantidos em sigilo e as informações colhidas serão analisadas estatisticamente, 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 pela pesquisadora Dr^a. Viviani Ruffo de Oliveira e, portanto concordo em participar deste projeto sem nenhuma forma de remuneração. Estou ciente que sou voluntário 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 à pesquisadora Viviani Ruffo de Oliveira 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

Declaro que tenho conhecimento do presente Termo de Consentimento.

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

APÊNDICE 4

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DE PÃES COM TEF

Data: ___/___/___

Você está recebendo amostras de preparações com adição de tef. 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) Indiferente
- (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 tef. 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

Amostra n°	Amostra n°