

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTAÇÃO, NUTRIÇÃO E SAÚDE

RAÍSA VIEIRA HOMEM

Efeito da adição de tef (*Eragrostis tef*) e farinhas associadas na qualidade de produtos de panificação como alternativa para celíacos

Porto Alegre

2020

RAÍSA VIEIRA HOMEM

Efeito da adição de tef (*Eragrostis tef*) e farinhas associadas na qualidade de produtos de panificação como alternativa para celíacos

Dissertação apresentada ao Programa e Pós-Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde (PPGANS) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

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

Porto Alegre

2020

FICHA CATALOGRÁFICA

CIP - Catalogação na Publicação

Homem, Raísa Vieira

Efeito da adição de tef (*Eragrostis tef*) e farinhas associadas na qualidade de produtos de panificação como alternativa para celíacos / Raísa Vieira Homem. -- 2020.

134 f.

Orientadora: Viviani Ruffo de Oliveira.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde, Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. *Eragrostis tef*. 2. Doença celíaca. 3. Pães sem glúten. 4. Qualidade tecnológica. 5. Análise físico-química. I. de Oliveira, Viviani Ruffo, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

RAÍSA VIEIRA HOMEM

Efeito da adição de tef (*Eragrostis tef*) e farinhas associadas na qualidade de produtos de panificação como alternativa para celíacos

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação elaborada por Raísa Vieira Homem, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Alimentação, Nutrição e Saúde.

Aprovada em:Porto Alegre, 19 de fevereiro de 2020.

Comissão Examinadora:

Profª Drª. Janaína Guimarães Venzke

FAMED/UFRGS

Profª Drª Vanuska Lima da Silva

FAMED/UFRGS

Profª Drª. Juliana de Castilhos

UNISINOS

Orientadora: Profª Drª. Viviani Ruffo de Oliveira

FAMED/UFRGS

Dedico à minha família, Rosa, Carlos e Renata
que estiveram ao meu lado e me deram apoio em
todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as pessoas, oportunidades e momentos preciosos que colocou na minha trajetória.

Agradeço aos meus pais e à Renata pelo amor e carinho.

Agradeço a minha orientadora Viviani pela motivação e afeto em todas as palavras, pela oportunidade de estudar, pela sinergia e harmonia.

Agradeço ao Cristiano pelo apoio.

Agradeço as minhas amigas, que estiveram ao meu lado, pela força e coragem.

Agradeço às minhas amigas que o Mestrado me deu Marina e Stael.

Agradeço à Sabrina e à Divair, à Aline, à Deise e a Larissa pelo auxílio durante as análises no Laboratório de Técnica Dietética e no ICTA.

Agradeço aos meus colegas e amigos do CECANE UFRGS, pela parceria e pelas conversas.

Agradeço ao Professor Tarso pela oportunidade de trabalhar com a tef, Professor Alessandro, pela possibilidade de utilizar o laboratório.

Agradeço à Helena e à Fernanda pelo auxílio nos procedimentos no laboratório de Compostos Bioativos.

Agradeço ao meu Programa de Pós-Graduação e às Professoras Vanuska, Juliana e Janaína.

Agradeço a todos que estiveram presentes comigo e que de uma maneira ou de outra contribuíram para que eu concluísse essa etapa.

“Que nada nos defina, que nada nos sujeite. Que a liberdade
seja a nossa própria substância, já que viver é ser livre. ”

Simone de Beauvoir

RESUMO

A planta tef, da espécie *Eragrostis tef*, é uma espécie nativa do chifre do continente africano, especialmente de países como Etiópia e Eritreia. A tef pode ser utilizada como ingrediente em diversas preparações alimentares, podendo ser utilizado os grãos da tef *in natura* ou ainda como farinha nas preparações. A tef é considerada um cereal e sua composição favorece a aplicação em receitas sem glúten, visto que a tef não possui glúten. Dessa forma, isso possibilita o seu consumo por pessoas que não consomem o glúten, especialmente aqueles indivíduos com doença celíaca. Além disso, a tef possui outras características nutricionais que contribuem para o seu destaque na alimentação. Sendo assim, o objetivo desta dissertação foi abordar a qualidade nutricional, tecnológica e sensorial de preparações de panificação com farinha de tef e associações, por meio de uma revisão integrativa; seguido da elaboração de formulações de pães de tef e outras farinhas e avaliação quanto à capacidade antioxidante total por diferentes métodos (métodos ABTS, ORAC, DPPH e FRAP), compostos fenólicos totais (método Folin-Ciocalteu), carotenoides totais, luteína, zeaxantina, criptoxantina, α -caroteno e β -caroteno, além das vitaminas do complexo B, tiamina, ácido pantotênico, piridoxina, riboflavina, niacina, biotina e vitamina C (HPLC), por fim, analisar a aceitabilidade de pães compostos de farinha de tef quanto aos atributos sensoriais, aparência, cor, textura, sabor, odor, aceitação global e intenção de compra e a percepção sensorial de avaliadores não celíacos e celíacos, verificando ainda a correlação entre estes grupos. Na revisão de literatura observou-se a utilização de tef em diversas preparações, nas quais apresentou possibilidade promissora em níveis tecnológicos em quantidades até 10% de tef. Em até 50% de tef foi verificada boa aceitabilidade. Demonstrou-se que é necessário explorar mais as características tecnológicas e a aceitabilidade. Em relação aos teores de antioxidante e fenólicos totais, carotenoides, zeaxantina, criptoxantina, α -caroteno, das vitaminas tiamina, ácido pantotênico e piridoxina nos pães mesmo com pequenas quantidades de farinhas de tef revelaram benefício em relação ao pão de trigo. Pode-se resumir, em relação a avaliação sensorial, que a farinha de tef apresentou-se como um ingrediente favorável para a utilização em pães, visto que possui boa aceitabilidade e boa intenção de compra, em todos os tratamentos, por indivíduos não celíacos e celíacos, inclusive naquelas preparações com 100% de farinha de tef, sendo que apresentou notas altas para aceitabilidade global e potencial mercadológico na intenção de compra. Além disso, o tratamento com 75% de farinha de tef foi o preferido em ambos os grupos de avaliadores. Conclui-se que, a tef pode ser uma alternativa alimentar válida para utilização em diversas preparações para distintos

consumidores, aqueles que precisam ou não excluir o glúten da alimentação, sendo estes não celíacos ou celíacos.

Palavras-chave: *Eragrostis tef*. Doença celíaca. Pães sem glúten. Qualidade tecnológica. Análise físico-química. Análise sensorial.

ABSTRACT

The tef plant, of the *Eragrostis tef* species, is a species native to the horn of the African continent, especially from countries like Ethiopia and Eritrea. The tef can be used as an ingredient in various food preparations, and the grains of tef in natura can be used or even as flour in the preparations. Tef is considered a cereal and its composition favors application in gluten-free recipes, since tef does not contain gluten. Thus, this makes it possible for people who do not consume gluten, especially those with celiac disease. In addition, tef has other nutritional characteristics that contribute to its prominence in food. Thus, the objective of this dissertation was to address the nutritional, technological and sensory quality of bakery preparations with tef flour and associations, through an integrative review; followed by the preparation of formulations of tef bread and other flours and evaluation of the total antioxidant capacity by different methods (ABTS, ORAC, DPPH and FRAP methods), total phenolic compounds (Folin-Ciocalteu method), total carotenoids, lutein, zeaxanthin, cryptoxanthin, α -carotene and β -carotene, in addition to the B vitamins, thiamine, pantothenic acid, pyridoxine, riboflavin, niacin, biotin and vitamin C (HPLC), finally, to analyze the acceptability of breads composed of tef flour and sensory attributes, appearance, color, texture, taste, odor, global acceptance and purchase intention and the sensory perception of non-celiac and celiac evaluators, also verifying the correlation between these groups. In the literature review, the use of tef in several preparations was observed, in which it presented a promising possibility in technological levels in amounts up to 10% of tef. Up to 50% of tef was found to have good acceptability. It has been demonstrated that it is necessary to further explore technological characteristics and acceptability. Regarding the levels of antioxidant and total phenolics, carotenoids, zeaxanthin, cryptoxanthin, α -carotene, vitamins thiamine, pantothenic acid and pyridoxine in breads, even with small amounts of tef flour, they showed a benefit in relation to wheat bread. It can be summarized, in relation to sensory evaluation, that tef flour presented itself as a favorable ingredient for use in breads, since it has good acceptability and good purchase intention, in all treatments, by non-celiac individuals and celiac, even in those preparations with 100% tef flour, with high marks for global acceptability and market potential in the purchase intention. In addition, treatment with 75% tef flour was preferred in both groups of evaluators. It is concluded that, tef can be a valid food alternative for use in different preparations for different consumers, those who need or not to exclude gluten from the food, these being non-celiac or celiac.

Keywords: *Eragrostis tef*. Celiac disease. Gluten free breads. Technological quality. Chemical physical analysis. Sensory analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Planta de tef.....	22
Figura 2 – Farinha e grãos de tef. Fonte: Elaboração própria.....	24
Artigo 1 – Qualidade nutricional, tecnológica e sensorial em farinha de tef (<i>Eragrostis tef</i>) em preparações de panificação	
Figura 1 – Tef marrom in natura à esquerda e farinha de tef à direita.....	32
Figura 2 – Fluxograma que apresenta a metodologia de busca dos artigos utilizados, modificado de PRISMA (Adaptado de Shamseer <i>et al.</i> , 2015).....	35
Figura 3 – Fluxograma da organização da proposta e dos processos realizados.....	36
Figura 4 – A: pão de trigo (100%); B: pão de tef (100%); C: pão de tef (75%) com fécula de mandioca (12,5%) e farinha de arroz (12,5%); D: pão de tef (50%), fécula de mandioca (25%) e farinha de arroz (25%).....	41
Artigo 1 – Versão em inglês. Nutritional, technological and sensory quality of tef (<i>Eragrostis tef</i>) flour in bakery	
Figure 1 – Fresh brown tef, to the left, and as flour, to the right.....	54
Figure 2 – Flowchart of the selection of articles analyzed in this review, modified from PRISMA (Shamseer <i>et al.</i> , 2015).....	57
Figure 3 – Flowchart of the study and the processes carried out.....	58
Figure 4 – A: wheat bread (100%); B: tef bread (100%); C: tef bread (75%) with cassava starch (12,5%) and rice flour (12,5%); D: tef bread (50%), cassava starch (25%) and rice flour (25%).....	63
Artigo 2 – Versão em português. Determinação da capacidade antioxidante, compostos fenólicos, carotenoides e vitaminas em pães elaborados a partir de farinha de tef e associações	
Figura 1 – Fluxograma do processo de produção do pão.....	80
Artigo 3 – Percepção de celíacos e não celíacos na avaliação sensorial de pães elaborados a partir da tef (<i>Eragrostis tef</i>)	
Figura 1 – Fluxograma do processo de produção do pão.....	102
Figura 2 – Pães de tef elaborados e as suas respectivas farinhas utilizadas. Da esquerda para direita os tratamentos são: T1, T2, T3 e T4. Quanto às farinhas utilizadas: a – farinha de trigo, b – farinha de tef; c – farinha de arroz, d – fécula de mandioca.....	103
Figura 3 – Frequência relativa de notas informadas pelos avaliadores para a	109

intenção de compra, sendo indivíduos não celíacos (a) e celíacos (b).....	
Figura 4 – Índice de aceitabilidade das formulações de pães avaliadas por não celíacos (a) e celíacos (b).....	110
Figura 5 – Atributos avaliados entre os grupos não celíacos e celíacos sobre os atributos e intenção de compra dos pães elaborados.....	114

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química do grão de tef cru.....	25
Artigo 1 – Qualidade nutricional, tecnológica e sensorial em farinha de tef (<i>Eragrostis tef</i>) em preparações de panificação	
Tabela 1 – Preparações alimentares com adição de diferentes percentuais de tef associadas a outras farinhas.....	38
Tabela 2 – Preparações alimentares contendo apenas farinha de tef.....	44
Tabela 3 – Características nutricionais, tecnológicas e sensoriais observadas pelos autores em preparações com a utilização de farinha de tef.....	46
Artigo 1 – Versão em inglês. Nutritional, technological and sensory quality of tef (<i>Eragrostis tef</i>) flour in bakery	
Table 1 – Food preparations with addition of different tef percentages and other flours.....	60
Table 2 – Food preparations containing only tef flour.....	66
Table 3 – Nutritional, technological, and sensory characteristics observed by the authors in preparations containing tef flour.....	68
Artigo 2 – Versão em português. Determinação da capacidade antioxidante, compostos fenólicos, carotenoides e vitaminas em pães elaborados a partir de farinha de tef e associações	
Tabela 1 – Ingredientes adicionados nas formulações dos pães de forma com e sem tef e as suas quantidades.....	79
Tabela 2 – Capacidade antioxidante total determinada pelos métodos ABTS, ORAC, DPPH e FRAP e compostos fenólicos totais dos tratamentos elaborados com farinha de trigo, farinha de tef e associações.....	86
Tabela 3 – Média e desvio padrão de luteína ($\mu\text{g/g}$), zeaxantina, criptoxantina, α -caroteno, β - caroteno ($\mu\text{g/g}$) e carotenoides totais dos tratamentos elaborados com farinha de trigo, farinha de tef e associações.....	87
Tabela 4 – Média e desvio padrão das vitaminas tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantotênico, piridoxina, biotina (mg/100g) e vitamina C (mg/g) dos tratamentos elaborados com farinha de trigo, farinha de tef e associações.....	88
Artigo 3 – Percepção de celíacos e não celíacos na avaliação sensorial de pães elaborados a partir da tef (<i>Eragrostis tef</i>)	
Tabela 1 – Ingredientes para formulações dos pães elaborados com trigo e com	

tef.....	101
Tabela 2 – Aceitabilidade e intenção de compra nos pães elaborados realizado por avaliadores não celíacos.....	106
Tabela 3 – Aceitação e intenção de compra dos pães elaborados realizado por avaliadores celíacos.....	108
Tabela 4 – Atributos de aceitabilidade apresentados a partir do índice de aceitabilidade dos tratamentos avaliados por não celíacos e celíacos.....	109
Tabela 5 – Correlação entre os grupos não celíacos e celíacos sobre os atributos e intenção de compra dos pães elaborados.....	111

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABIP – Associação Brasileira de Panificação e Confeitaria
- ABTS – *2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)*
- ACELBRA – Associação de Celíacos do Brasil
- ALD – Amido lentamente digerível
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CAT – Capacidade antioxidante total
- CEP – Comitê de Ética em Pesquisa
- COMPESQ – Comissão de Pesquisa
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento
- DC – Doença celíaca
- DPPH – *2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl*
- FA – Farinha de arroz
- FAMED – Faculdade de Medicina
- FAO – *Food and Agriculture Organization*
- FM – Farinha de milho
- FR – Frequência relativa
- FRAP – *Ferric Reducing Antioxidant Power*
- FS – Farinha de trigo sarraceno
- FT – Farinha de trigo
- GF – *Glúten free*
- HMT – *Heat moisture treatment*
- HPLC – *High Performance Liquid Chromatography*
- HPMC – hidroxipropilmetilcelulose
- IA – Índice de Aceitabilidade
- IA – Índice de aceitabilidade
- ICTA – Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos
- ITT Nutrifor – Instituto de Tecnologia de Alimentos para Saúde
- ORAC – *Oxygen Radical Absorbance Capacity*
- PPGANS – Programa de Pós-Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde
- PRISMA – *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*

RDA – *Recommended Dietary Allowances*

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UI – Unidade internacional

USDA – *United States Department of Agriculture*

WGO – *World Gastroenterology Organisation*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	OBJETIVOS.....	21
2.1	OBJETIVO GERAL.....	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	22
3.1	CARACTERIZAÇÃO, CULTIVO E UTILIZAÇÃO DE TEF.....	22
3.2	COMPOSIÇÃO QUÍMICA.....	23
3.2.1	Grão e farinha.....	23
3.2.2	Outros estudos com tef.....	25
3.3	ANÁLISE SENSORIAL DE PREPARAÇÕES COM TEF.....	26
3.4	PÃO.....	27
3.5	FÉCULA DE MANDIOCA E FARINHA DE ARROZ.....	28
3.6	DOENÇA CELÍACA.....	29
4	ARTIGO 1 – Versão em português. Qualidade nutricional, tecnológica e sensorial em farinha de tef (<i>Eragrostis tef</i>) em preparações de panificação.....	30
5	ARTIGO 1 – Versão em inglês. Nutritional, technological and sensory quality of tef (<i>Eragrostis tef</i>) flour in bakery (English version).....	53
6	ARTIGO 2 – Determinação da capacidade antioxidante, compostos fenólicos, carotenoides e vitaminas em pães elaborados a partir de farinha de tef e associações.....	75
7	ARTIGO 3 – Percepção de celíacos e não celíacos na avaliação sensorial de pães elaborados a partir da tef (<i>Eragrostis tef</i>) e farinhas associadas.....	95
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	121
	REFERÊNCIAS.....	123
	APÊNDICES.....	128

1 INTRODUÇÃO

A tef (*Eragrostis tef*) é uma planta nativa da Etiópia e da Eritreia. Seus grãos são utilizados em diversos alimentos e bebidas, tendo papel importante na cultura alimentar desses países, enquanto o restante da planta é utilizado na alimentação e forragem para animais (BAYE, 2014; ZHU, 2018). Na Etiópia, a tef alimenta aproximadamente 50 milhões de pessoas, conforme relatado por Bultosa (2016). No entanto, Ghebrehiwot *et al.* (2016) afirmam que apesar da importância alimentar, a tef mantém-se pouco utilizada em diversos países.

Pertencente à família Poaceae, considerada uma gramínea, a tef é cultivada por séculos no continente africano, segundo Bultosa (2016), que afirma também, que o primeiro relato da domesticação data-se entre 4000 a.C. e 1000 a.C. pelos povos pré-semíticos. Conforme Assefa, Chanyalew e Tadele (2017) a tef é cultivada atualmente nas seguintes regiões: Estados Unidos, Israel, Espanha, Países Baixos, Etiópia, Eritreia, na região sul do continente africano, Índia, Austrália e Quênia. Assefa *et al.* (2015) afirmam que a tef é resistente a condições ambientais adversas e menos suscetível a pragas quando comparado a outros grãos, desempenhando papel primordial na segurança alimentar na região leste da África (ZHU, 2018).

Nas preparações com tef é utilizado o grão inteiro, como também moído, em consistência de farinha, podendo ser cozida, fermentada, assada, servida como prato principal em diversas preparações, em pães, panquecas e biscoitos, conforme revelam Fekadu *et al.* (2015). Bultosa (2016) destaca sua utilização na forma de espessante, em sopas, molhos e pudins, como também em bebidas fermentadas como a típica cerveja etíope, denominada 'tella'.

Os grãos de tef possuem em sua composição carboidratos complexos com amido lentamente digeríveis (ALD), teor de fibra elevado, ácidos graxos essenciais, compostos bioativos, como polifenóis, fitoesteróis; quanto aos minerais, apresenta quantidades de selênio e ferro evidenciadas (BAYE, 2014; ZHU, 2018). De acordo com Zhu (2018), o teor de ferro e de lisina é aumentado na tef quando comparados a outros cereais, tais como trigo, arroz, milho e cevada, além de que suas proteínas não possuem glúten. Para os autores, Gebremariam, Zarnkow e Becker (2014) a tef pode ser uma possibilidade para substituição de farinhas comumente utilizadas, como por exemplo, trigo e centeio, servindo como uma alternativa de matéria-prima na elaboração de preparações alimentares sem glúten para pessoas com doença celíaca (DC).

A prevalência global de doença celíaca aumentou consideravelmente nos últimos 20 anos, segundo os dados revelados pela Diretriz Global da Organização Mundial de Gastroenterologia (2016), sendo que a maioria dos indivíduos com doença celíaca permanece não detectada. A Diretriz aponta a prevalência mundial atual de 1%, porém complementa o achado, referindo as seguintes variações: populações de baixo risco a prevalência oscila de 0,14% a 5,7%, naquelas de alto risco, a prevalência é de 1,2% a 55%; no Brasil, a prevalência de DC é de 1,66 para cada mil pessoas.

Estudos relatam o aumento da prevalência dos casos de doença celíaca (GATTI *et al.*, 2019, LEVINSON-CASTIEL *et al.*, 2019). Com o aumento de diagnósticos da doença celíaca, a demanda por alimentos sem glúten se intensifica; a disponibilidade e o custo destes alimentos são capazes de interferir na dieta (Muhammad, Reeves e Jeanes, 2019). Além da aquisição limitada, existirem escassas opções, estes alimentos também são onerosos (HOPMAN, 2008). A qualidade nutricional dos produtos alimentares, de panificação, sem glúten é inferior em comparação com os equivalentes contendo glúten, tal como o teor de fibras (HOPMAN, 2008). Os fatores, tais como: econômicos, a restrita variedade de alimentos sem glúten e o valor nutricional inferior em relação aos alimentos homólogos contendo glúten, causam grande impacto na vida das pessoas com doença celíaca, podendo afetar a sua qualidade de vida (HOPMAN, 2008).

Em função da ausência de glúten e de seus teores nutricionais, o emprego da tef na alimentação pode trazer benefícios para a doença celíaca (NASCIMENTO *et al.*, 2018). Sendo assim, este estudo justifica-se pela necessidade de conhecer as características nutricionais, tecnológicas e sensoriais de pães sem glúten, a partir de um cereal ainda novo no Brasil, incrementando dessa forma, a inclusão de mais este alimento na alimentação de indivíduos celíacos e aqueles interessados em seguir uma alimentação sem glúten.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Determinar e avaliar as características químicas, tecnológicas e sensoriais da farinha de tef e associações em pães e identificar essas análises em estudos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma revisão de literatura referente à qualidade nutricional, tecnológica e sensorial em farinha de tef em preparações de panificação;
- Determinar a composição química de pães elaborados a partir de tef, sendo elas: capacidade antioxidante total (pelos métodos ABTS, ORAC, DPPH e FRAP), compostos fenólicos totais (pelo método de Folin-Ciocalteau), carotenoides totais e específicos: luteína, zeaxantina, criptoxantina, α - caroteno e β - caroteno e vitaminas do complexo B: tiamina, ácido Pantotênico, piridoxina, riboflavina, niacina, biotina e vitamina C (por HPLC).
- Avaliar a aceitabilidade, intenção de compra e o índice de aceitabilidade de pães elaborados a partir de tef, entre dois grupos de avaliadores comparando a percepção sensorial de celíacos e não celíacos.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 CARACTERIZAÇÃO, CULTIVO E UTILIZAÇÃO DE TEF

Conforme descreve Bultosa (2016), na Enciclopédia de Grãos Alimentares, a tef pertence ao gênero *Eragrostis*, que abrange 350 espécies, sendo a tef a única cultivada para fins alimentares, a figura 1 apresenta um desenho da planta tef. O mesmo autor afirma que a origem do nome ‘tef’ é originária de ‘teffa’, palavra da língua amárica, que significa ‘perdido’ em função do seu tamanho, e denomina a tef em quatro variedades de cor: branca, bege, marrom e vermelha.

A Agência de Padrões Etíopes (CSA,2013), a partir da Lei ES 671:2001, classifica a tef nos seguintes nomes:

- 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;
- Key – Grãos marrons de tef, porção com 94 a 100% de grãos marrons de tef;
- Sergegna – Grãos misturados de tef branca e marrom, em maior ou menor quantidade que as porções acima.

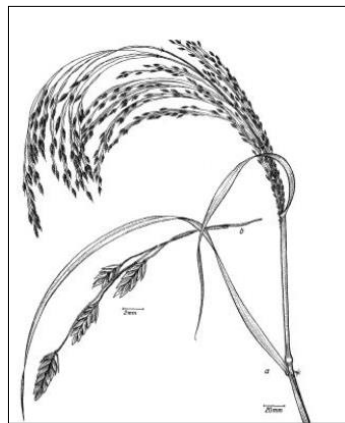


Figura 1 – Planta de tef. Fonte: Ketema (1997).

É possível obter um bom desempenho durante o cultivo da tef, afirmam Jöst *et al.* (2015) e Ketema (1997), em função da sua resistência a condições ambientais extremas, incluindo seca, alagamento, solos pobres, além de ser facilmente armazenado, é mais forte que outros cereais ao ataque de pragas de armazenamento. Os autores Gebremariam *et al.* (2014), apresentam observação similar: 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. As sementes de tef podem ser viáveis por muito tempo, contando que não sejam expostas à luz do sol e a umidade, revelam Gamboa e Ekris (2008).

Zeid *et al.* (2011) afirmam que as plantas pertencentes ao gênero *Eragrostis*, possuem rendimento para forragem elevado, pastagem de boa qualidade, características capazes de beneficiar a vegetação de terras deterioradas e controlar a erosão do solo, atributos que contribuíram para a popularidade deste gênero. 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 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. Além disso, a tef é utilizada na preparação da panqueca etíope (injera), no mingau, no pão ázimo, na elaboração de bebidas alcóolicas (GEBREMARIAM *et al.*, 2014).

3.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA

3.2.1 Grão e farinha

Entre os principais componentes do grão de tef, o amido é o que mais se destaca, pois está em maior quantidade (EMMAMBUX; TAYLOR, 2013), o que representa aproximadamente 70% do peso do grão seco de tef (HAGER *et al.*, 2012). A maior parte de fibras que compõem a tef é fibra insolúvel (ZHU, 2018).

Quanto ao teor lipídico o percentual é de 3,7% na composição do grão, e segundo Forsido *et al.* (2013) quando comparado ao teor lipídico do milho e do trigo apresenta-se maior. Já Hager *et al.* (2012) demonstraram que este percentual é considerado superior que o trigo, arroz, sorgo e farinha de milho, e inferior que a aveia e a quinoa. No que se referem aos ácidos graxos, os mesmos autores, afirmam que sua maior parte é insaturada, sendo que entre o ácido linoleico e o ácido oleico, observa-se em maior teor o ácido linoleico.

Considerando o teor de proteínas da tef, Hager *et al.* (2012) e Mancebo *et al.* (2015) demonstraram valores proteicos de 12,8% e 10,5%, respectivamente, sendo estes superiores em relação a outros cereais.

Quanto ao teor de aminoácidos, Ketema (1997) destaca elevada quantidade de cistina e lisina, além de quantidades superiores na tef dos seguintes aminoácidos: leucina, valina,

fenilalanina, tirosina, treonina, metionina e cistina, em relação ao trigo. Na figura 2 é apresentada a aparência da farinha e dos grãos de tef.



Figura 2 – Farinha e grãos de tef. Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Quando comparada à farinha de trigo e farinha de arroz, a farinha de tef demonstra maior teor de cinzas que as demais, segundo o relatado por Abebe e Ronda (2014).

O estudo de Kotásková *et al.* (2015) demonstrou que os principais compostos fenólicos da tef marrom são ácidos trans-p-cumarico, protocatecuico, quercetina, catequina, ferúlico e gálico e na tef branca os ácidos rutina, catequina, quercetina, ferúlico e protocatecúico. Zhu (2018) afirma que a variedade da tef interfere na sua composição de polifenóis. No que se refere aos fitoesteróis nos grãos de tef, El-Alfya *et al.* (2012) observaram quantidades de β -sitosterol e o β -sitosterol-3-O β -d-glucósido.

A tabela 1, retirada da tabela de composição (USDA, 2017), retrata os componentes dos grãos de tef, nela destacam-se: as vitaminas niacina, vitamina B6, tiamina, riboflavina, vitamina K (filoquinona), vitamina A (9 UI) e α -tocoferol, e os minerais: cálcio, ferro, magnésio, fósforo, potássio, sódio e zinco. Baye (2014) relatou que haveria a possibilidade do elevado teor de ferro e outros minerais serem provenientes do solo ou condições de processamento, visto que posterior à lavagem ocorreu uma redução destes minerais.

Tabela 1 – Composição química do grão de tef cru.

Nutriente	Unidade	Valor por 100g
Umidade	g	8,82
Energia	kcal	367
Proteína	g	13,3
Gorduras totais	g	2,38
Carboidrato, por diferença	g	73,13
Fibra total	g	8
Açúcar total	g	1,84
Minerais		
Cálcio	mg	180
Ferro	mg	7,63
Magnésio	mg	184
Fósforo	mg	429
Potássio	mg	427
Sódio	mg	12
Zinco	mg	3,63
Vitaminas		
Tiamina	mg	0,39
Riboflavina	mg	0,27
Niacina	mg	3,363
Vitamina B6	mg	0,482
Vitamina A	mg	9
Vitamina E	mg	0,08
Vitamina K	mg	1,9
Lipídeos		
Ácidos graxos, saturada	g	0,449
Ácidos graxos, monoinsaturada	g	0,589
Ácidos graxos, poli-insaturada	g	1,071

Fonte: traduzida e adaptada da tabela de composição (USDA, 2017).

Sabe-se que o ácido fítico e as fibras podem afetar a biodisponibilidade de minerais (Zhu, 2018). Na tef o teor de ácido fítico é de 1.544 mg / 100 g (base seca) na análise de Baye (2014). Conforme Cozzolino (2016) o ácido fítico se liga a metais divalente e trivalente e forma o fitato, presente em altos teores em cereais e em leguminosas, armazenando fósforo, além disso, a biodisponibilidade é afetada, sendo reduzida com o fitato; tal interferência na biodisponibilidade também é apresentada com fosfatos e taninos.

3.2.2 Outros estudos com tef

Hager e Arendt (2013) analisaram a composição centesimal de pães com 100% farinha de tef e encontraram maior teor de fibras totais, polifenóis e fitatos quando comparados à farinha de arroz, farinha de milho e trigo sarraceno. Tess *et al.* (2015) avaliaram *muffins* elaborados com 100% farinha de tef e revelaram maior teor energético, teor de lipídeos proteína, fibra, cálcio e ferro em *muffins* com 50% de farinha de tef em substituição à farinha de arroz, quando comparado aqueles com maiores quantidades de farinha de arroz.

Alaunyte *et al.* (2012) analisaram a qualidade nutricional de pães com farinha de tef em substituição à farinha de trigo (nas quantidades de 0%, 10%, 20% e 30%), com a utilização de enzimas (xilanase, amilase, e glucose oxidase e lipase), 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. Já a capacidade antioxidante aumentou nos pães de 10%, 20% e 30% de tef.

Hofmanová *et al.* (2014) avaliaram a utilização de farinha de tef 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 cinza. Ronda *et al.* (2015) avaliaram pães de trigo com substituição de até 40% de farinha de tef e observaram que em pães com tef houve 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 em pães de farinha de trigo refinada e revelaram que o teor antioxidante e de flavonoides foi maior nas amostras com farinha de tef. Ezpeleta (2010) observou que pães com maior quantidade de tef, (15% e 30%) resultaram em menor atividade da enzima α -amilase, conseqüentemente alto índice de queda, volume e comprimento reduzidos, grande firmeza e pouca elasticidade; devido à maior absorção de água, em relação àquelas com menos tef ou sem tef (100% farinha de trigo).

Tess *et al.* (2015) avaliaram *muffins* com 100% de farinha de tef e observaram que o teor energético, teor de lipídeos proteína, fibra, cálcio e ferro foram maiores nos *muffins* com 100% tef do que aqueles elaborados com menor quantidade.

3.3 ANÁLISE SENSORIAL DE PREPARAÇÕES COM TEF

Díez (2012) analisou pães com farinha de tef e afirmou que 10% em substituição à farinha de trigo beneficiam nutricionalmente o pão, sem prejudicar a análise sensorial e física. No entanto 40% ou mais prejudica as características físicas do mesmo. Simón (2012) afirma que a utilização de tef em biscoitos melhorou as propriedades nutricionais, porém prejudicou as características físicas (dureza e escurecimento). A aceitação de biscoitos se aproximou da nota média da escala hedônica das amostras com menores doses de tef foram as mais bem aceitas; as amostras com 100% de tef foram menos apreciadas.

Alaunyte *et al.* (2012) avaliaram a qualidade nutricional de pães com farinha de tef em substituição à farinha de trigo (nas quantidades de 0%, 10%, 20% e 30%) e revelaram que a

aceitabilidade geral dos pães de tef demonstrou-se diminuída com maiores quantidades de tef, assim como o atributo de sabor (20% e 30%).

Na análise sensorial de Ezpeleta (2010), pães foram avaliados com farinha de tef, em 15% e 30%, observando-se menor aceitação por pães com maior teor de tef justificado pelo autor, pela coloração mais escura. Simón (2012) avaliou 100% de farinha de tef em *cupcakes* e observou que a análise sensorial revelou o grau de satisfação aproximado da média geral da escala hedônica (utilizada escala hedônica de 5 pontos, sendo 1 “desgosto muito” e 5 “gosto muito”).

Coleman *et al.* (2013) analisaram pães, bolos e biscoitos, com até 100% de farinha de tef em pães de farinha de trigo refinada e revelaram que os pães com substituição de até 40% de farinha de tef foram sensorialmente e tecnologicamente viáveis quando comparado aos pães com trigo, observados a partir das características físicas: leve redução de volume, irrelevante alteração na firmeza. Tess *et al.* (2015) avaliaram *muffins* com 100% de farinha de tef e observaram maior firmeza nesses *muffins* e baixa aceitabilidade na análise sensorial, nos atributos de aparência, sabor, odor e aceitação geral.

3.4 PÃO

O pão é uma preparação prestigiada em função das características de sabor, odor, aparência, custo e disponibilidade, consumido na condição de lanche ou refeição, conforme afirmado por Battochio *et al.* (2006).

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 mantem 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; pode-se ainda acrescentar açúcar, que confere sabor e coloração, assim como a gordura, que também proporciona maciez, aumento do tempo de comercialização; ovo, que atribui ao pão mais sabor, coloração e textura.

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 apresentaram no seu trabalho a utilização de hidrocoloides como a HPMC (hidroxipropilmetilcelulose) e a goma xantana. Os hidrocoloides

possibilitam maior quantidade de água ocasionando menor dureza quando comparado ao tratamento controle.

O microorganismo *Xantomonas campestris* segrega a goma xantana, um heteropolissacarídeo; que aumenta a viscosidade e mesmo após o aquecimento mantêm estáveis as propriedades reológicas (HAGER, ARENDT, 2013).

3.5 FÉCULA DE MANDIOCA E FARINHA DE ARROZ

A mandioca é originária do Brasil, sendo um alimento de fácil cultivo, atualmente compõem as opções dos alimentos mais consumidos do mundo, sendo o Brasil o quarto país com maior produção de mandioca (BRASIL, 2017). A fécula é obtida pelo descascamento, trituração, desintegração, purificação, peneiramento, centrifugação, concentração e secagem das raízes da mandioca (VIEIRA *et al.*, 2010).

A mandioca possui teor elevado de carboidrato, sendo o amido o seu componente principal, a maior quantidade de carboidrato está na fécula de mandioca do que na farinha de trigo, além de poucas proteínas e lipídeos. As principais vitaminas presentes são: tiamina (B1) riboflavina (B2), e niacina (B3) (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2006; ZHU, 2015).

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. A maciez apresentou menor aceitação para os pães com fécula de mandioca na realização da análise sensorial. Em função do valor econômico, sustentável e amplo teor de amido da mandioca, Zhu (2015) afirma que há possibilidade de uso em diversas preparações.

Conforme o relatório da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (BRASIL, 2015), o arroz é o alimento fundamental de mais da metade da população no mundo, sendo um dos cereais mais produzidos e consumidos. A farinha de arroz é o principal alimento substituto da farinha de trigo, quando abordado os produtos de panificação sem glúten, Machado (2016) relata também que a orizenina é a fração proteica do endosperma do arroz que possibilita a elaboração de massas viscoelásticas.

3.6 DOENÇA CELÍACA (DC)

A doença celíaca é uma enteropatia crônica auto-imune, 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 consiste na restrição completa de alimentos que contenham glúten (BRASIL, 2009; PINTO-SÁNCHEZ *et al.*, 2016).

Os fatores de risco ambientais, como a forma de introdução do glúten na dieta infantil em conjunto com a predisposição genética influenciam o desenvolvimento da DC, conforme descrito por Norris *et al.* (2005). Pinto-Sánchez *et al.* (2016), concluem em seu estudo, 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.

Conforme Muhammad, Reeves e Jeanes (2019) a disponibilidade dos alimentos livres de glúten (GF) e o custo econômico dessa dieta é capaz de interferir na adesão à mesma. Além disso, a alimentação sem glúten demonstrou ter menores teores de fibras, micronutrientes, (especialmente a vitamina D, a vitamina B12 e o ácido fólico) minerais (principalmente o ferro, o zinco, o magnésio e o cálcio), e revelou também quantidade elevada de ácido graxo saturado e hidrogenado, assim como maior índice glicêmico e carga glicêmica da refeição, conforme afirmado por Vici *et al.* (2016).

Ainda, segundo os autores, Vici *et al.* (2016), essa discrepância na alimentação sem glúten é atribuída pela priorização na prevenção do glúten e a importância da qualidade nutricional nas escolhas alimentares fica dispersa.

Segundo Therrien, Kelly e Silvester (2020) a doença celíaca é diagnosticada, na maior parte das vezes, naqueles indivíduos que apresentam manifestações gastrointestinais e crianças com déficit de crescimento.

No estudo realizado a partir da avaliação dos prontuários clínicos da Universidade de *Chicago Celiac Center* de 737 pacientes celíacos, somente 62% de adultos e 60% de crianças obtiveram manifestações extraintestinais. Em um estudo de coorte retrospectivo realizado por Jericho, Sansotta e Guandalini (2017), as manifestações mais comuns nos adultos foram anemia, fadiga, dor de cabeça e distúrbios psiquiátricos, enquanto nas crianças foi relatado baixa estatura, fadiga e dor de cabeça.

Na continuidade da dissertação, a seguir, os artigos elaborados estão apresentados.

4 ARTIGO 1 – Submetido à revista Trends in Food Science & Technology

Qualidade nutricional, tecnológica e sensorial em farinha de tef (*Eragrostis tef*) em preparações de panificação

Raísa V. Homem¹, Divair Doneda², Tarso B. L. Kist³, Viviani R. de Oliveira^{1,2*}.

¹ Programa de Pós-graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Rua Ramiro Barcelos, 2400, Santa Cecília, CEP: 90035-003, Porto Alegre, RS, Brasil.

² Departamento de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Rua Ramiro Barcelos, 2400, Santa Cecília, CEP: 90035-003, Porto Alegre, RS, Brasil.

³ Departamento de Biofísica, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, RS CEP 91501-970, Brasil.

* Autor correspondente. Toda a correspondência deve ser enviada para o endereço de e-mail: viviani.ruffo@ufrgs.br

Telefone / Fax: +55 51 33085122

Resumo

A tef (*Eragrostis tef*) é um cereal do continente africano. Subutilizada em vários países, possui um bom desempenho de cultivo devido à sua resistência a condições ambientais extremas. Por não possuir glúten, a tef torna-se uma opção possível para os celíacos. A doença celíaca é uma enteropatia autoimune induzida pelo glúten, que afeta indivíduos geneticamente predispostos. O glúten é uma proteína encontrada em alguns cereais, como trigo, cevada e centeio. Portanto, é importante ter uma variedade de preparações para fornecer uma dieta nutricional completa ao indivíduo afetado por essa doença. Este estudo é uma revisão integrativa e apresenta a qualidade nutricional, tecnológica e sensorial de preparações feitas a partir de farinha de tef e outras farinhas associadas (farinha de arroz e fécula de mandioca). A farinha de tef foi utilizada em diversas preparações como bolos, cookies, pães, *cupcakes*, *muffins*, e *snacks* extrusados, utilizada sozinha ou com outras farinhas, revelando viabilidade tecnológica favorável especialmente em quantidades reduzidas de 5% e 10%. A maior parte das preparações obtiveram boa aceitabilidade com até 50% de farinha de tef. O alto potencial nutricional também foi evidenciado. Sendo assim, as suas características tecnológicas devem ser mais

35 exploradas na panificação, como também a aceitabilidade das preparações com farinha de
36 tef.

37

38 **Palavras-chave:** *Eragrostis tef*; pães sem glúten; tef.

39

40 **Abstract**

41 Tef (*Eragrostis tef*) is a cereal from the African continent. Underutilized in several
42 countries, it has a good cultivation performance due to its resistance to extreme
43 environmental conditions. By not using, tef becomes a possible option for celiacs. Celiac
44 disease is a gluten-induced autoimmune enteropathy that affects genetically predisposed
45 people. Gluten is a protein found in some cereals, such as wheat, barley and rye. Therefore,
46 it is important to have a variety of preparations to provide a complete nutritional diet to the
47 individual affected by this disease. This study is an integrative review and presents a
48 nutritional, technological and sensorial quality of preparations made from tef flour and
49 other associated flours (rice flour and cassava starch). A tef flour was used in various
50 preparations such as cakes, cookies, breads, cupcakes, muffins and extruded snacks, used
51 alone or with other flours, revealing the technological feasibility specially customized in
52 reduced changes of 5% and 10%. Most preparations achieve good acceptability with up to
53 50% tef flour. The high nutritional potential was also shown. Therefore, as its
54 technological characteristics should be further explored in baking, as well as the
55 acceptability of preparations with tef flour.

56 **Keywords:** *Eragrostis tef*; gluten-free breads; tef.

57

58 **Introdução**

59 A tef (*Eragrostis tef*) é um cereal oriundo da região norte do continente africano,
60 sendo a principal cultura alimentar na Etiópia, segundo a *Central Statistical Agency of*
61 *Ethiopia* (CSA) (2014) e alimenta em média 50 milhões de pessoas segundo Bultosa
62 (2016). Todavia, apesar de sua importância na alimentação, ela segue pouco conhecida e
63 subutilizada em algumas partes do mundo (GHEBREHIWOT *et al.*, 2016).

64 O grão possui três variedades de coloração, sendo elas: marrom, vermelho e branco
65 (FEKADU *et al.*, 2015). Serve para usos diversificados em preparações, seja na
66 consistência fermentada com os grãos *in natura* ou ainda como farinha (Bultosa; Taylor,
67 2004). Na Figura 1 é possível observar o formato dos grãos e a farinha de tef.

68



69
70 **Figura 1** – Tef marrom *in natura* à esquerda e farinha de tef à direita.

71 Fonte: Arquivo pessoal da autora.

72
73 A farinha de tef pode servir como espessante, em pudins, mingaus, pão ázimo,
74 sopas, molhos, cookies, bolos, massas; fermentada, a tef serve como componente básico
75 para pães, panquecas, assim como no desenvolvimento de cervejas e bebidas étnicas
76 (BULTOSA; TAYLOR, 2004; NASCIMENTO *et al.*, 2018).

77 Os grãos de tef apresentam teor elevado de fibras, sendo que a maior parte é
78 composta por fibras insolúveis. Também possuem a maior parte dos ácidos graxos do tipo
79 insaturados, sendo eles: ácido linoleico e ácido oleico (ZHU, 2018).

80 Os minerais ferro e selênio estão em grande quantidade nesse grão, assim como, as
81 vitaminas niacina, piridoxina, tiamina, riboflavina, filoquinona, retinol, a-tocoferol (*United*
82 *States Department of Agriculture* [USDA], 2017). Esses micronutrientes merecem atenção
83 principalmente porque a alimentação sem glúten pode ser reduzida de fibras, ácidos graxos
84 saturados e minerais, como: cálcio, ferro, magnésio e zinco os quais estão em menores
85 proporções nos alimentos sem glúten (VICI *et al.*, 2016; RYBICKA, 2018; DO
86 NASCIMENTO *et al.*, 2013).

87 O teor proteico dos grãos de tef se equipara com de outros cereais, como o trigo, no
88 entanto, a tef apresenta maior quantidade do aminoácido essencial lisina, quando
89 comparado ao trigo (ZHU, 2018). Ademais, Ketema (1997) apresenta referente à
90 quantidade de aminoácidos na tef, há maiores teores em relação ao trigo para: leucina,
91 valina, fenilalanina, tirosina, treonina, metionina e cistina.

92 A composição nutricional do grão também se destaca devido à ausência de glúten
93 (BAYE, 2014), portanto, há possibilidade de ser consumida por indivíduos com doença
94 celíaca. Nos últimos 20 anos, a prevalência da doença celíaca elevou-se consideravelmente
95 no mundo (*World Gastroenterology Organisation* [WGO], 2016), e, com a conseqüente
96 crescente prevalência da doença, acentua-se a necessidade de alimentos sem glúten
97 (HOPMAN, 2008).

98 Geralmente, os alimentos sem glúten possuem baixo teor de proteína, maior teor de
99 carboidratos, especialmente amido, e lipídeos a fim de suprir as propriedades tecnológicas
100 como características insatisfatórias na coloração, farelo e volume (SEGURA; ROSELL,
101 2011). Além de serem demasiadamente calóricos (THEETHIRA; DENNIS, 2015),
102 possuem alto índice glicêmico (VICI *et al.*, 2016; RIZZELLO *et al.*, 2017).

103 As pessoas com doença celíaca apresentam risco superior do que os não celíacos de
104 desenvolver sobrepeso e obesidade (DIAMANTI *et al.*, 2014). Após um ano de
105 alimentação sem glúten evidencia-se alto risco de síndrome metabólica nos indivíduos
106 celíacos (TORTORA *et al.*, 2015). Suprindo essa demanda, a utilização da tef na
107 alimentação pode ser benéfica para a doença celíaca devido à sua composição nutricional
108 além da referida ausência do glúten (NASCIMENTO *et al.*, 2018).

109 Apesar de já estar reconhecido o valor nutricional da tef, se faz necessário investigar
110 o comportamento desse cereal em preparações com tef associada a outras farinhas e
111 preparações exclusivamente com tef, além disso, verificar a aceitabilidade desse alimento
112 em preparações principalmente em produtos de panificação, por ser um dos grandes
113 desafios tecnológicos para a população celíaca e não celíaca.

114 Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi identificar a qualidade química,
115 tecnológica e sensorial na literatura, a partir de estudos que avaliaram produtos de
116 panificação elaborados com farinha de tef e de associações.

117

118

119 **Material e métodos**

120

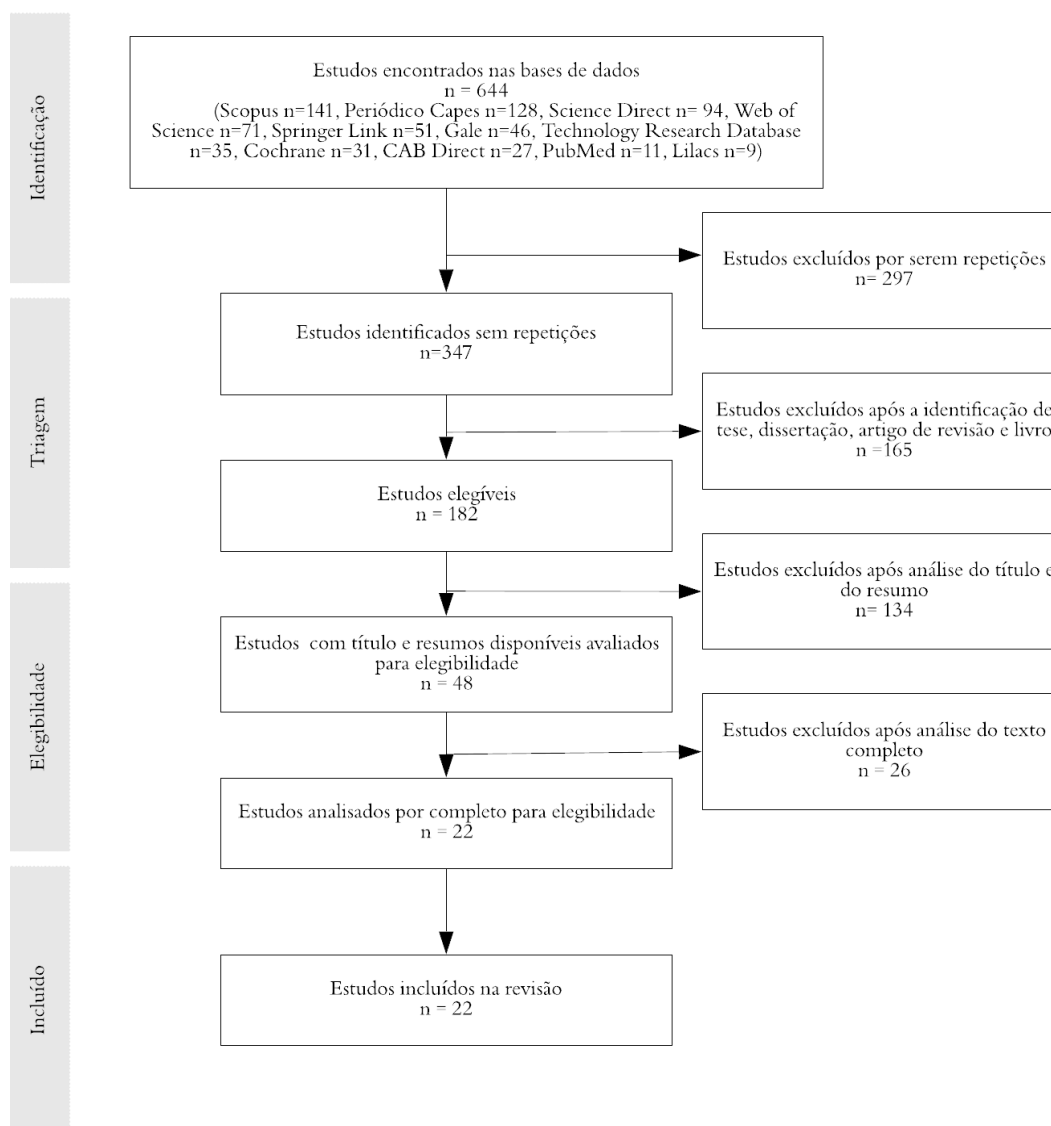
121 Uma revisão integrativa foi realizada, e é considerada uma ferramenta importante
122 para investigar os resultados de outros estudos, fornecendo uma síntese de conhecimento
123 com a incorporação da aplicabilidade na prática de diferentes usos da tef, provendo assim,
124 suporte sobre a sua utilização. O objetivo desta metodologia é associar o conhecimento e
125 resumir resultados de estudos anteriores de forma organizada, o que contribui para
126 alcançar o conhecimento do assunto sob investigação.

127 A seleção dos estudos e a extração de informações foram realizadas por meio de
128 pesquisas em diversas bases de dados: Scopus, Portal Capes, Science Direct, Web of
129 Science, Springer Link, Gale, Technology Research, Cochrane, CAB Direct, PubMed,
130 Lilacs (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), entre junho de
131 2018 e maio de 2019.

132 A identificação dos estudos foi realizada conforme a figura 2, e para a triagem, os
133 artigos foram selecionados considerando a presença das seguintes combinações das
134 palavras-chave, em português e inglês, e os seguintes operadores booleanos: “*Eragrostis*
135 *tef*” e “*cake*” ou “*bread*” ou “*cookie*” ou “*muffins*” ou “*cupcake*” ou “*recipes*” ou/e “*flour*”
136 not “*injera*” not “fermentação” not “pasta”.

137 Para a execução da elegibilidade os critérios de inclusão foram: (1) ser compatível
138 com a temática em produtos de panificação; (2) encontrar-se disponível para leitura; (3) ser
139 artigo original. Não houve limitações de data e posteriormente, pela leitura do título e do
140 resumo os artigos fora da temática de interesse foram excluídos. Os critérios de exclusão
141 foram: (1) não abordar a temática de interesse; (2) estar bloqueado para leitura; (3) ser tese,
142 dissertação, artigo de revisão ou livro; (4) ser cópia (5) artigos clínicos ou com animais.
143 Algumas palavras de exclusão utilizadas foram: “*injera*”, “fermentação”, “pasta”. Não foi
144 utilizada restrição por idioma e nem por datas.

145 Posteriormente, os artigos remanescentes foram lidos em sua íntegra por dois
146 avaliadores e confirmados se contemplavam a temática do atual estudo. Os dados
147 avaliados incluem autores, ano de publicação, objetivos, métodos e resultados.



148

149 **Figura 2** – Fluxograma que apresenta a metodologia de busca dos artigos utilizados,
 150 adaptado de PRISMA (Adaptado de Shamseer *et al.*, 2015).

151

152 **Resultados e discussão**

153

154 Foram encontrados 644 estudos que atenderam aos critérios estabelecidos
 155 inicialmente, desses foram excluídos: 297 por serem cópias, 165 por serem teses,
 156 dissertações, artigos de revisão e livros, 134 por possuírem o título e o resumo fora da
 157 temática, 26 por conterem o texto completo fora da temática. Restaram 22 artigos, que
 158 foram incluídos na revisão.

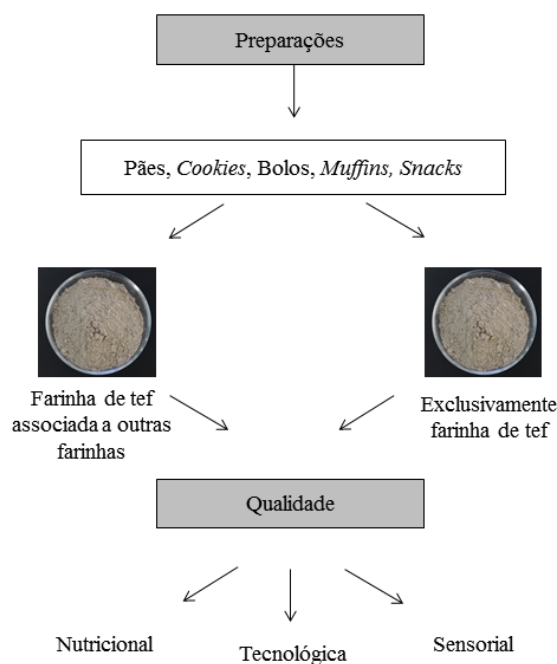
159

160 Os 22 artigos que avaliaram preparações foram lidos integralmente e divididos em

160

dois grupos: o primeiro grupo constou de preparações alimentares com a utilização de tef

161 associada a outras farinhas e, no segundo grupo, preparações exclusivamente com tef.
 162 Além disso, foram consideradas as características nutricionais, tecnológicas e sensoriais
 163 apresentadas pelos autores dos estudos. Esta proposta está apresentada na figura 3.
 164
 165



166
 167 **Figura 3** – Fluxograma da organização da proposta e dos processos realizados.

168

169 **Preparações alimentares com tef associada a outras farinhas**

170

171 Collar e Angioloni (2014) analisaram a adição das farinhas de tef, amaranto, trigo
 172 sarraceno e quinoa (em 5% de substituição de tef, em porções individuais, binárias,
 173 terciárias e quaternárias) em pães com 50% trigo e 50% centeio, e observaram maior teor
 174 nos tratamentos com tef, nos teores de fibras, solúveis e insolúveis. Quanto aos pães com
 175 adição de 20% (5% de farinha de amaranto, 5% trigo sarraceno, 5% quinoa e 5% tef), os
 176 autores mencionam que obtiveram pães com maior valor nutricional, resguardando ainda o
 177 impacto tecnofuncional e sensorial.

178 Hofmanová *et al.* (2014) avaliaram a substituição de farinha de trigo por farinha de
 179 tef nas proporções de 20 e 30% e obtiveram resultado similar: quanto mais tef adicionada à
 180 preparação, maior o teor de fibra alimentar. Os teores de proteína e cinza também foram

181 superiores nos pães com maior teor de tef. A tabela 1 apresenta as preparações com tef
182 associada a outras farinhas em relação aos aspectos nutricionais, físicos e sensoriais, nos
183 percentuais 5% a 10%, 11% a 30% e 31% a 50%. Demais percentuais não foram relatados
184 nos estudos.

185 As análises demonstraram resultados distintos, por Alaunyte *et al.* (2012), quanto às
186 fibras: a utilização de farinha de tef em 0, 10, 20 e 30% em pães de trigo, não
187 demonstraram alterações nos teores de fibra total, como também gordura, quando
188 relacionado ao pão de trigo. Ainda assim, verificaram também que aqueles pães com 30%
189 de tef apresentaram o dobro do teor de ferro do que aqueles com trigo, e avaliaram ainda a
190 capacidade antioxidante, a qual aumentou nos pães de 10, 20 e 30% de tef.

191 Quanto à capacidade antioxidante, Ronda *et al.* (2015) avaliaram a substituição de
192 farinha de trigo com até 40% de farinha de tef e observaram um aumento de flavonoides e
193 de minerais, sendo eles, ferro, cobre, zinco, magnésio, manganês, cálcio, potássio e fósforo.
194 Tais achados também foram observados por Callejo *et al.* (2016), na adição de farinha de
195 tef nas proporções de 15 e 30% resultando em pães com maiores teores de ferro, zinco e
196 proteína em comparação com os pães elaborados com farinha de trigo. Os mesmos autores
197 atribuíram ao cultivo e condições ambientais, como também a cultivar, pela redução de
198 proteínas dos pães com 30% de farinha de tef, fato este contrário ao observado pelos
199 autores Hofmanová *et al.* (2014), conforme citado anteriormente.

200 Callejo *et al.* (2016) observaram também a ausência de gliadina nas farinhas de tef.
201 Mohammed *et al.* (2009) avaliaram a adição de farinha de tef em pães de trigo em 0, 5, 10,
202 15 e 20% e observaram que quanto maior o teor de tef, menor a quantidade final de glúten
203 do pão. As preparações deste estudo com a utilização de diferentes percentuais de tef e
204 adição de outras farinhas, estão demonstradas na tabela 1.

205 **Tabela 1** – Preparações alimentares com adição de diferentes percentuais de tef associadas
 206 a outras farinhas.

Aspectos	Percentual de tef			Preparação e tratamento padrão	Referência
	5% - 10%	11% - 30%	31% - 50%		
Aspectos nutricionais					
Fibras solúvel e insolúvel	Maior (5%)	-	-	Pão (50% FT; 50% FC)	Collar e Angioloni (2014) ¹
	-	Maior (20%, 30%)	-	Pão (100% FT)	Hofmanová <i>et al.</i> (2014) ²
	Sem alteração (10%)	Sem alteração (30%)	-		Alaunyte <i>et al.</i> (2012) ³
Fibra	-	Maior (25%)	-	<i>Muffin</i> (100% FA)	Tess <i>et al.</i> (2015) ⁴
	-	-	Maior (35%)	<i>Snacks</i> extrusados (100% FT)	Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
	-	Menor (20%)	-	Pão (100% FT)	Collar e Armero (2018a) ⁶
Valor nutricional	Maior (5%)	-	-	Pão (50% FT; 50% FC)	Collar e Angioloni (2014) ¹
	-	Maior (20%, 30%)	-		Hofmanová <i>et al.</i> (2014) ²
	-	Maior (15%, 30%)	-	Pão (100% FT)	Callejo <i>et al.</i> (2016) ⁷
Proteína	-	Menor ($\geq 15\%$)	-		Mohammed <i>et al.</i> (2009) ⁸
	-	-	Maior (50%)	<i>Muffin</i> (100% FA)	Tess <i>et al.</i> (2015) ⁴
	-	-	Maior (35%)	<i>Snacks</i> extrusados (100% FT)	Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
Gordura	-	Sem alteração (10%, 30%)	-	Pão (100% FT)	Alaunyte <i>et al.</i> (2012) ³
Carboidrato e glúten	-	-	Menor (35%)	<i>Snacks</i> extrusados (100% FT)	Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
	-	Menor (20%)	-	Pão (100% FT)	Collar e Armero (2018b) ⁹
Índice glicêmico	-	-	Menor (35%)	<i>Snacks</i> extrusados (100% FT)	Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
	-	Menor (30%)	-	Pão (100% FT)	Shumoy <i>et al.</i> (2018) ¹⁰
	Maior (>5%)	-	-		Mohammed <i>et al.</i> (2009) ⁸
Cinzas	-	Maior (20%, 30%)	-	Pão (100% FT)	Hofmanová <i>et al.</i> (2014) ²
	-	-	Maior (35%)	<i>Snacks</i> extrusados (100% FT)	Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
Umidade	Maior absorção da água (10% até 12%)	-	-	Pão (50%FT e 50%C, 70%FT e 30%C)	Svec <i>et al.</i> (2017) ¹¹
Minerais Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, Ca, K e P	-	-	Maior (40%)		Ronda <i>et al.</i> (2015) ¹²
Ferro	-	Maior (30%)	-	Pão (100% FT)	Alaunyte <i>et al.</i> (2012) ³
Ferro e Zinco	-	Maior (15%, 30%)	-		Callejo <i>et al.</i> (2016) ⁷
Minerais	-	Maior Fe e Ca (25%)	-	<i>Muffin</i> (100% FA)	Tess <i>et al.</i> (2015) ⁴
	-	Maior (10% até 30%)	-		Alaunyte <i>et al.</i> (2012) ³
Capacidade antioxidante	-	-	Maior (40%)	Pão (100% FT)	Ronda <i>et al.</i> (2015) ¹²
	-	-	Maior (35%)	<i>Snacks</i> extrusados (100% FT)	Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
Polifenóis	-	Menor (20%)	-		Collar e Armero (2018a) ¹³
Flavonoides	-	-	Maior (40%)	Pão (100% FT)	Ronda <i>et al.</i> (2015) ¹²
Atividade da enzima α -amilase	-	Menor (15%, 30%)	-		Ezpeleta (2010) ¹⁴
Enzima α -amilase	Menor com mais tef	-	-	Pão (100% FT)	Mohammed <i>et al.</i> (2009) ⁸

Aspectos	Percentual de tef			Preparação e tratamento padrão	Referência
	5% - 10%	11% - 30%	31% - 50%		
Digestibilidade	-	-	Menor (30% e 40%)	Pão (100% FT)	Ronda <i>et al.</i> (2015) ¹²
Aspectos físicos					
Volume	Menor (5%)	-	-	Pão (50% FT; 50% FC)	Collar e Angioloni (2014) ¹
	-	Menor (20%, 30%)	-	Pão (100% FT)	Hofmanová <i>et al.</i> (2014) ²
	Maior (até 5%)	Menor (≥5%)	-	Pão, bolo e <i>cookie</i> (100% FT)	Callejo <i>et al.</i> (2016) ⁷
	-	Menor em bolos (≥30%)	Sem alteração	Pão, bolo e <i>cookie</i> (100% FT)	Coleman <i>et al.</i> (2013) ¹⁵
	-	-	Menor (30%, 40%)	Pão (100% FT)	Ronda <i>et al.</i> (2015) ¹²
	-	Maior (30%)	Menor (40%)	Pão (100% FT)	Abebe <i>et al.</i> (2015) ¹⁶
	-	Menor (15%, 30%)	-	Pão (100% FT)	Ezpeleta (2010) ¹⁴
	Sem alteração (5%, 10%)	-	-	Pão (50%FT e 50%C, 70%FT e 30%C)	Svec e Hrusková (2017) ¹⁷
Expansão	-	-	Maior (60%)	<i>Snacks</i> extrusados	Wondimu e Emire (2016) ¹⁸
Coeficiente de expansão	-	-	Menor (35%)	<i>Snacks</i> extrusados (100% FT)	Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
Diâmetro	Maior (5%, 10%)	-	-	Pão (50%FT e 50%C, 70%FT e 30%C)	Svec e Hrusková (2017) ¹⁷
	-	-	Sem alteração	Pão, bolo e <i>cookie</i> (100% FT)	Coleman <i>et al.</i> (2013) ¹⁵
Altura	Igual	Igual	Menor em <i>cookies</i> (40%)	Pão, bolo e <i>cookie</i> (100% FT)	Coleman <i>et al.</i> (2013) ¹⁵
	Menor (5%, 10%)	-	-	Pão (50%FT e 50%C, 70%FT e 30%C)	Svec e Hrusková (2017) ¹⁷
	Maior (5% até 10%)	-	-	Pão (50%FT e 50%C, 70%FT e 30%C)	Svec <i>et al.</i> (2017) ¹¹
Firmeza	-	-	Menor (30%, 40%)	Pão (100% FT)	Ronda <i>et al.</i> (2015) ¹²
Firmeza e extensibilidade	-	Menor (15%)	-	Pão (100% FT)	Callejo <i>et al.</i> (2016) ⁷
Dureza e densidade	-	-	Maior (35%)	<i>Snacks</i> extrusados (100% FT)	Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
Firmeza	-	Alto (15%, 30%)	-	Pão (100% FT)	Ezpeleta (2010) ¹⁴
	-	Menor (20%)	-	Pão (100% FT)	Collar e Armero (2018a) ¹³
Dureza	-	-	Menor (60%)	<i>Snacks</i> extrusados	Wondimu e Emire (2016) ¹⁸
Densidade aparente	-	-	Menor (60%)	<i>Snacks</i> extrusados	Wondimu e Emire (2016) ¹⁸
Luminosidade	-	Menor (15%)	-	Pão (100% FT)	Callejo <i>et al.</i> (2016) ⁷
	Sem alteração na crosta dos pães	Menor em <i>cookies</i> (>10%)	-	Pão, bolo e <i>cookie</i> (100% FT)	Coleman <i>et al.</i> (2013) ¹⁵
	-	Menor em bolos (>20%)	-	Pão (100% FT)	Ronda <i>et al.</i> (2015) ¹²
	-	-	Menor (30% e 40%)	Pão (100% FT)	Ronda <i>et al.</i> (2015) ¹²
Índice de queda	Maior com mais tef	-	-	Pão (100% FT)	Mohammed <i>et al.</i> (2009) ⁸
	-	Alto (15%, 30%)	-	Pão (100% FT)	Ezpeleta (2010) ¹⁴
Características físicas	Correspondem às do pão de trigo (<5%)	-	-	Pão (100% FT)	Mohammed <i>et al.</i> (2009) ⁸
Viscoelasticidade	Sem alteração (10%)	-	-	Pão (100% FT)	Abebe <i>et al.</i> (2015) ¹⁶
Elasticidade	-	Menor (15%, 30%)	-	Pão (100% FT)	Ezpeleta (2010) ¹⁴
Viscosidade	Maior (10%)	-	-	Pão (50%FT e 50%C; 70%FT e 30%C)	Svec <i>et al.</i> (2017) ¹¹
	Maior (7,5%)	-	-	Pão (100% FT)	Collar (2016) ¹⁹
Deformabilidade	-	Maior (30%)	-	Pão (100% FT)	Abebe <i>et al.</i> (2015) ¹⁶
Aderência	-	-	Maior (40%)	Pão (100% FT)	Abebe <i>et al.</i> (2015) ¹⁶
Temperatura de gelatinização do amido	-	Maior (22,5% até 45%)	Maior	Pão (100% FT)	Collar <i>et al.</i> (2015) ²⁰

Aspectos	Percentual de tef			Preparação e tratamento padrão	Referência
	5% - 10%	11% - 30%	31% - 50%		
Tempo de retrogradação da amilopectina	-	Maior (22,5% até 45%)	-		
Aspectos sensoriais					
Aceitabilidade geral e do atributo de sabor	-	Menor (20%, 30%)	-	Pão (100% FT)	Alaunyte <i>et al.</i> (2012) ³
	Mais bem aceitos (5%)	-	-		Mohammed <i>et al.</i> (2009) ⁸
Aceitabilidade	-	Menor (15%, 30%)	-	Snacks extrusados (100% FT)	Ezpeleta (2010) ¹⁴
	-		Bem aceitos (<35%)		Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
Aceitação geral	Menor (5%, 10%)	-	-	Pão (50%FT e 50%C, 70%FT e 30%C)	Svec e Hrusková (2017) ¹⁷
Sabor	Maior sabor amargo (5%, 10%)	-	-		

207 Legenda: FT: farinha de trigo, FC: farinha de centeio, FA: farinha de arroz, C: cevada.

208

209 Os achados de Tess *et al.* (2015) foram correspondentes aos de Collar e Angioloni
 210 (2014), Hofmanová *et al.* (2014) quando avaliaram fibras em *muffins* com farinha de arroz
 211 e observaram que a substituição por farinha de tef em 25% aumentou os teores de fibras,
 212 ferro e cálcio. Além desse resultado, a substituição de 50% de farinha de tef sucedeu em
 213 aumento também do teor proteico.

214 Na pesquisa de preparações, os alimentos extrusados foram adicionados a pesquisa,
 215 pois pertencem também aos produtos de panificação (BRASIL, 2001).

216 Sisay *et al.* (2018) desenvolveram alimentos extrusados com farinha de trigo (38 a
 217 100%), farinha de tef (0 a 35%), concentrado proteico de gergelim (0 a 25%) e tomate em
 218 pó (0 a 5%) e atribuíram à farinha de tef pelo maior teor de fibras e antioxidantes, bem
 219 como menor teor de carboidratos. A amostra com maior teor antioxidante foi a combinação
 220 de farinha de trigo (57,5%), tef (35%), concentrado proteico de gergelim (2,5%) e tomate
 221 em pó (5%), enquanto a amostra com menor teor antioxidante foi a de 100% de farinha de
 222 trigo quando comparado com as demais amostras.

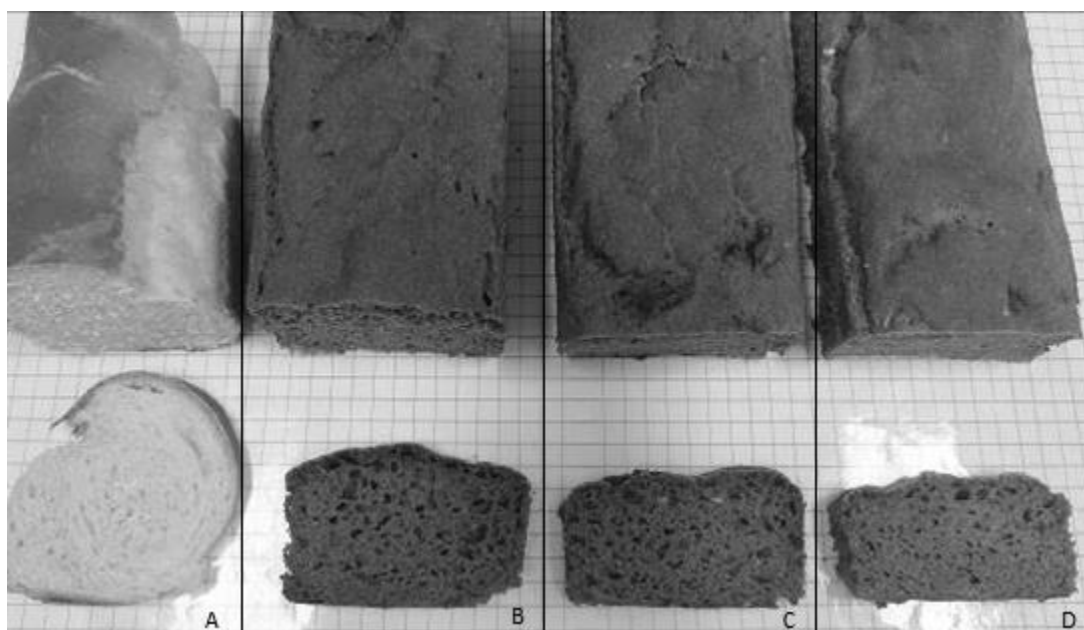
223 O índice glicêmico também foi avaliado por Shumoy *et al.* (2018) na substituição
 224 de farinha de trigo em pães com tef em 0 a 30%, tendo como tratamento controle o pão de
 225 trigo e observaram que até cinco dias o índice glicêmico estimado reduziu.

226 Mohammed *et al.* (2009) avaliaram a adição de farinha de tef em pães de trigo (em
 227 0, 5, 10, 15 e 20%) e observaram que todas as adições de tef causaram aumento do teor de
 228 cinzas. Nas adições de 15 e 20% de tef identificaram a diminuição no teor de proteína,
 229 resultado similar ao apresentado por Callejo *et al.* (2016) com substituição de 30%.
 230 Mohammed *et al.* (2009) relataram também que quanto maior o percentual de tef, maior o
 231 índice de queda, e menor atividade da enzima α -amilase, sem diferença para absorção de
 232 água entre todos os pães.

233 Os autores, Collar e Armero (2018a), analisaram, pães com farinha de trigo (66%),
234 farinha de tef (20%), farinha de castanheira (7%) e farinha de grão de bico (7%), com a tef
235 submetida termicamente à umidade, e verificaram aumento dos polifenóis bioacessíveis,
236 como também alto teor de fibras, e abrandamento das características de alta firmeza e
237 adesividade.

238 A farinha de tef (20%), farinha de castanheira (7%) e farinha de grão de bico (7%)
239 utilizadas em substituição à farinha de trigo em pães obteve menor índice de hidrólise e
240 consequentemente menor índice glicêmico, quando tratadas termicamente. Os autores deste
241 estudo, Collar e Armero (2018b) submeteram termicamente a umidade (HMT) durante a
242 digestibilidade. As substituições também foram avaliadas nos percentuais: farinha de tef em
243 10, 20, 30 e 40%, farinha de castanheira em 4, 7 e 10% e farinha de grão de bico em 4, 7 e
244 10%. A figura 4 apresenta a diferença de volume em pães de tef em diferentes percentuais,
245 em comparação com o pão de trigo.

246



247

248 **Figura 4** – A: pão de trigo (100%); B: pão de tef (100%); C: pão de tef (75%) com fécula
249 de mandioca (12,5%) e farinha de arroz (12,5%); D: pão de tef (50%), fécula de mandioca
250 (25%) e farinha de arroz (25%).

251 Fonte: arquivo pessoal da autora.

252

253 Collar e Angioloni (2014) relataram uma redução do volume do pão com tef, em
254 relação ao pão controle (50% trigo e 50% centeio).

255 Tal característica de volume foi observada também por Abebe *et al.* (2015) em pães
256 com 40% de tef, resultando em volume menor do que o pão controle (100% trigo) e
257 observaram também aumento da aderência. Naqueles com 30% obtiveram volumes
258 maiores do que o tratamento controle, além de redução da consistência e maior
259 deformabilidade das massas.

260 Ezpeleta (2010) corrobora com o estudo de Mohammed *et al.* (2009) ao observar
261 que maior quantidade de farinha de tef em pães, em 15% e 30% resultou em menor
262 atividade da enzima α -amilase, conseqüentemente alto índice de queda, volume e
263 comprimento reduzidos, grande firmeza e pouca elasticidade.

264 Quanto à dureza, os autores Sisay *et al.* (2018) atribuíram ao maior teor de tef o
265 aumento da dureza e da densidade aparente e redução do coeficiente de expansão, em
266 alimentos extrusados.

267 Assim como Sisay *et al.* (2018), os autores Wondimu e Emire (2016) analisaram
268 também alimentos extrusados, especificamente *snacks* com tef, milho e lentilha, nas três
269 proporções respectivamente 70:20:10 (tratamento 1), 60:25:15 (tratamento 2) e 50:30:20
270 (tratamento 3) e sob temperatura da extrusora (120, 140 e 160°C) e umidade de 14 a 20%.
271 Foi observado que o segundo tratamento, com 60% de tef, a temperatura de 140°C e
272 umidade de 14% obtiveram alimentos extrusados de melhor qualidade, maior expansão,
273 menor dureza e densidade aparente que os demais tratamentos, o mesmo tratamento
274 acrescido de baunilha apresentou boa aceitabilidade.

275 Hofmanová *et al.* (2014) avaliaram a substituição de farinha de trigo em pães por
276 farinha de tef nas proporções de 20% e 30%, observaram resultados análogos aos
277 anteriores: o volume específico reduziu pela metade com tef, em ambas as proporções.
278 Ronda *et al.* (2015) avaliaram a substituição de farinha de trigo por até 40% de farinha de
279 tef e observaram a redução da firmeza, a redução do volume dos pães, a redução da
280 digestibilidade *in vitro* e a redução da luminosidade para crosta e para o miolo.

281 Em menores teores de tef e chia (5 e 10%) em pães de trigo e cevada, Svec e
282 Hrusková (2017) demonstraram que os pães não tiveram diferença no volume, equivalente
283 ao tratamento padrão de trigo com cevada, fato este diferente do estudo anterior.

284 Callejo *et al.* (2016) analisaram a farinha de tef nas proporções de 15% e 30% e
285 observaram redução da tenacidade, a extensibilidade da massa, energia de deformação,
286 volume de sedimentação e luminosidade conforme as adições de farinha de tef em pães. O
287 pão de 15% de tef apresentou maior peso e, em 5% de tef teve o maior volume aparente e
288 específico, reduzindo conforme ocorria maior adição de tef.

289 Callejo *et al.* (2016), revela que as farinhas de tef apresentaram picos de viscosidade
290 mais baixos, porém maior viscosidade de recuo do que as farinhas de trigo. Quanto à
291 viscosidade, Collar (2016) apresentou pães de tef, ervilha verde e trigo sarraceno em
292 substituição a farinha de trigo refinada (nos percentuais de 22,5% até 45%) e demonstrou
293 que estas substituições ocasionaram viscosidade maior durante a gelatinização em
294 comparação ao trigo que possui teor de amido superior e relatou que as diferentes farinhas
295 misturadas são capazes de aumentar as interações dos seus componentes.

296 Collar *et al.* (2015) avaliaram a substituição de farinha de trigo em pães por farinha
297 de tef, ervilha verde e trigo sarraceno e relataram que em 22,5 a 45% é observado um atraso
298 na temperatura de transição da gelatinização do amido, e retrogradação da amilopectina,
299 como também maior tempo para a retrogradação da amilopectina.

300 Coleman *et al.* (2013) analisaram pães, bolos e cookies, e com a substituição de 10,
301 20, 30, 40 e 100% com farinha de tef e observaram que pães e bolos com 40 e 100% de tef
302 foram prejudicadas na qualidade final e revelaram o melhor desempenho entre as
303 preparações de cookies. Mohammed *et al.* (2009) demonstraram que até 5% de farinha de
304 tef em pão correspondem às características físicas do pão de trigo.

305 Svec *et al.* (2017) analisaram cookies de farinha de trigo com cevada substituídos
306 em 5 e 10% de chia e tef e com essa substituição obteve-se cookies mais altos e foi
307 possível mascarar o sabor e o odor da cevada, houve maior a absorção de água com a
308 substituição por 10% de chia ou tef e isso ocasionou o aumento do amolecimento da massa.
309 Essa característica proporcionou maior viscosidade.

310 Para Mohammed *et al.* (2009) até 5% de farinha de tef em pão é o mais aceito
311 sensorialmente, quando os valores são superiores observaram aceitabilidade inferior para os
312 atributos sensoriais de cor, aroma, sabor e aceitabilidade geral. A avaliação foi realizada
313 com 15 avaliadores treinados nos percentuais de farinha de tef em 0, 5, 10, 15 e 20%. Para
314 o atributo de sabor, até 10% de tef houve igual aceitabilidade ao tratamento controle. Para a
315 textura até 5% foi tão bem aceito quanto o pão de trigo.

316 Estes achados de Mohammed *et al.* (2009) correspondem aos estudos de Espeleza
317 (2010) e Alaunyte *et al.* (2012):

318 Na análise sensorial dos pães no estudo de Ezpeleta (2010), com 15 e 30% de
319 farinha de tef notou-se menor aceitação com os pães de maior teor de tef, o que foi
320 justificado pela coloração mais escura. No estudo de Alaunyte *et al.* (2012), observaram
321 também que a aceitabilidade geral dos pães com 20% e 30% de tef demonstrou-se
322 diminuída, devido ao sabor residual e amargo em relação ao pão de trigo.

323 Os alimentos extrusados avaliados por Sisay *et al.* (2018) apresentaram viabilidade
 324 de serem substituídos parcialmente por tef (até 35%), concentrado proteico de gergelim e
 325 tomate em pó sem trazer prejuízos aos atributos sensoriais.

326

327 **Preparações alimentares exclusivamente com tef**

328

329 Tess *et al.* (2015) avaliaram *muffins* com 100% de farinha de tef e observaram que o
 330 teor energético, teor de lipídeos, proteína, fibra, cálcio e ferro foram maiores naqueles com
 331 100% tef quando comparados aos *muffins* de farinha de arroz. A tabela 2 apresenta os
 332 artigos com preparações alimentares que utilizaram somente a farinha de tef, enquanto a
 333 tabela 3 demonstra todos achados em relação a qualidade tecnológica, nutricional e
 334 sensorial.

335 **Tabela 2** – Preparações alimentares contendo apenas farinha de tef. Elaborado pela autora.

Aspectos	100% Tef	Preparações e tratamento padrão	Referência
Energia	Maior	Muffin (100% FA)	Tess <i>et al.</i> (2015) ⁴
Lipídico	Maior		
Proteico	Maior		
Fibras	Maior		
Cálcio	Maior		
Ferro	Maior		
Firmeza	Maior		
Aceitabilidade	Baixa (aparência, sabor, odor e aceitação global)		
Fibras totais	Maior	Pão (33% FA, 33% FM 33% FS)	Hager e Arendt (2013) ²¹
Polifenóis	Maior		
Fitatos	Maior		
Firmeza	Menor com HPMC		
Índice glicêmico	Menor que os de quinoa, trigo sarraceno e farinha de trigo Igual ao de aveia e de sorgo.		Wolter <i>et al.</i> (2013) ²²
Temperatura de gelatinização	Maior	Pão (Q, FS, FT, A, S)	
Digestibilidade do amido	Menor que o pão de quinoa		
Volume específico	Menor	Pão (100% FT)	Hager <i>et al.</i> (2012) ²³
Densidade	Estrutura mais densa		
Volume	Menor (pão)		Coleman <i>et al.</i> (2013) ¹⁵
Luminosidade da crosta	Sem alteração (pão)		
Peso	Sem alteração (<i>cookies</i>)		
Rendimento	Sem alteração (<i>cookies</i>)		
Altura	Menor (<i>cookies</i>)		
Aceitabilidade	Nenhuma das preparações foi bem aceita		
Avaliação geral das preparações	Melhor adequação para <i>cookies</i>		

336 Legenda: FA: farinha de arroz, FM: farinha de milho, FS: farinha de trigo sarraceno, FT: farinha de trigo, Q:
 337 quinoa, A: aveia, S: sorgo.

338

339 Hager e Arendt (2013) analisaram pães com 100% tef e encontraram maior teor de
340 fibras totais, polifenóis e fitatos quando comparados à farinha de arroz, farinha de milho e
341 trigo sarraceno.

342 Wolter *et al.* (2013) avaliaram pães elaborados com farinha de tef e compararam a
343 pães de trigo sarraceno, aveia, quinoa e sorgo. Observaram que o pão com tef teve índice
344 glicêmico menor que a quinoa, trigo sarraceno e trigo, e semelhante a aveia e ao sorgo. A
345 carga glicêmica baixa revelou, conforme os autores, inferior ao pão de trigo, sendo assim,
346 este pão pode servir como alternativa para dietas de controle glicêmico.

347 O estudo de Hager *et al.* (2012) demonstrou que pães com 100% de tef
348 desenvolviam menor volume específico e estrutura mais densa. O volume reduzido também
349 foi observado por Coleman *et al.* (2013) na utilização exclusiva de farinha de tef em pão e
350 bolo. O cookie teve a cor e a altura alterada, concluindo que a melhor adequação para o uso
351 de farinha de tef é na elaboração de cookie.

352 Tess *et al.* (2015) observaram maior firmeza ao avaliar *muffins* com 100% de
353 farinha de tef. Hager e Arendt (2013) utilizaram hidrocolóides como a
354 hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e a goma xantana para maior absorção de água e
355 consequente redução da firmeza. A elaboração de produtos de panificação sem as proteínas
356 do glúten é um desafio tecnológico devido à ausência dos compostos viscoelásticos
357 presentes no glúten (Hager e Arendt, 2013). Confirmando os achados de Hager *et al.* (2011)
358 apresentaram que devido às farinhas sem glúten não possuem as mesmas propriedades
359 viscoelásticas presentes no glúten, torna a elaboração de pães sem glúten uma tarefa difícil.
360 Sendo assim a utilização de hidrocolóides se faz favorável.

361 A gelatinização dos pães de tef e da farinha de sorgo foram mais altas do que as
362 demais, além disso, o índice glicêmico da tef foi menor que a quinoa, trigo sarraceno e
363 trigo, semelhante a aveia e ao sorgo. Além disso, o pão de farinha de tef, aveia, sorgo e
364 trigo sarraceno tiveram a digestibilidade do amido menor em relação ao pão de quinoa
365 (Wolter *et al.*, 2013). Este fato pode ser atribuído ao tamanho da tef e do seu grânulo. O
366 tamanho maior do grânulo corresponde a um índice glicêmico mais alto (Wolter *et al.*,
367 2013).

368 Tess *et al.* (2015) avaliaram sensorialmente e observaram que *muffins* com adição
369 de 100% de farinha de tef apresentaram baixa aceitabilidade, nos atributos de aparência,
370 sabor, odor e aceitação geral.

371 **Tabela 3** – Características nutricionais, tecnológicas e sensoriais observadas pelos autores
 372 em preparações com a utilização de tef associada a outras farinhas e preparações
 373 exclusivamente com tef.

Tef associada a outras farinhas	Exclusivamente tef
Características nutricionais	
Aumento de fibras solúveis e insolúveis ¹	Aumento energético ⁴
Aumento de fibra total ^{1,2,3,4,5,6}	Aumento lipídico ⁴
Aumento de fibras com HMT ²¹	Aumento proteico ⁴
Aumento do valor nutricional ¹	Aumento de fibras ^{4, 21}
Aumento de proteína ^{2,4,5,7,8}	Aumento de cálcio ⁴
Redução de proteína ⁸	Aumento de ferro ⁴
Sem alteração para fibra total e gordura ³	Aumento de polifenóis ²¹
Redução de carboidrato ⁵	Aumento de fitatos ²¹
Redução de glúten ⁵	Índice de queda semelhante a aveia e ao sorgo ²²
Redução do índice glicêmico ^{5, 9, 10}	Menor índice de queda que a quinoa e trigo sarraceno ²²
Aumento de cinzas ^{2,5,8}	
Aumento de umidade ¹¹	
Aumento de Fe ^{3,7,12}	
Aumento dos minerais Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, Ca, K, P ^{4,12}	
Aumento de Zn ⁷	
Aumento da capacidade antioxidante ^{3, 5, 12}	
Aumento de flavonoides ¹²	
Aumento dos polifenóis bioacessíveis com HMT ¹³	
Menor atividade da enzima α -amilase ^{8, 14}	
Características tecnológicas	
Redução de digestibilidade ¹²	Aumento da firmeza ⁴
Redução de volume ^{1, 2, 7, 12, 14, 15, 16}	Redução do volume ¹⁵
Aumento de volume ^{7, 16,}	Mais alta gelatinização que trigo sarraceno e aveia ²²
Sem impacto no volume ^{15, 17}	Digestibilidade do amido menor que o pão de quinoa ²²
Redução coeficiente de expansão ⁵	Redução de volume específico ²³
Redução de extensibilidade	Redução de volume ¹⁵
Aumento da expansão ¹⁸	Cor mais intensa e modificação da altura em cookies ¹⁵
Sem alteração no diâmetro ¹⁵	Adequação para o uso de farinha de tef em cookies ¹⁵
Aumento do diâmetro ¹⁷	
Redução de altura ^{15, 17}	
Aumento de altura ¹¹	
Sem alteração de altura ¹⁵	
Redução de firmeza ^{7,12, 13, 18}	
Aumento da firmeza ^{5, 14}	
Redução da densidade aparente ¹⁸	
Sem alteração de luminosidade ¹⁵	
Redução de luminosidade ^{7, 15, 12}	
Aumento de índice de queda ^{8, 14}	
Mesmas características físicas do pão de trigo ⁸	
Sem diferença viscoelástica ¹⁶	
Redução de elasticidade ¹⁴	
Aumento de viscosidade ^{11, 19}	
Aumento de deformabilidade ¹⁶	
Aumento de aderência ¹⁶	
Aumento de temperatura de gelatinização do amido ²⁰	
Aumento de retrogradação da amilopectina ²⁰	

Características sensoriais

Redução da aceitabilidade geral e do atributo de sabor ³	Nenhuma preparação bem aceita ¹⁵
Aceitabilidade reduzida em pães ⁸	Melhor adequação para <i>cookies</i> ¹⁵
Aumento da aceitabilidade ⁸	Redução da aceitabilidade e dos atributos de aparência, sabor, odor e aceitação global ⁴
Bem aceito ⁵	
Redução da aceitação com mais tef ¹⁴	
Melhor aceitabilidade dos <i>snacks</i> acrescidos de baunilha ⁵	
Aumento do sabor amargo ¹⁷	
Redução da aceitação geral ¹⁷	
Mascarou o odor da cevada em <i>cookies</i> ¹⁷	

374 **A numeração está relacionada com as tabelas 1 e 2.

375

376 **Conclusão**

377

378 Os estudos que integram este trabalho apontaram que as preparações elaboradas
 379 com tef foram pães, bolos, *cookies*, *cupcakes*, *muffins*, e *snacks* extrusados, sendo que a
 380 preparação mais elaborada foi a preparação de pães, seja com a utilização da farinha de tef
 381 associada a outras farinhas ou com a tef exclusivamente, e demonstrando em relação aos
 382 aspectos nutricionais excelente perfil, qualidade observada em todos os estudos que
 383 trouxeram esta análise. Observou-se ainda teores aumentados de fibras totais, solúveis e
 384 insolúveis, cinzas, minerais, sendo eles: ferro, cálcio, cobre, zinco, magnésio, manganês,
 385 selênio, potássio e fósforo, capacidade antioxidante e flavonoides, conforme o percentual
 386 de adição de tef. Destacaram-se também a redução do glúten à medida que houve aumento
 387 de tef.

388 As características tecnológicas demonstraram que esses produtos apresentaram
 389 qualidade final intermediária, devido a características de volume, volume específico,
 390 firmeza e luminosidade. Sobressaindo-se como melhores preparações aquelas com a
 391 utilização de farinha de tef em pequenas quantidades - 5% e 10%. No entanto observou-se
 392 que diversas farinhas associadas à tef, como também hidrocoloides e tratamento térmico à
 393 umidade (HMT) servem como facilitadores para atingir uma melhor qualidade final em
 394 preparações alimentares sem glúten.

395 Por apresentar potencial tecnológico devido à ausência de glúten, este cereal merece
 396 ter suas características tecnológicas mais investigadas na panificação, contudo nesse estudo
 397 observou-se dureza, redução do volume em produtos e da luminosidade.

398 Em relação à qualidade sensorial, estudos que utilizaram 5% e 35% de farinha de tef
 399 associadas a outras farinhas foram bem aceitos. Sendo que alimentos extrusados foram as
 400 preparações com maior teor de tef que apresentaram uma maior aceitabilidade. Além destas

401 quantidades de tef observou-se uma redução na aceitabilidade. Poucos estudos avaliaram a
402 qualidade sensorial, sendo assim, ressalta-se a necessidade de mais estudos avaliando a
403 aceitabilidade desses produtos, possibilitando maior informação e aceitação sobre estes
404 alimentos, pela população celíaca especialmente, como também subsidiar melhor qualidade
405 de vida dessa população.

406

407 **Agradecimentos**

408

409 Os autores agradecem a Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo suporte a
410 pesquisa.

411

412 **Conflito de interesse**

413

414 Nenhum.

415

416 **Referências**

417

418 ABEBE, W.; RONDA, F.; VILLANUEVA, M.; COLLAR, C. Effect of tef [*Eragrostis*
419 *tef* (zucc.) trotter] grain flour addition on viscoelastic properties and stickiness of wheat
420 dough matrices and bread loaf volume. *European food research and technology*, v.241, n.4,
421 p.469-478, 2015. DOI: 10.1007/s00217-015-2476-0

422

423 ALAUNYTE, I.; STOJCESKA, V.; PLUNKETT, A.; AINSWORTH, P.; DERBYSHIRE,
424 E. Improving the quality of nutrient-rich Teff (*Eragrostis tef*) breads by combination of
425 enzymes in straight dough and sourdough bread making. *Journal of Cereal Science*, v.55,
426 n.1, p.22-30, 2012. DOI:10.1016/j.jcs.2011.09.005

427

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

430

431 BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de
432 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos
433 para alimentos, 2001.

434

435 BULTOSA, G.; TAYLOR, J. R. N. Paste and gel properties and *in vitro* digestibility of tef
436 [*Eragrostis tef* (Zucc.)Trotter]. *Starch/Stärke*, v.56, n.1, p.20-28, 2004.
437 DOI:10.1002/star.200200191

438

439 BULTOSA, G. Teff: Overview . In C.Wrigley, H. Corke, K. Seetharaman, E.; Faubion, J.
440 *Encyclopedia of food grains* (2. ed. pp. 209-220), Elsevier: Oxford. eBook, 2016. ISBN:
441 9780123947864

442

- 443 CALLEJO, M. J.; BENAVENTE, E.; EZPELETA, J. I.; LAGUNA, M. J., CARRILLO, J.
444 M.; RODRÍGUEZ-QUIJANO, M. Influence of teff variety and wheat flour strength on
445 breadmaking properties of healthier teff-based breads. *Journal of Cereal Science*, v.68,
446 p.38-45, 2016. DOI:10.1016/j.jcs.2015.11.005
447
- 448 CENTRAL STATISTICAL AGENCY OF ETHIOPIA. *Statistical bulletin: Agricultural*
449 *Sample Survey for 2013/14*. Addis Ababa: Federal democratic republic of Ethiopia Central
450 Statistical Agency. 2014.
451
- 452 COLEMAN, J.; ABAYE, A. O.; BARBEAU, W.; THOMASON, W. The suitability of teff
453 flour in bread, layer cakes, cookies and biscuits. *International Journal of Food Sciences*
454 *and Nutrition*, v.64, n.1, p.877-881, 2013. DOI:10.3109/09637486.2013.800845
455
- 456 COLLAR, C.; ANGIOLONI, A. Pseudocereals and teff in complex breadmaking matrices:
457 Impact on lipid dynamics. *Journal of Cereal Science*, v.59, n.2, p.145-155, 2014.
458 DOI:10.1016/j.jcs.2013.12.008
459
- 460 COLLAR, C.; JIMÉNEZ, T.; CONTE, P.; PIGA, A. Significance of thermal transitions on
461 starch digestibility and firming kinetics of restricted water mixed flour bread matrices.
462 *Carbohydrate Polymers*, v.122, p.169–179, 2015. DOI:10.1016/j.carbpol.2014.12.083
463
- 464 COLLAR, C. Impact of visco-metric profile of composite dough matrices on starch
465 digestibility and firming and retrogradation kinetics of breads thereof: Additive and
466 interactive effects of non-wheat flours. *Journal of Cereal Science*, v.69, p.32–39, 2016.
467 DOI:10.1016/j.jcs.2016.02.006
468
- 469 COLLAR, C.; ARMERO, E. Value-Added of Heat Moisture Treated Mixed Flours in
470 Wheat-Based Matrices: a Functional and Nutritional Approach. *Food and Bioprocess*
471 *Technology*, v.11, n.8, p.1536-1551. 2018a. DOI:10.1007/s11947-018-2125-2
472
- 473 COLLAR, C.; ARMERO, E. Kinetics of in vitro starch hydrolysis and relevant starch
474 nutritional fractions in heat-moisture treated blended wheat-based bread matrices: impact of
475 treatment of non-wheat flours. *European Food Research and Technology*, v.244, n.11,
476 p.1977-1984, 2018b. DOI:10.1007/s00217-018-3109-1
477
- 478 DIAMANTI, A.; CAPRIATI, T.; BASSO, M. S.; PANETTA, F.; DI CIOMMO, L. V. M.;
479 BELLUCCI, F.; FRANCAVILLA, R. Celiac disease and overweight in children: An
480 update. *Nutrients*, v.6, n.1, p.207–220, 2014. DOI:10.3390/nu6010207
481
- 482 DO NASCIMENTO, A. B.; FIATES, G. M.; DOS ANJOS, A.; TEIXEIRA, E. Analysis of
483 ingredient lists of commercially available gluten free and gluten-containing food products
484 using the text mining technique. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*,
485 v.64, n.2, p.217–222, 2013. DOI:10.3109/09637486.2012.718744
486
- 487 EZPELETA, J. I. Calidad harino pana dera de la harina de tef (*Eragrostis tef* (Zucc.)
488 Trotter). *Congreso De Estudiantes Universitarios De Ciencia, Tecnología E Ingeniería*
489 *Agronómica*, Universidad Politécnica de Madrid, 2010.
490

- 491 FEKADU, D.; ABATE. S.; KORE T.; AGZA B.; ASAMINEW G.; SHIFERAW L.
492 Nutrition of tef (*Eragrostis tef*) recipes. *Food science and quality management*, v.45, n.1,
493 p.18-23, 2015.
494
- 495 GHEBREHIWOT, H. M.; SHIMELIS, H. A.; KIRKMAN, K. P.; LAING, M. D.;
496 MABHAUDHI, T. Nutritional and sensory evaluation of injera prepared from tef and
497 *Eragrostis curvula* (schrud.) nees. flours with sorghum blends. *Frontiers in plant science*,
498 v.7, n.1059, p.1-8, 2016. DOI: 10.3389/fpls.2016.01059
499
- 500 HAGER, A. S.; ARENDT, E. K. Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC),
501 xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb
502 grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, tef and buckwheat. *School*
503 *of food and nutritional sciences*, v.32, n.1, p.195-203, 2013. DOI:
504 10.1016/j.foodhyd.2012.12.021
505
- 506 HAGER, A.S.; WOLTER, A.; CZERNY, M.; BEZ, J.; ZANNINI, E.; ARENDT, E.K.;
507 CZERNY, M. Investigation of product quality, sensory profile and ultrastructure of breads
508 made from a range of commercial gluten-free flours compared to their wheat counter parts.
509 *European Food Research and Technology*, v.235, n.2, p.333-344, 2012. DOI:
510 10.1007/s00217-012-1763-2
511
- 512 HOFMANOVÁ, T.; HRUSKOVÁ, M.; SVEC, I. Evaluation of wheat/non-traditional flour
513 composites. *Czech Journal of Food Sciences*, v.32, n.3, p.288-295, 2014. DOI:
514 10.17221/311/2013-CJFS
515
- 516 HOPMAN, G. D. Gluten intake and gluten-free diet in the Netherlands. Doctoral thesis.
517 *Pediatric gastroenterol nutrition*, v.43, n.1, 102-108, 2008. DOI:
518 10.1080/00365520701714871
519
- 520 KETEMA, S. *Tef. Eragrostistef (Zucc.) Trotter*. Promoting the conservation and use of
521 underutilized and neglected crops. *International plant genetic resources institute*, v.12, n.1,
522 p.1-33, 1997. ISBN 92-9043-581-X
523
- 524 MOHAMMED, M. I. O.; MUSTAFA, A. I.; OSMAN, G. A. M. Evaluation of wheat
525 breads supplemented with teff (*Eragrostis tef* (zucc.) trotter) grain flour. *Australian Journal*
526 *of Crop Science*, v.3, n.4, p.207-212, 2009.
527
- 528 NASCIMENTO, K.; DO NASCIMENTO, D. P. S.; REIS, DE O. I.; REIS, I. P.;
529 AUGUSTA, I. Teff: Suitability for Different Food Applications and as a Raw Material of
530 Gluten-free, a Literature Review. *Journal of Food and Nutrition Research*, v.6, n.2, p.74-
531 81, 2018. DOI: 10.12691/jfnr-6-2-2
532
- 533 RIZZELLO, C. G.; MONTEMURRO, M.; GOBBETTI, M. Characterization of the bread
534 made with durum wheat semolina rendered gluten free by sourdough biotechnology in
535 comparison with commercial gluten-free products. *Journal of Food Science*, v.81, n.9,
536 p.H2263-H2272, 2017. DOI: 10.1111/1750-3841.13410
537
- 538 RONDA, F.; ABEBE, W.; PÉREZ-QUIRCE, S.; COLLAR, C. Suitability of tef varieties in
539 mixed wheat flour bread matrices: A physico-chemical and nutritional approach. *Journal of*
540 *Cereal Science*, v.64, n.1, p.139-146, 2015. DOI:10.1016/j.jcs.2015.05.009

- 541
542 RYBICKA, I. The Handbook of Minerals on a Gluten-Free Diet. *Nutrients*, v.10, n.1683,
543 p.1-8, 2018. DOI: 10.3390/nu10111683.
544
- 545 SEGURA, M. E.; ROSELL, C. M. Chemical Composition and Starch Digestibility of
546 Different Gluten-free Breads. *Plant Foods for Human Nutrition*, v.66, n.3, p.224–230,
547 2011. DOI: 10.1007/s11130-011-0244-2.
548
- 549 SHAMSEER, L.; MOHER, D.; CLARKE, M.; GHERSI, D.; LIBERATI, A.;
550 PETTICREW, M.; SHEKELLE, P.; STEWART, L. A. Preferred reporting items for
551 systematic review and meta-analysis protocols (prisma) 2015: Elaboration and
552 explanation. *BMJ*, v.349, p.7647, 2015. DOI: 10.1186/2046-4053-4-1.
553
- 554 SHUMOY, H.; VAN BOCKSTAELE, F.; DEVECIOGLU, D.; RAES, K. Effect of
555 sourdough addition and storage time on in vitro starch digestibility and estimated glycemic
556 index of tef bread. *Food Chemistry*, v.264, p.34–40, 2018. DOI:
557 10.1016/j.foodchem.2018.05.019
558
- 559 SISAY, M. T.; EMIRE, S. A.; RAMASWAMY, H. S.; WORKNEH, T. S. Effect of feed
560 components on quality parameters of wheat–tef–sesame–tomato based extruded products.
561 *Journal of Food Science and Technology*, v.55, n.7, p.2649–2660, 2018. DOI:
562 10.1007/s13197-018-3187-x.
563
- 564 SVEC, I.; HRUSKOVÁ, M.; BABIAKOVÁ, B. Chia and teff as improvers of wheat-barley
565 dough and cookies. *Czech Journal of Food Sciences*, v.35, n.1, p.79-88, 2017. DOI:
566 10.17221/123/2016-CJFS
567
- 568 SVEC, I.; HRUSKOVÁ, M. Effect of chia and teff supplement on dietary fibre content,
569 non-fermented dough and bread characteristics from wheat and wheat-barley flours, *Acta*
570 *Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, v.65, n.2, p.727-736,
571 2017. DOI: 10.11118/actaun201765020727
572
- 573 TESS, M.; BHADURI, S.; GHATAK, R.; NAVDER, K. P. Physical, textural and sensory
574 characteristics of gluten free muffins prepared with teff flour (*Eragrostis tef* (zucc) trotter).
575 *Journal of food process technology*, v.6, n.9, p.2–5, 2015. DOI: 10.4172/2157-
576 7110.1000490
577
- 578 THEETHIRA, T.G.; DENNIS, M. Celiac Disease and the Gluten-Free Diet: Consequences
579 and Recommendations for Improvement. *Digestive Diseases*, v.33, n.2, p.175–182, 2015.
580 DOI: 10.1159/000369504.
581
- 582 TORTORA, R.; CAPONE, P.; DE STEFANO, G.; IMPERATORE, N.; GERBINO, N.;
583 DONETTO, S.; RISPO, A. Metabolic syndrome in patients with coeliac disease on a
584 gluten-free diet. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, v.41, n.4, p.352–359, 2015.
585 DOI: 10.1111/apt.13062.
586
- 587 UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *Food Composition Databases*.
588 United States, 2017. Accessed <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search>
589

- 590 VICI, G.; BELLI, L.; BIONDI, M.; POLZONETTI, V. Gluten free diet and nutrient
591 deficiencies: a review. *Clinical Nutrition*. v.35, n.6, p.1236-1241, 2016. DOI:
592 10.1016/j.clnu.2016.05.002.
593
- 594 WOLTER, A.; HAGER, A.; ZANNINI, E.; ARENDT, E. K. In vitro starch digestibility
595 and predicted glycaemic indexes of buckwheat, oat, quinoa, sorghum, teff and commercial
596 gluten-free bread. *Journal of Cereal Science*. v.58, n.3, p.431-436, 2013. DOI:
597 10.1016/j.jcs.2013.09.003
598
- 599 WONDIMU, A.; EMIRE, A. S. Process Parameters Optimization for the Manufacture of
600 Extruded Teff-based Gluten Free Snacks. *Advance Journal of Food Science and*
601 *Technology*, v.11, n.4, p.299–307, 2016. DOI: 10.19026/ajfst.11.2414
602
- 603 WORLD GASTROENTEROLOGY ORGANISATION. *Celiac Disease Global Guidelines*,
604 2016. Acesso em [http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/ceciac-](http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/ceciac-disease-english-2016.pdf)
605 [disease-english-2016.pdf](http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/ceciac-disease-english-2016.pdf).
606
- 607 ZHU, F. Chemical composition and food uses of teff (*Eragrostis tef*). *Food chemistry*.
608 v.239, n.1, p.402-415, 2018. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.06.101

1 **5 VERSÃO EM INGLÊS – ARTIGO 1 – Submetido à revista trends in food science &**
2 **technology**

3

4 **Nutritional, technological and sensory quality of tef (*Eragrostis tef*) flour in bakery**

5

6 Raísa V. Homem¹, Divair Doneda², Tarso B. L. Kist³, Viviani R. de Oliveira^{12*}.

7

8 ¹ Postgraduate Program in Food, Nutrition and Health – Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS),
9 Rua Ramiro Barcelos, 2400, Santa Cecília, CEP: 90035-003, Porto Alegre, RS, Brazil.

10 ² Departamento of Nutrition, Postgraduate Program in Food, Nutrition and Health, Federal University of Rio
11 Grande do Sul (UFRGS), Rua Ramiro Barcelos, 2400, Santa Cecília, CEP: 90035-003, Porto Alegre, RS,
12 Brazil.

13 ³ Department of Biophysics, Institute of Biosciences, Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), Av.
14 Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, RS CEP 91501-970, Brazil.

15

16 *Corresponding author. All correspondence should be sent to e-mail address: vivianiruffo@hotmail.com

17 Telephone / Fax: +55 51 33085610

18

19 **Abstract**

20 Tef (*Eragrostis tef*) is a cereal from the African continent. Underutilized in several
21 countries, it has a good cultivation performance due to its resistance to extreme
22 environmental conditions. By not using, tef becomes a possible option for celiacs. Celiac
23 disease is a gluten-induced autoimmune enteropathy that affects genetically predisposed
24 people. Gluten is a protein found in some cereals, such as wheat, barley and rye. Therefore,
25 it is important to have a variety of preparations to provide a complete nutritional diet to the
26 individual affected by this disease. This study is an integrative review and presents a
27 nutritional, technological and sensorial quality of preparations made from tef flour and
28 other associated flours (rice flour and cassava starch). A tef flour was used in various
29 preparations such as cakes, cookies, breads, cupcakes, muffins and extruded snacks, used
30 alone or with other flours, revealing the technological feasibility specially customized in
31 reduced changes of 5% and 10%. Most preparations achieve good acceptability with up to
32 50% tef flour. The high nutritional potential was also shown. Therefore, as its
33 technological characteristics should be further explored in baking, as well as the
34 acceptability of preparations with tef flour.

35

36 **Keywords:** *Eragrostis tef*; gluten-free breads; tef.

37

38 Introduction

39

40 Tef (*Eragrostis tef*) is a cereal from the northern region of the African continent,
41 being the main food crop in Ethiopia, according to the Central Statistical Agency of
42 Ethiopia (CSA) (2014) and feeds an average of 50 million people according to Bultosa
43 (2016). However, despite its importance in food, it remains little known and underutilized
44 in some parts of the world (GHEBREHIWOT et al., 2016).

45 The grain has three varieties of coloring, which are: brown, red and white
46 (FEKADU et al., 2015). It serves for diversified uses in preparations, either in the
47 fermented consistency with fresh grains or as flour (Bultosa; Taylor, 2004). In Figure 1, it
48 is possible to observe the shape of the grains and the tef flour.

49



50

51 **Figure 1** – Fresh brown tef, to the left, and as flour, to the right.

52

Source: Author's personal file.

53

54 The tef flour can serve as a thickener in puddings, porridges, matzo, soups, sauces,
55 cookies, cakes, pasta; fermented, tef serves as a basic component for breads, pancakes, as
56 well as for the development of ethnic beers and drinks (BULTOSA; TAYLOR, 2004;
57 NASCIMENTO et al., 2018).

58 Tef grains have a high fiber content, most of which are insoluble fibers. They also
59 have most unsaturated fatty acids, which are: linoleic acid and oleic acid (ZHU, 2018).

60

61 The minerals iron and selenium are in large quantities in this grain, as well as the
62 vitamins niacin, pyridoxine, thiamine, riboflavin, phylloquinone, retinol, a-tocopherol
63 (United States Department of Agriculture [USDA], 2017). These micronutrients deserve
64 attention mainly because the gluten-free diet can be reduced in fibers, saturated fatty acids
65 and minerals, such as: calcium, iron, magnesium and zinc which are in smaller proportions
66 in gluten-free foods (VICI et al., 2016; RYBICKA, 2018; DO NASCIMENTO et al.,
2013).

67 The protein content of tef grains is comparable to that of other cereals, such as
68 wheat, however, tef presents a greater amount of the essential amino acid lysine, when
69 compared to wheat (ZHU, 2018). In addition, Ketema (1997) presents regarding the amount
70 of amino acids in tef, there are higher levels in relation to wheat for: leucine, valine,
71 phenylalanine, tyrosine, threonine, methionine and cystine.

72 The nutritional composition of the grain also stands out due to the absence of gluten
73 (BAYE, 2014), therefore, it is possible to be consumed by individuals with celiac disease.
74 In the last 20 years, the prevalence of celiac disease has risen considerably in the world
75 (World Gastroenterology Organization [WGO], 2016), and, with the consequent increasing
76 prevalence of the disease, the need for gluten-free food is increasing (HOPMAN, 2008).

77 Generally, gluten-free foods have a low protein content, higher carbohydrate
78 content, especially starch, and lipids in order to supply technological properties such as
79 unsatisfactory characteristics in color, bran and volume (SEGURA; ROSELL, 2011). In
80 addition to being excessively caloric (THEETHIRA; DENNIS, 2015), they have a high
81 glycemic index (VICI et al., 2016; RIZZELLO et al., 2017).

82 People with celiac disease are at higher risk than non-celiacs of developing
83 overweight and obesity (DIAMANTI et al., 2014). After a year of gluten-free eating, there
84 is a high risk of metabolic syndrome in celiac individuals (TORTORA et al., 2015).
85 Supplying this demand, the use of tef in food can be beneficial for celiac disease due to its
86 nutritional composition in addition to the aforementioned absence of gluten
87 (NASCIMENTO et al., 2018).

88 Although the nutritional value of tef is already recognized, it is necessary to
89 investigate the behavior of this cereal in preparations with tef associated with other flours
90 and preparations exclusively with tef, in addition, to verify the acceptability of this food in
91 preparations mainly in bakery products, for be one of the major technological challenges
92 for the celiac and non-celiac population.

93 In this context, the objective of this work was to identify the chemical, technological
94 and sensory quality in the literature, based on studies that evaluated bakery products made
95 with tef flour and associations.

96

97 **Material and methods**

98

99 An integrative review was carried out, and is considered an important tool to
100 investigate the results of other studies, providing a synthesis of knowledge with the

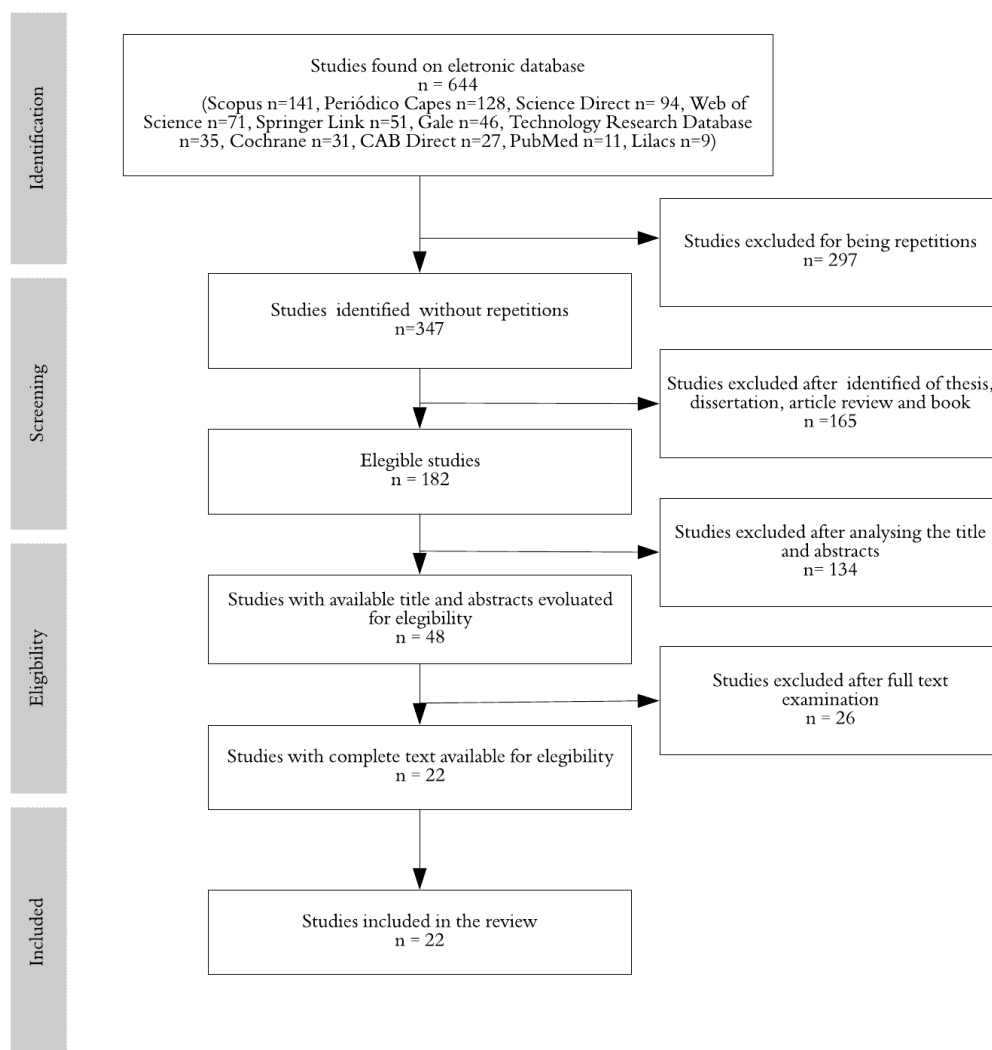
101 incorporation of applicability in the practice of different uses of tef, thus providing support
102 on its use. The purpose of this methodology is to combine knowledge and summarize
103 results from previous studies in an organized manner, which contributes to achieving
104 knowledge of the subject under investigation.

105 The selection of studies and the extraction of information were carried out through
106 research in several databases: Scopus, Portal Capes, Science Direct, Web of Science,
107 Springer Link, Gale, Technology Research, Cochrane, CAB Direct, PubMed, Lilacs (Latin
108 American and Caribbean Literature in Health Sciences), between June 2018 and May
109 2019.

110 The studies were identified according to figure 2, and for screening, the articles
111 were selected considering the presence of the following combinations of keywords, in
112 Portuguese and English, and the following Boolean operators: “*Eragrostis tef*” and “cake”
113 or "bread" or "cookie" or "muffins" or "cupcake" or "recipes" or / and "flour" not "injera"
114 not "fermentation" not "pasta".

115 For the execution of eligibility, the inclusion criteria were: (1) be compatible with
116 the theme in bakery products; (2) being available for reading; (3) be an original article.
117 There were no date limitations and later, by reading the title and abstract, articles outside
118 the topic of interest were excluded. The exclusion criteria were: (1) not to address the topic
119 of interest; (2) be blocked from reading; (3) be a thesis, dissertation, review article or
120 book; (4) be a copy (5) clinical articles or with animals. Some exclusion words used were:
121 "injera", "fermentação", "pasta". No language or date restrictions were used.

122 Subsequently, the remaining articles were read in their entirety by two reviewers
123 and confirmed if they contemplated the theme of the current study. The valuated data
124 include authors, year of publication, objectives, methods and results.



125

126 **Figure 2** – Flowchart that presents the search methodology for the articles used, adapted
 127 from PRISMA (Adapted from Shamseer *et al.*, 2015).

128

129 **Results and discussion**

130

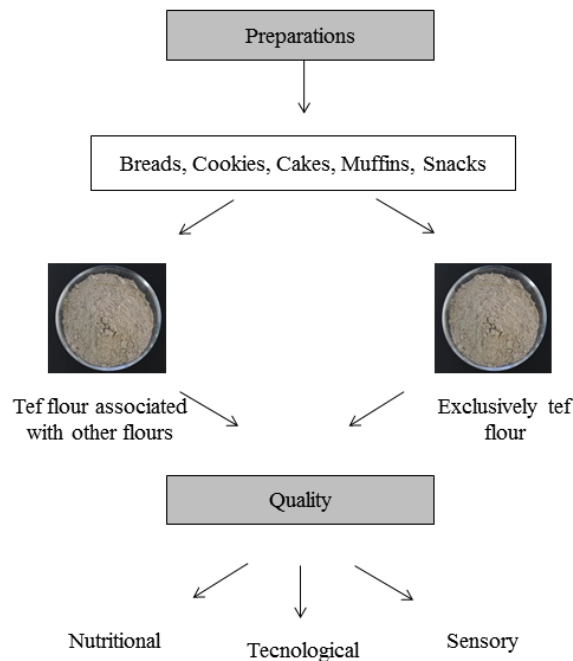
131 644 studies were found that met the criteria established initially, of these were
 132 excluded: 297 for being copies, 165 for being theses, dissertations, review articles and
 133 books, 134 for having the title and abstract outside the theme, 26 for containing the text
 134 complete outside the theme. There were 22 articles left, which were included in the review.

135

136 The 22 articles that evaluated preparations were read in full and divided into two
 137 groups: the first group consisted of food preparations with the use of tef associated with
 other flours and, in the second group, preparations exclusively with tef. In addition, the

138 nutritional, technological and sensory characteristics presented by the study authors were
 139 considered. This proposal is shown in figure 3.

140



141

142 **Figure 3** – Flowchart of the organization of the proposal and the processes carried out.

143

144 **Food preparations with tef associated with other flours**

145

146 Collar and Angioloni (2014) analyzed the addition of tef, amaranth, buckwheat and
 147 quinoa flours (in 5% substitution of tef, in individual, binary, tertiary and quaternary
 148 portions) in breads with 50% wheat and 50% rye, and observed higher content in treatments
 149 with tef, in the levels of fibers, soluble and insoluble. As for breads with 20% added (5%
 150 amaranth flour, 5% buckwheat, 5% quinoa and 5% tef), the authors mention that they
 151 obtained breads with greater nutritional value, while still safeguarding the technofunctional
 152 and sensory impact.

153

154 Hofmanová et al. (2014) evaluated the replacement of wheat flour by tef flour in the
 155 proportions of 20 and 30% and obtained a similar result: the more tef added to the
 156 preparation, the higher the dietary fiber content. Protein and ash contents were also higher
 157 in breads with a higher tef content. Table 1 shows the preparations with tef associated with
 158 other flours in relation to nutritional, physical and sensory aspects, in percentages 5% to
 10%, 11% to 30% and 31% to 50%. Other percentages were not reported in the studies.

159 The analyzes showed different results, by Alaunyte et al. (2012), regarding fibers:
160 the use of tef flour in 0, 10, 20 and 30% in wheat breads, did not show changes in the total
161 fiber contents, as well as fat, when related to wheat bread. Even so, they also found that
162 those breads with 30% tef had twice the iron content than those with wheat, and also
163 evaluated the antioxidant capacity, which increased in breads of 10, 20 and 30% tef.
164 As for the antioxidant capacity, Ronda et al. (2015) evaluated the replacement of wheat
165 flour with up to 40% of tef flour and observed an increase in flavonoids and minerals,
166 namely, iron, copper, zinc, magnesium, manganese, calcium, potassium and phosphorus.
167 Such findings were also observed by Callejo et al. (2016), in the addition of tef flour in the
168 proportions of 15 and 30% resulting in breads with higher levels of iron, zinc and protein
169 compared to breads made with wheat flour. The same authors attributed to cultivation and
170 environmental conditions, as well as to cultivate, the reduction of bread proteins with 30%
171 of tef flour, a fact contrary to what was observed by the authors Hofmanová et al. (2014), as
172 previously mentioned.

173 Callejo et al. (2016) also observed the absence of gliadin in tef flour. Mohammed et
174 al. (2009) evaluated the addition of tef flour to wheat breads at 0, 5, 10, 15 and 20% and
175 observed that the higher the tef content, the lower the final amount of gluten in the bread.
176 The preparations of this study using different percentages of tef and addition of other
177 flours, are shown in table 1.

178 **Table 1** – Food preparations with the addition of different percentages of tef associated
 179 with other flours.

Aspects	Percentage of tef			Standard preparation and treatment	Reference
	5% - 10%	11% - 30%	31% - 50%		
Nutritional aspects					
Soluble and insoluble fiber	Higher (5%)	-	-	Bread (50% FT; 50% FC)	Collar e Angioloni (2014) ¹
	-	Higher (20%, 30%)	-	Bread (100% FT)	Hofmanová <i>et al.</i> (2014) ²
	No change (10%)	No change (30%)	-		Alaunyte <i>et al.</i> (2012) ³
	-	Higher (25%)	-	Muffin (100% FA)	Tess <i>et al.</i> (2015) ⁴
	-	-	Higher (35%)	Extruded snacks (100% FT)	Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
Fiber	-	Lowest (20%)	-	Bread (100% FT)	Collar e Armero (2018a) ⁶
	Higher (5%)	-	-	Bread (50% FT; 50% FC)	Collar e Angioloni (2014) ¹
	-	Higher (20%, 30%)	-		Hofmanová <i>et al.</i> (2014) ²
	-	Higher (15%, 30%)	-	Bread (100% FT)	Callejo <i>et al.</i> (2016) ⁷
	-	Lowest ($\geq 15\%$)	-		Mohammed <i>et al.</i> (2009) ⁸
Nutritional value			Higher (50%)	Muffin (100% FA)	Tess <i>et al.</i> (2015) ⁴
			Higher (35%)	Extruded snacks (100% FT)	Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
	-	No change (10%, 30%)	-	Bread (100% FT)	Alaunyte <i>et al.</i> (2012) ³
	Carbohydrate and gluten		Lowest (35%)	Extruded snacks (100% FT)	Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
		Lowest (20%)		Bread (100% FT)	Collar e Armero (2018b) ⁹
Glicemic index			Lowest (35%)	Extruded snacks (100% FT)	Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
		Lowest (30%)		Bread (100% FT)	Shumoy <i>et al.</i> (2018) ¹⁰
	Higher (>5%)	-		Bread (100% FT)	Mohammed <i>et al.</i> (2009) ⁸
Ash	-	Higher (20%, 30%)	-	Bread (100% FT)	Hofmanová <i>et al.</i> (2014) ²
			Higher (35%)	Extruded snacks (100% FT)	Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
	Greater water absorption (10% to 12%)	-	-	Bread (50%FT e 50%C, 70%FT e 30%C)	Svec <i>et al.</i> (2017) ¹¹
Moisture			Higher (40%)		Ronda <i>et al.</i> (2015) ¹²
Minerals Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, Ca, K e P.	-	Higher (30%)	-	Bread (100% FT)	Alaunyte <i>et al.</i> (2012) ³
Iron	-	Higher (15%, 30%)	-		Callejo <i>et al.</i> (2016) ⁷
Iron and Zinc		Higher Fe e Ca (25%)		Muffin (100% FA)	Tess <i>et al.</i> (2015) ⁴
Minerals	-	Higher (10% até 30%)	-	Bread (100% FT)	Alaunyte <i>et al.</i> (2012) ³
Antioxidant capacity	-	-	Higher (40%)		Ronda <i>et al.</i> (2015) ¹²
Antioxidants			Higher (35%)	Extruded snacks (100% FT)	Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
Polyphenols		Lowest (20%)		Bread (100% FT)	Collar e Armero (2018a) ¹³
Flavonoids	-	-	Higher (40%)		Ronda <i>et al.</i> (2015) ¹²
A-amylase enzyme activity	Smaller with more tef	Lowest (15%, 30%)		Bread (100% FT)	Ezpeleta (2010) ¹⁴
Digestibility	-	-	Lowest (30%, 40%)	Bread (100% FT)	Mohammed <i>et al.</i> (2009) ⁸
					Ronda <i>et al.</i> (2015) ¹²

Physical aspects					
Volume	Lowest (5%)	-	-	Bread (50% FT; 50% FC)	Collar e Angioloni (2014) ¹
Specific volume	-	Lowest (20%, 30%)	-	Bread (100% FT)	Hofmanová <i>et al.</i> (2014) ²
	Higher (until 5%)	Lowest ($\geq 5\%$)	-		Callejo <i>et al.</i> (2016) ⁷
Volume		Minor in cakes ($\geq 30\%$)	No change	Bread, cake and cookie (100% FT)	Coleman <i>et al.</i> (2013) ¹⁵
			Lowest (30%, 40%)		Ronda <i>et al.</i> (2015) ¹²
		Higher (30%)	Lowest (40%)	Bread (100% FT)	Abebe <i>et al.</i> (2015) ¹⁶
		Lowest (15%, 30%)			Ezpeleta (2010) ¹⁴
	No change (5%, 10%)			Bread (50%FT e 50%C, 70%FT e 30%C)	Svec e Hrusková (2017) ¹⁷
Expansion			Higher (60%)	Extruded snacks	Wondimu e Emire (2016) ¹⁸
Expansion coefficient			Lowest (35%)	Extruded snacks (100% FT)	Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
Diameter	Higher (5%, 10%)			Bread (50%FT e 50%C, 70%FT e 30%C)	Svec e Hrusková (2017) ¹⁷
			No change	Bread, cake and cookie (100% FT)	Coleman <i>et al.</i> (2013) ¹⁵
Height	No change	No change	Lowest in cookies (40%)	Bread, cake and cookie (100% FT)	Coleman <i>et al.</i> (2013) ¹⁵
	Lowest (5%, 10%)			Bread (50%FT e 50%C, 70%FT e 30%C)	Svec e Hrusková (2017) ¹⁷
	Higher (5% until 10%)	-	-		Svec <i>et al.</i> (2017) ¹¹
Firmness	-	-	Lowest (30%, 40%)		Ronda <i>et al.</i> (2015) ¹²
Firmness and extensibility	-	Lowest (15%)	-	Bread (100% FT)	Callejo <i>et al.</i> (2016) ⁷
Hardness and density			Higher (35%)	Extruded snacks (100% FT)	Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
		Higher (15%, 30%)			Ezpeleta (2010) ¹⁴
Firmness		Lowest (20%)		Bread (100% FT)	Collar e Armero (2018a) ¹³
			Lowest (60%)	Extruded snacks	Wondimu e Emire (2016) ¹⁸
Apparently density			Lowest (60%)	Extruded snacks	Wondimu e Emire (2016) ¹⁸
Luminosity		Lowest (15%)	-	Bread (100% FT)	Callejo <i>et al.</i> (2016) ⁷
	No change in the bread crust	Lowest in cookies(>10%) Lowest in cakes (>20%)		Bread, cake and cookie (100% FT)	Coleman <i>et al.</i> (2013) ¹⁵
Luminosity (in the crust and crumb)	-	-	Lowest (30% e 40%)	Bread (100% FT)	Ronda <i>et al.</i> (2015) ¹²
Fall rate	Bigger with more tef			Bread (100% FT)	Mohammed <i>et al.</i> (2009) ⁸
		Higher (15%, 30%)			Ezpeleta (2010) ¹⁴
Physical characteristics	Correspond to wheat bread (<5%)			Bread (100% FT)	Mohammed <i>et al.</i> (2009) ⁸
Viscoelasticity	No change (10%)			Bread (100% FT)	Abebe <i>et al.</i> (2015) ¹⁶
Elasticity		Lowest (15%, 30%)			Ezpeleta (2010) ¹⁴
Viscoelasticity	Higher (10%)	-	-	Bread (50%FT e 50%C, 70%FT e 30%C)	Svec <i>et al.</i> (2017) ¹¹
	Higher (7,5%)			Bread (100% FT)	Collar (2016) ¹⁹
Deformability		Higher (30%)			
Adherence			Higher (40%)	Bread (100% FT)	Abebe <i>et al.</i> (2015) ¹⁶
Starch gelatinization temperature		Higher (22,5% até 45%)	Delay		
Amylopectin retrogradation		Higher (22,5% até 45%)		Bread (100% FT)	Collar <i>et al.</i> (2015) ²⁰

time		Sensory aspects			
General acceptability and flavor attribute	-	Lowest (20%, 30%)	-	Bread (100% FT)	Alaunyte <i>et al.</i> (2012) ³
	Best accepted (5%)				Mohammed <i>et al.</i> (2009) ⁸
Acceptability		Lowest (15%, 30%)			Ezpeleta (2010) ¹⁴
			Well accepted (<35%)	Extruded snacks (100% FT)	Sisay <i>et al.</i> (2018) ⁵
General acceptance	Lowest (5%, 10%)	-	-	Bread (50%FT e 50%C, 70%FT e 30%C)	Svec e Hrusková (2017) ¹⁷
Flavor	Greater bitter taste (5%, 10%)	-	-		

Legend: FT: wheat flour, FC: rye flour, FA: rice flour, C: barley.

180

181

182 The findings by Tess *et al.* (2015) corresponded to those by Collar and Angioloni
 183 (2014), Hofmanová *et al.* (2014) when they evaluated fibers in muffins with rice flour and
 184 observed that the substitution for tef flour by 25% increased the contents of fibers, iron and
 185 calcium. In addition to this result, the 50% replacement of tef flour also resulted in an
 186 increase in protein content.

187 In the search for preparations, extruded foods were added to the research, as they
 188 also belong to bakery products (BRASIL, 2001).

189 Sisay *et al.* (2018) developed foods extruded with wheat flour (38 to 100%), tef
 190 flour (0 to 35%), sesame protein concentrate (0 to 25%) and tomato powder (0 to 5%) and
 191 attributed to tef flour due to the higher fiber and antioxidant content, as well as the lower
 192 carbohydrate content. The sample with the highest antioxidant content was the combination
 193 of wheat flour (57.5%), tef (35%), sesame protein concentrate (2.5%) and tomato powder
 194 (5%), while the sample with the lowest antioxidant content was 100% of wheat flour when
 195 compared to the other samples.

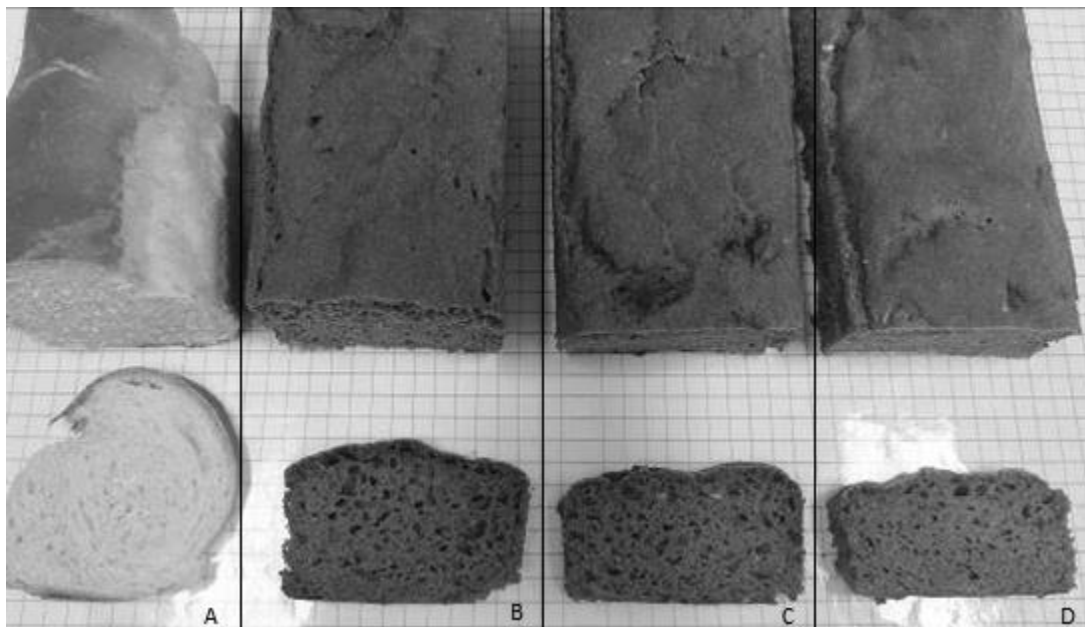
196 The glycemic index was also assessed by Shumoy *et al.* (2018) in the replacement
 197 of wheat flour in breads with 0 to 30% tef, using wheat bread as a control treatment and
 198 observed that up to five days the estimated glycemic index decreased.

199 Mohammed *et al.* (2009) evaluated the addition of tef flour in wheat breads (at 0, 5,
 200 10, 15 and 20%) and observed that all additions of tef caused an increase in the ash content.
 201 In the additions of 15 and 20% of tef, they identified a decrease in protein content, a result
 202 similar to that presented by Callejo *et al.* (2016) with 30% replacement. Mohammed *et al.*
 203 (2009) also reported that the higher the percentage of tef, the higher the drop rate, and the
 204 lower the activity of the α -amylase enzyme, with no difference in water absorption between
 205 all breads.

206 The authors, Collar and Armero (2018a), analyzed breads with wheat flour (66%),
 207 tef flour (20%), chestnut flour (7%) and chickpea flour (7%), with the tef subjected
 208 thermally to humidity, and verified an increase in bioaccessible polyphenols, as well as a
 209 high fiber content, and a decrease in the characteristics of high firmness and adhesiveness.

210 The tef flour (20%), chestnut flour (7%) and chickpea flour (7%) used as a
 211 substitute for wheat flour in breads had a lower hydrolysis index and, consequently, a lower
 212 glycemic index, when heat treated. The authors of this study, Collar and Armero (2018b)
 213 thermally submitted moisture (HMT) during digestibility. The substitutions were also
 214 evaluated in percentages: tef flour in 10, 20, 30 and 40%, chestnut flour in 4, 7 and 10%
 215 and chickpea flour in 4, 7 and 10%. Figure 4 shows the difference in volume in tef breads
 216 in different percentages, compared to wheat bread.

217



218

219 **Figure 4** – A: wheat bread (100%); B: tef bread (100%); C: tef bread (75%) with cassava
 220 starch (12,5%) and rice flour (12,5%); D: tef bread (50%), cassava starch (25%) and rice
 221 flour (25%). Source: author's personal file.

222

223 Collar and Angioloni (2014) reported a reduction in the volume of bread with tef,
 224 compared to control bread (50% wheat and 50% rye).

225 This volume characteristic was also observed by Abebe et al. (2015) in breads with
 226 40% tef, resulting in a lower volume than the control bread (100% wheat) and also
 227 observed an increase in adherence. Those with 30% obtained higher volumes than the

228 control treatment, in addition to reduced consistency and greater deformability of the
229 masses.

230 Ezpeleta (2010) corroborates the study by Mohammed et al. (2009) when observing
231 that a greater amount of tef flour in breads, in 15% and 30% resulted in less activity of the
232 enzyme α -amylase, consequently a high drop rate, reduced volume and length, great
233 firmness and little elasticity.

234 As for hardness, the authors Sisay et al. (2018) attributed the higher hardness and
235 apparent density to the higher tef content and reduced the expansion coefficient in extruded
236 foods.

237 Like Sisay et al. (2018), the authors Wondimu and Emire (2016) also analyzed
238 extruded foods, specifically snacks with tef, corn and lentils, in the three proportions,
239 respectively 70:20:10 (treatment 1), 60:25:15 (treatment 2) and 50:30:20 (treatment 3) and
240 under extruder temperature (120, 140 and 160 ° C) and humidity of 14 to 20%. It was
241 observed that the second treatment, with 60% tef, the temperature of 140 ° C and humidity
242 of 14% obtained extruded food of better quality, greater expansion, less hardness and
243 apparent density than the other treatments, the same treatment plus vanilla. presented good
244 acceptability.

245 Hofmanová et al. (2014) evaluated the replacement of wheat flour in breads by tef
246 flour in the proportions of 20% and 30%, observed results analogous to the previous ones:
247 the specific volume reduced by half with tef, in both proportions. Ronda et al. (2015)
248 evaluated the replacement of wheat flour by up to 40% tef flour and observed a reduction in
249 firmness, a reduction in the volume of bread, a reduction in in vitro digestibility and a
250 reduction in luminosity for crust and crumbs.

251 In lower levels of tef and chia (5 and 10%) in wheat and barley breads, Svec and
252 Hrusková (2017) demonstrated that the breads had no difference in volume, equivalent to
253 the standard treatment of wheat with barley, a fact different from the study previous.

254 Callejo et al. (2016) analyzed tef flour in the proportions of 15% and 30% and
255 observed a reduction in toughness, dough extensibility, deformation energy, sedimentation
256 volume and luminosity according to the addition of tef flour in breads. The 15% tef bread
257 had the highest weight and, in 5% tef, it had the highest apparent and specific volume,
258 decreasing as more tef was added.

259 Callejo et al. (2016), reveals that tef flours had lower viscosity peaks, but a higher
260 setback viscosity than wheat flours. As for viscosity, Collar (2016) presented tef breads,
261 green peas and buckwheat replacing refined wheat flour (in percentages from 22.5% to

262 45%) and demonstrated that these substitutions caused higher viscosity during
263 gelatinization in comparison to wheat that has a higher starch content and reported that the
264 different blended flours are capable of increasing the interactions of its components.

265 Collar et al. (2015) evaluated the replacement of wheat flour in breads by tef flour,
266 green peas and buckwheat and reported that in 22.5 to 45% a delay in the transition
267 temperature of starch gelatinization and retrogradation of amylopectin is observed, but also
268 a longer time for amylopectin retrogradation.

269 Coleman et al. (2013) analyzed breads, cakes and cookies, and with the replacement
270 of 10, 20, 30, 40 and 100% with tef flour and observed that breads and cakes with 40 and
271 100% tef were impaired in the final quality and revealed the better performance between
272 cookie preparations. Mohammed et al. (2009) demonstrated that up to 5% of tef flour in
273 bread corresponds to the physical characteristics of wheat bread.

274 Svec et al. (2017) analyzed wheat flour cookies with barley substituted in 5 and
275 10% of chia and tef and with this substitution higher cookies were obtained and it was
276 possible to mask the taste and odor of the barley, there was greater absorption of water with
277 the substitution by 10% of chia or tef and this caused an increase in the softening of the
278 dough. This characteristic provided greater viscosity.

279 For Mohammed et al. (2009) up to 5% of tef flour in bread is the most accepted
280 sensorially, when the values are superior observed inferior acceptability for the sensory
281 attributes of color, aroma, flavor and general acceptability. The evaluation was carried out
282 with 15 trained evaluators in the percentages of tef flour in 0, 5, 10, 15 and 20%. For the
283 flavor attribute, up to 10% of tef there was equal acceptability to the control treatment. For
284 texture up to 5% was as well accepted as wheat bread.

285 These findings by Mohammed et al. (2009) correspond to the studies by Espeleza
286 (2010) and Alaunyte et al. (2012):

287 In the sensory analysis of the breads in the study by Ezpeleta (2010), with 15 and
288 30% tef flour, less acceptance was noted with breads with a higher tef content, which was
289 justified by the darker color. In the study by Alaunyte et al. (2012), also observed that the
290 general acceptability of breads with 20% and 30% tef was shown to be reduced, due to the
291 residual and bitter taste in relation to wheat bread.

292 Extruded foods evaluated by Sisay et al. (2018) showed feasibility of being partially
293 replaced by tef (up to 35%), protein concentrate of sesame and tomato powder without
294 harming sensory attributes.

295

296 **Food preparations containing only tef flour**

297

298 Tess et al. (2015) evaluated muffins with 100% tef flour and observed that the
 299 energy content, lipid content, protein, fiber, calcium and iron were higher in those with
 300 100% tef when compared to rice flour muffins. Table 2 shows the articles with food
 301 preparations that used only tef flour, while Table 3 shows all findings regarding
 302 technological, nutritional and sensory quality.

303

304 **Table 2** – Food preparations containing only tef flour. Prepared by the author.

Aspects	100% tef	Standard preparation and treatment	Reference	
Energy	Bigger	Muffin (100% FA)	Tess <i>et al.</i> (2015) ⁴	
Lipid	Bigger			
Protein	Bigger			
Fiber	Bigger			
Calcium	Bigger			
Iron	Bigger			
Firmness	Bigger			
Acceptability	Low (appearance, taste, odor and overall acceptance)			
Fiber	Bigger	Bread (33% FA, 33% FM 33% FS)	Hager e Arendt (2013) ²¹	
Polyphenols	Bigger			
Phytates	Bigger			
Firmness	Smaller with HPMC			
Glicemic index	Smaller than quinoa, buckwheat and wheat flour. Same as oats and sorghum.		Wolter <i>et al.</i> (2013) ²²	
Gelatinization temperature	Bigger	Bread (Q, FS, FT, A, S)		
Digestibility of starch	Smaller than quinoa bread			
Specific volume	Smaller	Bread (100% FT)	Hager <i>et al.</i> (2012) ²³	
Density	Denser structure			
Volume	Minor (bread)	Bread, cake and cookie (100% FT)	Coleman <i>et al.</i> (2013) ¹⁵	
Crust luminosity	No change (bread)			
Weight	No change (cookies)			
Yield	No change (cookies)			
Height	Minor (cookies)			
Acceptability	None of the preparations were well accepted			
General assessment of preparations	Best fit for cookies			

305
306

Subtitle: FA: rice flour, FM: corn flour, FS: buckwheat flour, FT: wheat flour, Q: quinoa, A: oats, S: sorghum.

307 Hager and Arendt (2013) analyzed breads with 100% tef and found a higher content
308 of total fibers, polyphenols and phytates when compared to rice flour, corn flour and
309 buckwheat.

310 Wolter et al. (2013) evaluated breads made with tef flour and compared them to
311 buckwheat, oat, quinoa and sorghum breads. They observed that bread with tef had a lower
312 glycemic index than quinoa, buckwheat and wheat, and similar to oats and sorghum. The
313 low glycemic load revealed, according to the authors, lower than wheat bread, so this bread
314 can serve as an alternative to glycemic control diets.

315 The study by Hager et al. (2012) demonstrated that breads with 100% tef developed
316 less specific volume and a denser structure. The reduced volume was also observed by
317 Coleman et al. (2013) in the exclusive use of tef flour in bread and cake. The cookie had its
318 color and height changed, concluding that the best suitability for the use of tef flour is in the
319 preparation of the cookie.

320 Tess et al. (2015) observed greater firmness when evaluating muffins with 100% tef
321 flour. Hager and Arendt (2013) used hydrocolloids such as hydroxypropylmethylcellulose
322 (HPMC) and xanthan gum for greater water absorption and consequent reduction in
323 firmness. The elaboration of bakery products without gluten proteins is a technological
324 challenge due to the absence of the viscoelastic compounds present in gluten (Hager and
325 Arendt, 2013). Confirming the findings by
326 Hager et al. (2011) showed that because gluten-free flours do not have the same
327 viscoelastic properties present in gluten, it makes the preparation of gluten-free breads a
328 difficult task. Thus, the use of hydrocolloids is favorable.

329 The gelatinization of tef breads and sorghum flour were higher than the others, in
330 addition, the glycemic index of tef was lower than quinoa, buckwheat and wheat, similar to
331 oats and sorghum. In addition, tef flour, oat, sorghum and buckwheat bread had less starch
332 digestibility compared to quinoa bread (Wolter et al., 2013). This fact can be attributed to
333 the size of the tef and its granule. The larger granule size corresponds to a higher glycemic
334 index (Wolter et al., 2013).

335 Tess et al. (2015) evaluated sensorially and observed that muffins with the addition
336 of 100% tef flour presented low acceptability, in the attributes of appearance, taste, odor
337 and general acceptance.

338

339 **Table 3** – Nutritional, technological and sensory characteristics observed by the authors in
 340 preparations using tef associated with other flours and preparations exclusively with tef.

Tef associated with other flours	Exclusively tef
Nutritional characteristics	
Increase in soluble and insoluble fibers ¹	Energy increase ⁴
Total fiber increase ^{1,2,3,4,5,6}	Lipid increase ⁴
Fiber increase with HMT ²¹	Protein increase ⁴
Increased nutritional value ¹	Increased fiber ^{4, 21}
Protein increase ^{2,4,5,7,8}	Calcium increase ⁴
Protein reduction ⁸	Iron increase ⁴
No change to total fiber and fat ³	Increase in polyphenols ²¹
Carbohydrate reduction ⁵	Increase in phytates ²¹
Gluten reduction ⁵	Drop rate similar to oats and sorghum ²²
Reduction of the glycemic index ^{5, 9, 10}	Lower drop rate than quinoa and buckwheat ²²
Increased ash ^{2,5,8}	
Increased humidity ¹¹	
Fe increase ^{3,7,12}	
Increase in minerals Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, Ca, K, P ^{4, 12}	
Increase in Zn ⁷	
Increase in antioxidant capacity ^{3, 5, 12}	
Increase in flavonoids ¹²	
Increase in bioaccessible polyphenols with HMT ¹³	
Lower α -amylase activity ^{8, 14}	
Technological characteristics	
Digestibility reduction ¹²	Increased firmness ⁴
Volume reduction ^{1, 2, 7, 12, 14, 15, 16}	Volume reduction ¹⁵
Volume increase ^{7, 16,}	Higher gelatinization than buckwheat and oats ²²
No impact on volume ^{15, 17}	Starch digestibility less than quinoa bread ²²
Expansion coefficient reduction ⁵	Specific volume reduction ²³
Extensibility reduction	Volume reduction ¹⁵
Expansion increase ¹⁸	More intense color and height modification in cookies ¹⁵
No change in diameter ¹⁵	Suitability for using tef flour in cookies ¹⁵
Increased diameter ¹⁷	
Height reduction ^{15, 17}	
Height increase ¹¹	
No change in height ¹⁵	
Firmness reduction ^{7,12, 13, 18}	
Increased firmness ^{5, 14}	
Decreased bulk density ¹⁸	
No change in brightness ¹⁵	
Brightness reduction ^{7, 15, 12}	
Increase in drop rate ^{8, 14}	
Same physical characteristics of wheat bread ⁸	
No viscoelastic difference ¹⁶	
Elasticity reduction ¹⁴	
Viscosity increase ^{11, 19}	
Increased deformability ¹⁶	
Increased adherence ¹⁶	
Starch gelatinization temperature increase ²⁰	
Increased retrogradation of amylopectin ²⁰	
Sensory characteristics	
Reduced overall acceptability and flavor attribute ³	No well-accepted preparations ¹⁵

Reduced acceptability in breads⁸
 Increased acceptability⁸

Best fit for cookies¹⁵

Reduced acceptability and attributes of
 appearance, taste, odor and global
 acceptance⁴

Well accepted⁵

Reduced acceptance with more tef¹⁴

Better acceptability of snacks plus vanilla⁵

Increased bitter taste¹⁷

Reduction in general acceptance¹⁷

Masked the odor of barley in cookies¹⁷

341 ** The numbering is related to tables 1 and 2.

342

343 **Conclusion**

344

345 The studies that integrate this work pointed out that the preparations made with tef
 346 were breads, cakes, cookies, cupcakes, muffins, and extruded snacks, with the most
 347 elaborate preparation being the preparation of bread, either with the use of tef flour
 348 associated with other flours or with tef exclusively, and demonstrating an excellent profile
 349 in relation to nutritional aspects, quality observed in all studies that brought this analysis.
 350 There were also increased levels of total, soluble and insoluble fibers, ashes, minerals,
 351 namely: iron, calcium, copper, zinc, magnesium, manganese, selenium, potassium and
 352 phosphorus, antioxidant capacity and flavonoids, according to the percentage of addition of
 353 tef. Also noteworthy was the reduction in gluten as the tef increased.

354 The technological characteristics demonstrated that these products presented
 355 intermediate final quality, due to the characteristics of volume, specific volume, firmness
 356 and luminosity. The best preparations are those with the use of tef flour in small quantities -
 357 5% and 10%. However, it was observed that several flours associated with tef, as well as
 358 hydrocolloids and heat treatment to humidity (HMT) serve as facilitators to achieve a better
 359 final quality in gluten-free food preparations.

360 As it presents technological potential due to the absence of gluten, this cereal
 361 deserves to have its technological characteristics more investigated in bread making,
 362 however in this study it was observed hardness, reduction in the volume of products and
 363 brightness.

364 Regarding sensory quality, studies that used 5% and 35% tef flour associated with
 365 other flours were well accepted. Extruded foods were the preparations with the highest tef
 366 content that showed greater acceptability. In addition to these amounts of tef, there was a
 367 reduction in acceptability. Few studies have evaluated sensory quality, therefore, the need
 368 for more studies is emphasized, evaluating the acceptability of these products, enabling

369 greater information and acceptance about these foods, especially by the celiac population,
370 as well as subsidizing the better quality of life of this population.

371

372 **Acknowledgements**

373

374 The authors thank the Universidade Federal do Rio Grande do Sul for the research support.

375

376 **Conflict statement**

377

378 None.

379

380 **References**

381

382 ABEBE, W.; RONDA, F.; VILLANUEVA, M.; COLLAR, C. Effect of tef [*Eragrostis*
383 *tef* (zucc.) trotter] grain flour addition on viscoelastic properties and stickiness of wheat
384 dough matrices and bread loaf volume. *European food research and technology*, v.241, n.4,
385 p.469-478, 2015. DOI: 10.1007/s00217-015-2476-0

386

387 ALAUNYTE, I.; STOJCESKA, V.; PLUNKETT, A.; AINSWORTH, P.; DERBYSHIRE,
388 E. Improving the quality of nutrient-rich Teff (*Eragrostis tef*) breads by combination of
389 enzymes in straight dough and sourdough bread making. *Journal of Cereal Science*, v.55,
390 n.1, p.22-30, 2012. DOI:10.1016/j.jcs.2011.09.005

391

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

394

395 BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de
396 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos
397 para alimentos, 2001.

398

399 BULTOSA, G.; TAYLOR, J. R. N. Paste and gel properties and *in vitro* digestibility of tef
400 [*Eragrostis tef* (Zucc.)Trotter]. *Starch/Stärke*, v.56, n.1, p.20-28, 2004.
401 DOI:10.1002/star.200200191

402

403 BULTOSA, G. Teff: Overview . In C.Wrigley, H. Corke, K. Seetharaman, E.; Faubion, J.
404 *Encyclopedia of food grains* (2. ed. pp. 209-220), Elsevier: Oxford. eBook, 2016. ISBN:
405 9780123947864

406

407 CALLEJO, M. J.; BENAVENTE, E.; EZPELETA, J. I.; LAGUNA, M. J., CARRILLO, J.
408 M.; RODRÍGUEZ-QUIJANO, M. Influence of teff variety and wheat flour strength on
409 breadmaking properties of healthier teff-based breads. *Journal of Cereal Science*, v.68,
410 p.38-45, 2016. DOI:10.1016/j.jcs.2015.11.005

411

- 412 CENTRAL STATISTICAL AGENCY OF ETHIOPIA. *Statistical bulletin: Agricultural*
413 *Sample Survey for 2013/14*. Addis Ababa: Federal democratic republic of Ethiopia Central
414 Statistical Agency. 2014.
415
- 416 COLEMAN, J.; ABAYE, A. O.; BARBEAU, W.; THOMASON, W. The suitability of teff
417 flour in bread, layer cakes, cookies and biscuits. *International Journal of Food Sciences*
418 *and Nutrition*, v.64, n.1, p.877-881, 2013. DOI:10.3109/09637486.2013.800845
419
- 420 COLLAR, C.; ANGIOLONI, A. Pseudocereals and teff in complex breadmaking matrices:
421 Impact on lipid dynamics. *Journal of Cereal Science*, v.59, n.2, p.145-155, 2014.
422 DOI:10.1016/j.jcs.2013.12.008
423
- 424 COLLAR, C.; JIMÉNEZ, T.; CONTE, P.; PIGA, A. Significance of thermal transitions on
425 starch digestibility and firming kinetics of restricted water mixed flour bread matrices.
426 *Carbohydrate Polymers*, v.122, p.169–179, 2015. DOI:10.1016/j.carbpol.2014.12.083
427
- 428 COLLAR, C. Impact of visco-metric profile of composite dough matrices on starch
429 digestibility and firming and retrogradation kinetics of breads thereof: Additive and
430 interactive effects of non-wheat flours. *Journal of Cereal Science*, v.69, p.32–39, 2016.
431 DOI:10.1016/j.jcs.2016.02.006
432
- 433 COLLAR, C.; ARMERO, E. Value-Added of Heat Moisture Treated Mixed Flours in
434 Wheat-Based Matrices: a Functional and Nutritional Approach. *Food and Bioprocess*
435 *Technology*, v.11, n.8, p.1536-1551. 2018a. DOI:10.1007/s11947-018-2125-2
436
- 437 COLLAR, C.; ARMERO, E. Kinetics of in vitro starch hydrolysis and relevant starch
438 nutritional fractions in heat-moisture treated blended wheat-based bread matrices: impact of
439 treatment of non-wheat flours. *European Food Research and Technology*, v.244, n.11,
440 p.1977-1984, 2018b. DOI:10.1007/s00217-018-3109-1
441
- 442 DIAMANTI, A.; CAPRIATI, T.; BASSO, M. S.; PANETTA, F.; DI CIOMMO, L. V. M.;
443 BELLUCCI, F.; FRANCAVILLA, R. Celiac disease and overweight in children: An
444 update. *Nutrients*, v.6, n.1, p.207–220, 2014. DOI:10.3390/nu6010207
445
- 446 DO NASCIMENTO, A. B.; FIATES, G. M.; DOS ANJOS, A.; TEIXEIRA, E. Analysis of
447 ingredient lists of commercially available gluten free and gluten-containing food products
448 using the text mining technique. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*,
449 v.64, n.2, p.217–222, 2013. DOI:10.3109/09637486.2012.718744
450
- 451 EZPELETA, J. I. Calidad harino pana dera de la harina de tef (*Eragrostis tef* (Zucc.)
452 Trotter). *Congreso De Estudiantes Universitarios De Ciencia, Tecnología E Ingeniería*
453 *Agronómica*, Universidad Politécnica de Madrid, 2010.
454
- 455 FEKADU, D.; ABATE, S.; KORE T.; AGZA B.; ASAMINEW G.; SHIFERAW L.
456 Nutrition of tef (*Eragrostis tef*) recipes. *Food science and quality management*, v.45, n.1,
457 p.18-23, 2015.
458
- 459 GHEBREHIWOT, H. M.; SHIMELIS, H. A.; KIRKMAN, K. P.; LAING, M. D.;
460 MABHAUDHI, T. Nutritional and sensory evaluation of injera prepared from tef and

- 461 *Eragrostis curvula* (schrad.) nees. flours with sorghum blends. *Frontiers in plant science*,
462 v.7, n.1059, p.1-8, 2016. DOI: 10.3389/fpls.2016.01059
- 463
- 464 HAGER, A. S.; ARENDT, E. K. Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC),
465 xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb
466 grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, tef and buckwheat. *School*
467 *of food and nutritional sciences*, v.32, n.1, p.195-203, 2013. DOI:
468 10.1016/j.foodhyd.2012.12.021
- 469
- 470 HAGER, A.S.; WOLTER, A.; CZERNY, M.; BEZ, J.; ZANNINI, E.; ARENDT, E.K.;
471 CZERNY, M. Investigation of product quality, sensory profile and ultrastructure of breads
472 made from a range of commercial gluten-free flours compared to their wheat counter parts.
473 *European Food Research and Technology*, v.235, n.2, p.333-344, 2012. DOI:
474 10.1007/s00217-012-1763-2
- 475
- 476 HOFMANOVÁ, T.; HRUSKOVÁ, M.; SVEC, I. Evaluation of wheat/non-traditional flour
477 composites. *Czech Journal of Food Sciences*, v.32, n.3, p.288-295, 2014. DOI:
478 10.17221/311/2013-CJFS
- 479
- 480 HOPMAN, G. D. Gluten intake and gluten-free diet in the Netherlands. Doctoral thesis.
481 *Pediatric gastroenterol nutrition*, v.43, n.1, 102-108, 2008. DOI:
482 10.1080/00365520701714871
- 483
- 484 KETEMA, S. *Tef. Eragrostistef (Zucc.) Trotter*. Promoting the conservation and use of
485 underutilized and neglected crops. *International plant genetic resources institute*, v.12, n.1,
486 p.1-33, 1997. ISBN 92-9043-581-X
- 487
- 488 MOHAMMED, M. I. O.; MUSTAFA, A. I.; OSMAN, G. A. M. Evaluation of wheat
489 breads supplemented with teff (*Eragrostis tef* (zucc.) trotter) grain flour. *Australian Journal*
490 *of Crop Science*, v.3, n.4, p.207-212, 2009.
- 491
- 492 NASCIMENTO, K.; DO NASCIMENTO, D. P. S.; REIS, DE O. I.; REIS, I. P.;
493 AUGUSTA, I. Teff: Suitability for Different Food Applications and as a Raw Material of
494 Gluten-free, a Literature Review. *Journal of Food and Nutrition Research*, v.6, n.2, p.74-
495 81, 2018. DOI: 10.12691/jfnr-6-2-2
- 496
- 497 RIZZELLO, C. G.; MONTEMURRO, M.; GOBBETTI, M. Characterization of the bread
498 made with durum wheat semolina rendered gluten free by sourdough biotechnology in
499 comparison with commercial gluten-free products. *Journal of Food Science*, v.81, n.9,
500 p.H2263-H2272, 2017. DOI: 10.1111/1750-3841.13410
- 501
- 502 RONDA, F.; ABEBE, W.; PÉREZ-QUIRCE, S.; COLLAR, C. Suitability of tef varieties in
503 mixed wheat flour bread matrices: A physico-chemical and nutritional approach. *Journal of*
504 *Cereal Science*, v.64, n.1, p.139-146, 2015. DOI:10.1016/j.jcs.2015.05.009
- 505
- 506 RYBICKA, I. The Handbook of Minerals on a Gluten-Free Diet. *Nutrients*, v.10, n.1683,
507 p.1-8, 2018. DOI: 10.3390/nu10111683.
- 508

- 509 SEGURA, M. E.; ROSELL, C. M. Chemical Composition and Starch Digestibility of
510 Different Gluten-free Breads. *Plant Foods for Human Nutrition*, v.66, n.3, p.224–230,
511 2011. DOI: 10.1007/s11130-011-0244-2.
- 512
513 SHAMSEER, L.; MOHER, D.; CLARKE, M.; GHERSI, D.; LIBERATI, A.;
514 PETTICREW, M.; SHEKELLE, P.; STEWART, L. A. Preferred reporting items for
515 systematic review and meta-analysis protocols (prisma) 2015: Elaboration and
516 explanation. *BMJ*, v.349, p.7647, 2015. DOI: 10.1186/2046-4053-4-1.
- 517
518 SHUMOY, H.; VAN BOCKSTAELE, F.; DEVECIOGLU, D.; RAES, K. Effect of
519 sourdough addition and storage time on in vitro starch digestibility and estimated glycemic
520 index of teff bread. *Food Chemistry*, v.264, p.34–40, 2018. DOI:
521 10.1016/j.foodchem.2018.05.019
- 522
523 SISAY, M. T.; EMIRE, S. A.; RAMASWAMY, H. S.; WORKNEH, T. S. Effect of feed
524 components on quality parameters of wheat–teff–sesame–tomato based extruded products.
525 *Journal of Food Science and Technology*, v.55, n.7, p.2649–2660, 2018. DOI:
526 10.1007/s13197-018-3187-x.
- 527
528 SVEC, I.; HRUSKOVÁ, M.; BABIAKOVÁ, B. Chia and teff as improvers of wheat-barley
529 dough and cookies. *Czech Journal of Food Sciences*, v.35, n.1, p.79–88, 2017. DOI:
530 10.17221/123/2016-CJFS
- 531
532 SVEC, I.; HRUSKOVÁ, M. Effect of chia and teff supplement on dietary fibre content,
533 non-fermented dough and bread characteristics from wheat and wheat-barley flours, *Acta*
534 *Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, v.65, n.2, p.727–736,
535 2017. DOI: 10.11118/actaun201765020727
- 536
537 TESS, M.; BHADURI, S.; GHATAK, R.; NAVDER, K. P. Physical, textural and sensory
538 characteristics of gluten free muffins prepared with teff flour (*Eragrostis tef* (zucc) trotter).
539 *Journal of food process technology*, v.6, n.9, p.2–5, 2015. DOI: 10.4172/2157-
540 7110.1000490
- 541
542 THEETHIRA, T.G.; DENNIS, M. Celiac Disease and the Gluten-Free Diet: Consequences
543 and Recommendations for Improvement. *Digestive Diseases*, v.33, n.2, p.175–182, 2015.
544 DOI: 10.1159/000369504.
- 545
546 TORTORA, R.; CAPONE, P.; DE STEFANO, G.; IMPERATORE, N.; GERBINO, N.;
547 DONETTO, S.; RISPO, A. Metabolic syndrome in patients with coeliac disease on a
548 gluten-free diet. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, v.41, n.4, p.352–359, 2015.
549 DOI: 10.1111/apt.13062.
- 550
551 UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *Food Composition Databases*.
552 United States, 2017. Accessed <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search>
- 553
554 VICI, G.; BELLI, L.; BIONDI, M.; POLZONETTI, V. Gluten free diet and nutrient
555 deficiencies: a review. *Clinical Nutrition*. v.35, n.6, p.1236–1241, 2016. DOI:
556 10.1016/j.clnu.2016.05.002.
- 557

- 558 WOLTER, A.; HAGER, A.; ZANNINI, E.; ARENDT, E. K. In vitro starch digestibility
559 and predicted glycaemic indexes of buckwheat, oat, quinoa, sorghum, teff and commercial
560 gluten-free bread. *Journal of Cereal Science*. v.58, n.3, p.431-436, 2013. DOI:
561 10.1016/j.jcs.2013.09.003
- 562
563 WONDIMU, A.; EMIRE, A. S. Process Parameters Optimization for the Manufacture of
564 Extruded Teff-based Gluten Free Snacks. *Advance Journal of Food Science and*
565 *Technology*, v.11, n.4, p.299–307, 2016. DOI: 10.19026/ajfst.11.2414
- 566
567 WORLD GASTROENTEROLOGY ORGANISATION. *Celiac Disease Global Guidelines*,
568 2016. Acesso em [http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/ceciac-](http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/ceciac-disease-english-2016.pdf)
569 [disease-english-2016.pdf](http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/ceciac-disease-english-2016.pdf).
- 570
571 ZHU, F. Chemical composition and food uses of teff (*Eragrostis tef*). *Food chemistry*.
572 v.239, n.1, p.402-415, 2018. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.06.101
- 573

6 ARTIGO 2

Determinação da capacidade antioxidante, compostos fenólicos, carotenoides e vitaminas em pães elaborados a partir de farinha de tef e associações

Raísa V. Homem¹, Helena de O. Schmidt², Fernanda C. Rockett², Alessandro de O. Rios², Tarso B. L. Kist³, Rochele C. Rossi⁴, Marcelle de Paula Konzen⁵, Viviani R. de Oliveira^{1,6*}.

¹ Programa de Pós-graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde (PPGANS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Rua Ramiro Barcelos, 2400, CEP: 90035-003, Porto Alegre, RS, Brasil.

² Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43.212, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

³ Departamento de Biofísica, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

⁴ Programa de Pós-graduação em Nutrição e Alimentos, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Av. Unisinos, 950, CEP 93022-750, São Leopoldo, RS, Brasil.

⁵ Curso de Engenharia Química, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Av. Unisinos, 950, CEP 93022-750, São Leopoldo, RS, Brasil.

⁶ Departamento de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Rua Ramiro Barcelos, 2400, CEP: 90035-003, Porto Alegre, RS, Brasil.

* Autor correspondente. Toda a correspondência deve ser enviada para o endereço de e-mail: viviani.ruffo@ufrgs.br
Telefone / Fax: +55 51 33085122

Resumo

A tef (*Eragrostis tef*) é um cereal subutilizado no Brasil enquanto é comumente consumido em países como a Etiópia. Sua composição nutricional se destaca, pois, os seus grãos não possuem glúten, além de ter elevado teor de fibras. É um ingrediente alternativo para preparação de alimentos sem glúten, especialmente para pessoas com doença celíaca. O objetivo desse estudo foi avaliar a capacidade antioxidante total, os compostos fenólicos totais, os carotenoides totais, como também a luteína, zeaxantina, criptoxantina, α -caroteno e β -caroteno, as vitaminas do complexo B (tiamina, ácido pantotênico, piridoxina, riboflavina, niacina, biotina e vitamina C), de pães elaborados com farinha de tef e outras farinhas associadas na preparação. A análise da capacidade antioxidante total (CAT) foi realizada pelos métodos ABTS, ORAC, DPPH e FRAP, os compostos fenólicos totais pelo método Folin-Ciocalteau, enquanto os carotenoides, vitaminas do complexo B e vitamina C foram determinados por HPLC. Os pães demonstraram que quanto maiores os teores de farinha de tef utilizadas nas preparações maior a capacidade antioxidante e o teor de fenólicos totais. Quanto ao perfil de carotenoides, os pães elaborados somente com farinha de tef

43 apresentaram o mesmo teor de zeaxantina, criptoxantina e α -caroteno que os pães
44 elaborados com farinha de trigo. As vitaminas tiamina, ácido pantotênico e piridoxina
45 demonstraram estar em maior quantidade nos pães de farinha de tef que aqueles com
46 farinha de trigo. Em pequenos teores a tef já favorece os consumidores em relação ao
47 teor de antioxidante e fenólicos totais, como também os carotenoides zeaxantina,
48 criptoxantina, α -caroteno, e das vitaminas tiamina, ácido pantotênico e piridoxina.

49

50 **Palavras-chave:** *Eragrostis tef*, pães sem glúten, antioxidante, fenólicos, carotenoides,
51 vitaminas.

52

53 **Abstract**

54 Tef (*Eragrostis tef*) is an underused cereal in Brazil while it is commonly consumed in
55 countries such as Ethiopia. Its grains are free of gluten and its nutritional composition
56 also stands out due to the amino acid profile and mineral content. It is an alternative
57 ingredient for gluten-free food preparation, especially for people with celiac disease.
58 The aim of this study is to evaluate the bioactive compounds and vitamins of breads
59 made with tef flour and other associated flours in the preparation. The antioxidant
60 analysis was analyzed by the ABTS, ORAC, DPPH and FRAP methods, the total
61 phenolic compounds by the Folin-Ciocalteu method, while the carotenoids, B vitamins
62 and vitamin C were determined by HPLC. The breads showed nutritional potential, due
63 to the presented results: the higher the tef flour contents used in the preparations the
64 higher the antioxidant capacity and the total phenolic content. Regarding the carotenoid
65 profile, the breads made with tef flour only had the same zeaxanthin, cryptoxanthin and
66 α -carotene content as the breads made with wheat flour. Vitamins thiamine,
67 pantothenic acid and pyridoxine were found to be higher in tef flour breads than those
68 with wheat flour. In small amounts, tef already favors consumers in relation to the
69 antioxidant and total phenolic contents, as well as the carotenoids zeaxanthin,
70 cryptoxanthin, α -carotene, and the vitamins thiamine, pantothenic acid and pyridoxine.

71

72 **Keywords:** *Eragrostis tef*, gluten-free breads, antioxidants, phenolics, carotenoids,
73 vitamins.

74

75

76

77 **Introdução**

78

79 A insegurança alimentar vem crescendo nos últimos anos em nível mundial
80 (FAO, FIDA, UNICEF, PMA e OMS, 2018). Será necessário diversificar as culturas de
81 alimentos como cereais para se potencializar a promoção de uma segurança alimentar
82 sustentável, visto que, o trigo, o arroz e o milho são os alimentos atualmente mais
83 cultivados (CHENG *et al.*, 2017).

84 Devido aos fatores de adaptação do cultivo de tef e a composição nutricional
85 dos seus grãos, viabiliza-se a cultura e a utilização, propondo atender a demanda
86 crescente de segurança alimentar e nutricional (CHENG *et al.*, 2017). Em localizações
87 com condições climáticas adversas e em países em desenvolvimento, a tef é uma opção
88 capaz de atender a essa necessidade (ZHU, 2018).

89 A tef é um vegetal resistente a diversas condições ambientais, seus grãos estão
90 dentre os menores e são utilizados na alimentação Etíope, país onde este cereal é
91 originado, e um dos alimentos mais consumidos nesse local. Esse cereal não contém
92 glúten na sua composição e pode servir como um ingrediente a ser utilizado em
93 preparações alimentares de pessoas com doença celíaca (GEBREMARIAM *et al.*,
94 2012).

95 Os alimentos sem glúten não se equivalem nutricionalmente, quando
96 comparados aos alimentos homólogos com glúten na sua composição (CALVO-
97 LERMA *et al.*, 2019). Devido à oferta de poucos alimentos sem glúten, a adaptação da
98 dieta dos celíacos culmina na inserção de alimentos com maior valor energético, maior
99 gordura total, saturada e hidrogenada, maior índice glicêmico e carga glicêmica da
100 refeição, além de menor teor de proteínas, fibras, vitaminas, minerais como zinco,
101 cálcio, magnésio e do ferro; consequentemente acarretando uma alimentação com
102 qualidade nutricional inferior quando comparada com a alimentação com glúten (VICI
103 *et al.*, 2016; MUHAMMAD *et al.*, 2019). Além disso, destaca-se que a baixa
104 disponibilidade desses alimentos impacta na adesão alimentar de celíacos (HANCI e
105 JEANES, 2019)

106 Os grãos de tef foram avaliados por Goersch *et al.* (2019) que observaram
107 teores de todos os aminoácidos essenciais, com exclusão do triptofano. Segundo o
108 banco de dados da USDA (2017) foi observado ainda que os grãos de tef apresentam
109 niacina, piridoxina, tiamina, riboflavina, filoquinona, retinol e α -tocoferol. Zhu (2018)
110 também observou teor elevado de fibras, principalmente insolúveis nos grãos de tef.

111 Goersch *et al.* (2019) também demonstraram a presença de ácidos graxos
112 insaturados do tipo linoleico e oleico em teores expressivos. Além disso, observaram
113 que o extrato da farinha dos grãos de tef possui efeitos quimiopreventivos devido à
114 capacidade de auxiliar as reparações de mutações gênicas, sugerindo a possibilidade de
115 haver um mecanismo de inativação das espécies reativas de oxigênio (EROs) pela
116 atividade antioxidante. Niro *et al.* (2019) afirmam que os cereais menores, como a tef, e
117 pseudocereais são uma fonte importante de compostos bioativos e tendo em vista essa
118 característica, as preparações alimentares realizadas com a mistura combinada destas
119 farinhas é capaz de proporcionar melhor qualidade nutricional nos alimentos sem glúten
120 à base de cereais. Woldemariam (2019) afirmou que é observado grande quantidade de
121 compostos bioativos e fibras na farinha de tef. Entre os compostos bioativos, destaca-se
122 os antioxidantes, do qual tem como ação direta na redução da oxidação, inibindo
123 radicais livres (DUARTE-ALMEIDA *et al.*, 2006).

124 Devido ao reduzido retorno financeiro em escala mundial, espécies
125 subutilizadas como a tef possuem pesquisas e comercialização escassas, tornando esse
126 cereal pouco conhecido para consumo (CHENG *et al.*, 2017). Além disso, possibilitar a
127 inserção de uma nova alternativa alimentar com melhor qualidade nutricional seria
128 promissor, principalmente para os celíacos ou pessoas com sensibilidade ao glúten, as
129 quais muitas vezes enfrentam dificuldade para atingir a recomendação nutricional da
130 dieta pelas limitações de uma alimentação sem glúten (LARRETXI *et al.*, 2018;
131 MARTIN *et al.*, 2013).

132 Sendo assim, o objetivo deste estudo foi determinar a capacidade antioxidante
133 total (CAT) por diferentes métodos, os compostos fenólicos totais (CFT), carotenoides
134 e vitaminas em pães elaborados a partir de farinha de tef e associações.

135

136

137 **Material e Métodos**

138

139 **Formulação e elaboração dos pães**

140 Trata-se de um estudo experimental, no qual os pães foram elaborados no
141 Laboratório de Técnica Dietética do curso de Nutrição da Faculdade de Medicina –
142 FAMED – da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

143 A tef foi proveniente do produtor da fazenda de El Campo, no município de
144 Pedro Juan Caballero, Paraguay (22 19' 54.41"S, 55 52' 22.35"W, 662 m acima do

145 nível do mar) e, os demais ingredientes utilizados nos pães foram adquiridos no
146 comércio local de Porto Alegre/RS.

147 Os grãos de tef marrom foram secos por 12 horas à 60 °C, posteriormente foram
148 moídos em moedor (marca Cadence®, modelo MDR302-127) e peneirados em
149 granulométrica de abertura de 35 Tyler/Mesh (0.425 mm) até atingir a espessura de
150 farinha.

151 Após a realização de testes preliminares, as quatro formulações que obtiveram
152 maior potencial em estudos precedentes, foram selecionadas e analisadas neste estudo e
153 estão descritas na tabela 1:

154

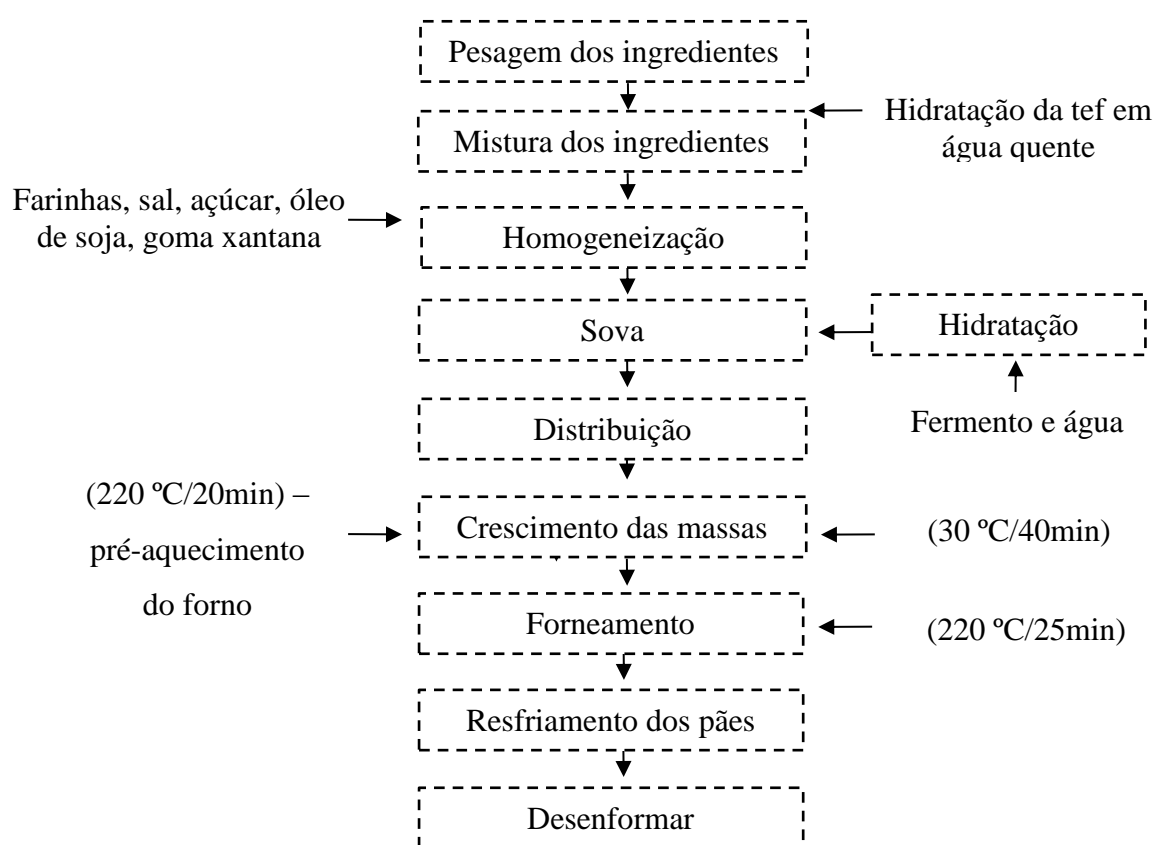
155 **Tabela 1** – Ingredientes adicionados nas formulações dos pães de forma com e sem tef
156 e as suas quantidades.

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

157

158 A balança digital analítica de 0,01 g (marca Unibloc - Brand Shimadzu® -
159 modelo UX-6200H) foi utilizada na pesagem de todos os ingredientes. Sendo que a
160 água foi adicionada em duas etapas diferentes, uma para hidratar a tef e em outra etapa
161 para hidratação da massa. Conforme o estudo de Sadik *et al.*,(2012), a hidratação da tef
162 deu-se em temperatura da água à 50°C, que descreveram que nesta temperatura ocorre
163 maior hidratação dos grãos de tef. Sendo assim, cada tratamento recebeu distintas
164 quantidades de água.

165 Para elaboração das massas, o método direto de fermentação foi empregado.
 166 Posteriormente, o forno foi pré-aquecido por 20 minutos por 220 °C e os pães assados
 167 por 25 minutos sob 220°C em um fogão convencional Dako®. Até o momento das
 168 análises, todas as amostras foram embaladas em sacos vedados sob vácuo e
 169 armazenadas congeladas em freezer ($\cong -18$ °C). A elaboração dos pães seguiu o
 170 fluxograma apresentado na Figura 1, adaptado de César *et al.* (2006).



189 **Figura 1** – Fluxograma do processo de produção do pão.

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

191

192 Análises químicas

193

194 As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Compostos Bioativos
 195 do Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos (ICTA) da Universidade Federal do
 196 Rio Grande do Sul (UFRGS) e no Laboratório de Nutracêuticos e Alimentos Funcionais
 197 do Instituto de Tecnologia de Alimentos para Saúde (ITT NUTRIFOR) da Universidade
 198 do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

199

200 Capacidade antioxidante

201 A capacidade antioxidante total foi determinada posteriormente ao
202 descongelamento realizado em temperatura ambiente, em triplicata pela captura do
203 radical livre ABTS, sob um ambiente escuro a fim de evitar a oxidação, conforme a
204 metodologia de Rufino *et al.* (2007). Segundo Kuskoski *et al.* (2005), o método ABTS é
205 baseado na captura do radical 2,2' – azinobis (3-etilbenzotiazolína-6-ácidosulfônico)
206 podendo ser por uma reação enzimática, eletroquímica ou ainda química; a partir dessa
207 captura é possível medir os compostos lipofílicos e hidrofílicos. Após o preparo do
208 radical ABTS (realizada por até 16 horas anteriores a análise, protegida da luz) e da
209 solução padrão de Trolox foi estabelecida a curva padrão e calculado a equação da reta.

210 Em 1 g de amostra foi adicionado o metanol 50% e homogeneizado em ultra-
211 turrax (marca Ika®, modelo T25). Esse extrato foi deixado em um período de repouso
212 em ambiente escuro por 60 minutos em temperatura ambiente. Após, o extrato foi
213 centrifugado (marca Hitachi®, modelo CR 21 GIII-Himac) por 25.400 giros por 15
214 minutos e o sobrenadante transferido para um balão âmbar. Em seguida, com o resíduo
215 da primeira extração foram realizados os mesmos processos alterando a utilização do
216 metanol por acetona 70% e o sobrenadante transferido para o balão adicionado ao
217 primeiro extrato, conforme a metodologia de Rufino *et al.* (2007). Em tubos de ensaio
218 três diluições distintas do extrato, em triplicata e 1 mL do radical ABTS foram
219 adicionadas. As amostras adquiriram a coloração azul esverdeada, foram tampadas com
220 parafilme e homogeneizadas com a utilização de agitador. Após 6 minutos os extratos
221 foram levados ao espectrofotômetro (marca Shimadzu®, modelo UV-1800)
222 previamente calibrado (em branco com etanol), e tiveram os valores de absorbância
223 determinados em comprimento de onda (λ) de 734 nm.

224 Com a equação da curva padrão, foi substituído pela absorbância no valor
225 correspondente a 1000 μM do padrão Trolox. Sendo assim, foram expressos todos os
226 resultados em $\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ equivalentes de Trolox. As amostras com percentual de inibição
227 fora da faixa de 20 a 80% da absorbância foram refeitas.

228 O Segundo método utilizado para avaliação da capacidade antioxidante dos pães
229 por *Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC)* descrita por AOAC (OU *et al.*,
230 2013), caracterizado como espectroscopia por fluorescência. É uma técnica com elevada
231 sensibilidade na qual as proteínas, proteínas B-ficoeritrina e R-ficoeritrina que possuem
232 propriedade fluorescente servem como indicadores na reação com o radical com o

233 peroxil, gerando um novo indicador não fluorescente e determinada a partir da curva
234 padrão gerada em espectrofotômetro com o cálculo da diferença da área do branco e isso
235 indica uma inibição da oxidação, gerada pelo radical peroxil (DAVID *et al.*, 2010).

236 A capacidade antioxidante determinada por DPPH (do inglês, *2,2-Diphenyl-1-*
237 *picrylhydrazyl*) conforme a metodologia de Brand-Williams (1995) e FRAP (do inglês,
238 *Ferric Reducing Antioxidant Power*) seguindo o método descrito por Benzie e Strain
239 (1996).

240

241 **Compostos fenólicos**

242 A análise dos compostos fenólicos foi determinada em triplicata, sob um
243 ambiente escuro, pelo método de Folin-Ciocalteu, seguindo a metodologia de López *et*
244 *al.* (2001) e Singleton e Esau (1969). O extrato foi preparado com 5g de amostra,
245 homogeneizado em ultra-turrax (marca IKA®, modelo T25 digital 1/min 1000),
246 centrifugado à 4 °C, em 2500 giros por 20 minutos. Após, a curva padrão com a
247 equação da reta, foi determinada com a utilização de ácido gálico e reagente de Folin-
248 Ciocalteu 1N (Sigma-Aldrich Chemical®, St. Louis, EUA). Em tubos de ensaio o
249 extrato foi adicionado à água destilada e ao reagente de Folin-Ciocalteu 1N, depois de
250 3 minutos, foi adicionado o carbonato de sódio e reservado por 2 horas. A determinação
251 da absorbância foi realizada em espectrofotômetro (Schimadzu UV – 1800 Å – °C) e
252 expressos em g/g com comprimento de onda (λ) de 765 nm. Para o cálculo os
253 resultados de absorbância foram substituídos na equação da reta.

254

255 **Carotenóides**

256 Os carotenoides foram extraídos e determinados conforme a metodologia de
257 Rodriguez-Amaya (2001), na qual os extratos foram adicionados a acetona e
258 homogeneizados em ultra-turrax, separados com éter (de petróleo e etílico) saponificado
259 com hidróxido de potássio por 12 horas e em seguida levados ao rotaevaporador (marca
260 Quimis®, modelo Q334.2) para remoção dos solventes voláteis e com nitrogênio foram
261 secos, reservados abaixo de 18 °C em tubos de coloração âmbar. Após, os extratos
262 foram diluídos em MTBE (éter terc-metil-butílico), desgaseificados por 15 minutos em
263 banho ultrassônico (marca Unique®, modelo USC 1400 A) e levados ao filtro (marca
264 Millex®, modelo LCR 0,45 μ m, 13 mm) onde foram filtrados com auxílio de seringa
265 para dentro do vial. No cromatógrafo (marca Agilent®, modelo 1100) os vials foram
266 injetados.

267 As condições do cromatógrafo foram: coluna de fase reversa C30 polimérica
268 (marca YMC®, modelo CT99SO3-2546WT), com fase móvel de fracionamento de
269 água:metanol:MTBE de 5:90:5 respectivamente, com uma taxa de fluxo de 1 mL/min⁻¹.
270 O cromatógrafo foi equipado com detector UV-Visível e sistema de solvente
271 quaternário. Os cromatogramas foram transformados em um comprimento de onda (λ)
272 de 450 nm. Os resultados foram determinados a partir da comparação entre os padrões
273 estabelecidos com o tempo de retenção das áreas dos extratos submetidos a iguais
274 condições cromatográficas.

275

276 **Vitaminas**

277 As vitaminas do complexo B analisadas foram: Tiamina, Riboflavina, Niacina,
278 Ácido Pantotênico, Piridoxina e Biotina. Seguiu-se a metodologia de Moreschi (2006).
279 Após o preparo das amostras (1 g) com diluição, banho-maria por 30 minutos em
280 temperatura de 100°C, ajuste do pH para 4,0 a 4,5, reação enzimática com a enzima
281 Taka-Diastase e novamente levado ao banho-maria por 4 horas e 47 °C e filtradas em
282 papel plissado. Após levados para os frascos âmbar e realizada a cromatografia sob as
283 seguintes condições: Coluna C18, fase móvel com tampão fosfato de sódio e
284 acetonitrila, 85:15 respectivamente. Tampão de fosfato de sódio monobásico (6,9 g) e
285 água Milli-Q e ácido ortofosfórico 85% quando necessário a realização de ajustes no
286 pH. Fluxo de 0,6mL/min⁻¹ à temperatura de 17 °C. Injeção de 20 μ L, absorção em 209
287 nm e equipado com solvente quaternário e com detector UV-Visível.

288 Os teores de vitamina C foram determinados seguindo a metodologia de Rosa *et*
289 *al.* (2007). As amostras foram homogeneizadas por 1 minuto com ácido sulfúrico em
290 Ultra-Turrax (marca IKA®, modelo T25 digital), centrifugadas (marca Hitach®, modelo
291 CR21 GIII- HIMAC), filtradas e determinadas por análise no HPLC.

292 No cromatógrafo (marca Agilent®, modelo 1100) utilizou-se a coluna C18, fase
293 móvel com ácido sulfúrico 0,05 M e fluxo de 1,0 mL.min⁻¹. Comprimento de onda (λ)
294 de 254 nm e injeção com volume de 10 μ L. Posteriormente os resultados obtidos dos
295 carotenoides, das vitaminas do complexo B e da vitamina C foram quantificados a partir
296 da comparação com a curva padrão já estabelecida e analisada nas condições
297 correspondentes.

298

299 **Análise estatística**

300 Os resultados foram avaliados estatisticamente por análise de variância
301 ANOVA. Em seguida foi aplicado o teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro
302 ($p \leq 0,05$) para comparação de médias. Foi utilizado o software estatístico SPSS Statistics
303 na versão 21.0 (IBM, 2012).

304

305 **Resultados e discussão**

306

307 **Capacidade antioxidante**

308 Na análise da capacidade antioxidante pela metodologia ABTS, o tratamento T2
309 - 100% de farinha de tef apresentou maior capacidade antioxidante total (28,0
310 $\mu\text{Mol/gdw}$), apresentando diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) em relação a todos
311 os outros tratamentos (Tabela 2). No tratamento T3 - 75% de farinha de tef, apresentou
312 capacidade antioxidante de 18,7 $\mu\text{Mol/gdw}$, resultado inferior a T2. Não foi observado
313 diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre T1 (9,6 $\mu\text{Mol/gdw}$) e T4 (9,5
314 $\mu\text{Mol/gdw}$), sendo estes os tratamentos com menor capacidade antioxidante entre as
315 formulações avaliadas.

316 Quanto a capacidade antioxidante pelo método ORAC (tabela 2), o tratamento
317 que demonstrou menor capacidade antioxidante foi o tratamento 3 (0,42 M ET/g),
318 enquanto que o que apresentou maior capacidade antioxidante foi o tratamento 1 (0,75
319 M ET/g), seguido do tratamento 2 (0,54 M ET/g) e do tratamento 4 (0,48 M ET/g),
320 todos apresentando diferença estatística significativa entre si ($p \leq 0,05$).

321 No método DPPH, os tratamentos T2 (8,9 $\mu\text{mol ET/g m.s.}$), T3 (8,2 $\mu\text{mol ET/g}$
322 m.s.) e T4 (8,3 $\mu\text{mol ET/g m.s.}$) não apresentaram diferença estatística significativa
323 entre si. Enquanto que no método FRAP o tratamento 3 (79,0 $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g m.s.}$)
324 demonstrou maior capacidade antioxidante, seguido do tratamento 2 (72,2 μmol
325 $\text{FeSO}_4/\text{g m.s.}$) e do tratamento 4 (54,6 $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g m.s.}$). Todos os tratamentos
326 apresentaram diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre si.

327 O tratamento 1 foi aquele que apresentou menor capacidade antioxidante para os
328 diferentes métodos ABTS, DPPH e FRAP (9,6 $\mu\text{Mol/gdw}$; 5,7 $\mu\text{mol ET/g m.s.}$ e 36,1
329 $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g m.s.}$, respectivamente).

330 Esses resultados de ABTS diferem dos encontrado por Ronda *et al.* (2015), mas
331 que apenas elaboraram pães de trigo com substituição por até 40% de farinha de tef e
332 observaram o aumento do teor antioxidante e flavonoides quando comparado ao pão de
333 trigo sem tef, enquanto no atual estudo 50% de farinha de tef (T4) foi a formulação que

334 apresentou capacidade antioxidante similar ao pão de trigo, enquanto 75% e 100% de
335 farinha de tef demonstraram maior capacidade antioxidante do que o pão de trigo.

336 Os resultados de Sisay *et al.* (2018) corroboraram com o presente estudo,
337 quando demonstraram que o maior teor antioxidante em alimentos extrusados também
338 foi proveniente da farinha de tef. No seu estudo os autores distribuíram em percentuais:
339 farinha de trigo (38 a 100%), farinha de tef (0 a 35%), concentrado proteico de gergelim
340 (0 a 25%) e tomate em pó (0 a 5%). A amostra com 100% de farinha de trigo
341 demonstrou menor teor antioxidante.

342

343 **Compostos fenólicos**

344 Quanto aos compostos fenólicos, observou-se diferença estatística significativa
345 ($p \leq 0,05$) apenas entre T2 (49,8 g/g) e o tratamento T4 (30,7 g/g), o qual apresentou o
346 menor teor de compostos fenólicos. Esses resultados estão apresentados na Tabela 2.

347 Segundo Wang, He e Chen (2014) a maior parte do teor antioxidante de cereais
348 é derivado dos compostos fenólicos e apesar da redução do tamanho de partículas, como
349 no caso da moagem aumentar a acessibilidade, devido à quebra das estruturas das
350 matrizes, as altas temperaturas de cozimento também podem afetar os compostos
351 fenólicos, positivamente, aumentando a polimerização ou, negativamente, reduzindo o
352 teor devido à instabilidade ao calor, porém esses mesmos autores não definiram a
353 temperatura. Sendo assim, nesse estudo a temperatura de forneamento dos pães pode ter
354 acarretado alterações na capacidade antioxidante e no teor de compostos fenólicos, o
355 que sugere que se a utilização de tef tivesse sido em preparações com menor
356 temperatura do que a de forneamento, esse desempenho poderia ter sido ainda melhor.

357 Foi observado em grãos de tef, por Gebremariam *et al.* (2012) que o ácido
358 ferúlico é o composto fenólico em maior teor, outros compostos fenólicos também
359 presentes são o ácido vanílico, cumarico e cinâmicos, entre outros. Para os autores,
360 Kotásková *et al.* (2015) os principais compostos fenólicos da tef são ácidos trans-p-
361 cumarico, protocatecuico, quercetina, catequina, ferúlico e gálico.

362 Boka *et al.* (2013) mencionam em seu estudo que ocorre uma redução do teor
363 total de antioxidantes no processamento da farinha de tef em injera (panqueca etíope),
364 de forma parcial ou completa enquanto a farinha de tef crua apresenta maior teor
365 antioxidante. O mesmo pode ter ocorrido no presente estudo, devido as condições de
366 processamento.

367 Conforme Rico *et al.* (2019) quanto mais farinha de tef adicionada em biscoitos
 368 crackers, maior a capacidade antioxidante proporcionalmente. Forsido *et al.* (2013)
 369 demonstraram que devido ao perfil nutricional e a sua capacidade antioxidante, a tef é
 370 considerada uma possibilidade como ingrediente em preparações de alimentos
 371 saudáveis; além disso, os autores afirmam também que é necessário identificar os
 372 compostos fenólicos visto que estes contribuem para a alta capacidade antioxidante.

373 De acordo com Abdel-Aal *et al.* (2001) ácidos fenólicos formam uma ligação
 374 cruzada com as paredes celulares e esta se torna uma barreira física contra insetos e
 375 microrganismos, isso pode explicar à alta resistência dos grãos de tef as pragas.

376

377 **Tabela 2** – Capacidade antioxidante total determinada pelos métodos ABTS,
 378 ORAC, DPPH e FRAP e compostos fenólicos totais dos tratamentos elaborados com
 379 farinha de trigo, farinha de tef e associações.

Parâmetros	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Capacidade antioxidante total por ABTS (µMol/gdw)	9,6±0,07 ^c	28,0±2,94 ^a	18,7±2,34 ^b	9,5±0,12 ^c
Capacidade antioxidante total por ORAC (MET/g)	0,75 ±0,03 ^a	0,54 ±0,02 ^b	0,42 ± 0,01 ^d	0,48 ± 0,01 ^c
Capacidade antioxidante total por DPPH (µmol ET/g m.s.)	5,7 ±0,14 ^b	8,9 ±0,90 ^a	8,2 ±0,14 ^a	8,3 ±0,08 ^a
Capacidade antioxidante total por FRAP (µmol FeSO4/g m.s.)	36,1 ±0,37 ^d	72,2 ±1,84 ^b	79,0 ±2,16 ^a	54,6 ±0,89 ^c
Compostos fenólicos totais (g/g)	38,7±6,1 ^{ab}	49,8±7,0 ^a	39,0±4,5 ^{ab}	30,7±1,4 ^b

380 Resultados são médias de três determinações mais ou menos o desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na
 381 horizontal não apresentam diferença estatística significativa (p>0,05).

382 T1: Pão padrão – farinha de trigo;

383 T2: Pão de farinha de tef (100%);

384 T3: Pão de farinha de tef (75%) + fécula de mandioca (12,5%) + farinha de arroz (12,5%);

385 T4: Pão de farinha de tef (50%) + fécula de mandioca (25%) + farinha de arroz (25%).

386

387 Carotenóides

388 Para os resultados de carotenoides, conforme apresentado na tabela 3, a luteína,
 389 o β-caroteno e os carotenoides totais demonstraram diferença estatística significativa
 390 (p≤0,05) para T1 (0,05 µg/g, 0,20 µg/g e 0,33 µg/g, respectivamente) com teores
 391 superiores ao T2, o qual foi elaborado com 100% farinha de tef (0,04 µg/g, 0,17 µg/g,
 392 0,28 µg/g respectivamente). Os tratamentos T3 e T4 não apresentaram valores
 393 suficientes para serem detectados (Nd) pelo método utilizado no presente estudo.

394 Quanto à zeaxantina, criptoxantina e ao α-caroteno não apresentaram diferença
 395 estatística significativa entre si (p>0,05), sendo que T1 apresentou 0,01 µg/g, 0,01 µg/g

396 e 0,07 µg/g, respectivamente, ainda assim, T2 demonstrou os teores de 0,02 µg/g, 0,01
397 µg/g e 0,04 µg/g, respectivamente.

398 Conforme Niro *et al.* (2019), os principais compostos carotenoides dos grãos
399 sem glúten são luteína e zeaxantina, fato este que contraria o achado no presente estudo
400 que demonstrou maior teor de luteína no pão de trigo.

401 Os tratamentos dos quais houveram compostos não detectados (Nd) podem ser
402 atribuídos ao fato constatado no estudo de Niro *et al.* (2019) também, que afirmam que
403 a análise de HPLC de carotenoides é complexa devido aos dados disponíveis serem
404 escassos e são encontrados por diferentes métodos. Além disso, o genótipo e a
405 localização são capazes de alterar os pigmentos, conforme afirmam os mesmos autores.
406 Ou ainda, pode ter possivelmente ocorrido pela escuridão da casca do grão, visto que
407 esta característica é correlacionada diretamente a maiores teores de carotenoides,
408 conforme citam Tang *et al.* (2015).

409 Van Het Hof *et al.* (2000) avaliaram a biodisponibilidade, e observaram que em
410 vegetais, os carotenoides têm maior biodisponibilidade a partir da homogeneização
411 mecânica ou tratamento térmico.

412

413 **Tabela 3** – Média e desvio padrão de luteína (µg/g), zeaxantina, criptoxantina, α-
414 caroteno, β- caroteno (µg/g) e carotenoides totais dos tratamentos elaborados com
415 farinha de trigo, farinha de tef e associações.

Parâmetros µg/g	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Luteína	0,05±0,006 ^a	0,04±0,002 ^b	Nd	Nd
Zeaxantina	0,01±0,005 ^a	0,02±0,001 ^a	Nd	Nd
Criptoxantina	0,01±0,0006 ^a	0,01±0,0005 ^a	Nd	Nd
α- caroteno	0,07±0,02 ^a	0,04±0,002 ^a	Nd	Nd
β- caroteno	0,20±0,02 ^a	0,17±0,004 ^b	Nd	Nd
Carotenoides totais µg/g	0,33±0,005 ^a	0,28±0,008 ^b	Nd	Nd

416 Os resultados dos carotenoides são expressos em µg/g. Resultados são médias de três determinações mais ou menos o
417 desvio padrão (DV). Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não apresentam diferença estatística
418 significativa (p>0,05). Nd: não detectado

419 T1: Pão padrão – farinha de trigo;

420 T2: Pão de farinha de tef (100%);

421 T3: Pão de farinha de tef (75%) + fécula de mandioca (12,5%) + farinha de arroz (12,5%);

422 T4: Pão de farinha de tef (50%) + fécula de mandioca (25%) + farinha de arroz (25%).

423

424 Vitaminas

425 De acordo com a Tabela 4, a vitamina tiamina apresentou-se em maior teor no
426 tratamento T2 (0,036 mg/100 g) com diferença estatística significativa (p≤0,05) para os

demais tratamentos, seguido de T1 (0,014 mg/100 g), T4 (0,015 mg/100 g), sendo o menor teor de tiamina observado no T3 (0,011 mg/100 g).

Niro *et al.* (2019) observaram que o grão de tef possui alta teor de tiamina, correspondendo aos achados do presente estudo, no qual observou-se maior teor de tiamina no tratamento com 100% farinha de tef (T2) que os demais tratamentos. Esta relação distinta de tiamina pode apresentar-se diferente pelo fato de ser uma análise no grão *in natura*, enquanto o presente estudo foi conduzido em pães com farinha de tef.

Em relação ao ácido pantotênico observou-se apenas diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre T2 (0,5 mg/100 g), tratamento elaborado com 100% de tef e o T1, tratamento elaborado com 100% farinha de trigo. T3 e T4, ambos com 0,4 mg/100 g, não apresentaram diferença estatística significativa entre si. Todos esses resultados estão apresentados na tabela 4.

Os tratamentos T2 e T4 se destacaram nos teores de piridoxina, ambos com 4,8 mg/100 g, com diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) para T1 (3,2 mg/100 g) e T3 (3,7 mg/100 g) que apresentaram teores reduzidos de piridoxina em relação aos demais.

As vitaminas riboflavina, niacina, biotina e C não foram detectadas (Nd) pelo método utilizado nesse estudo, possivelmente estavam em teores muito abaixo da capacidade de detecção.

445

Tabela 4 – Média e desvio padrão das vitaminas tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantotênico, piridoxina, biotina (mg/100g) e vitamina C (mg/g) dos tratamentos elaborados com farinha de trigo, farinha de tef e associações.

Vitaminas mg/100g	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Tiamina – B1	0,014±0,0006 ^b	0,036±0,0025 ^a	0,011±0,0008 ^c	0,015±0,0002 ^b
Ácido Pantotênico – B5	0,3±0,039 ^b	0,5±0,060 ^a	0,4±0,017 ^{ab}	0,4±0,041 ^{ab}
Piridoxina – B6	3,2±0,12 ^b	4,8±0,23 ^a	3,7±0,08 ^b	4,8±0,47 ^a
Riboflavina - B2	Nd	Nd	Nd	Nd
Niacina – B3	Nd	Nd	Nd	Nd
Biotina – B7	Nd	Nd	Nd	Nd
Vitamina C (mg/g)	Nd	Nd	Nd	Nd

Resultados são médias de três determinações mais ou menos o desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não apresentam diferença estatística significativa ($p > 0,05$).

Nd: não detectado

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%).

453

454

455 Segundo Niro *et al.* (2019) o grão de tef é uma fonte pequena quantidade de
456 riboflavina, este resultado é correspondente ao encontrado no presente estudo, visto que,
457 a riboflavina não foi detectada.

458 Segundo a tabela de composição da *United States Department of Agriculture* –
459 USDA (2017) encontram-se em grande quantidade no grão de tef (*Eragrostis tef*
460 (*Zuccagni*) Trotter), as vitaminas tiamina, piridoxina, riboflavina, niacina, fato este
461 contrário ao encontrado no presente estudo em relação às vitaminas riboflavina e
462 niacina. De acordo com o estudo de Niro *et al.* (2019), a composição determinada pela
463 *United States Department of Agriculture* - USDA, (2017) também é referente aos grãos
464 de tef, sendo assim, uma possível alteração devido ao grau de processamento, grão de
465 tef *in natura* em relação à farinha de tef em uma preparação.

466 Na fabricação de farinhas o seu processamento serve como exemplo, visto que
467 após o processamento o grão refinado perde 90% das vitaminas e minerais (OGHBAEI
468 e PRAKASH, 2016). Na farinha de tef foram observados os teores das vitaminas B1
469 muito elevados na avaliação dos autores Rybicka e Gliszczynska-Swiglo, (2017), em
470 relação às farinhas de milho, trigo sarraceno, farinha de arroz, demonstrando atingir
471 54% da RDA - *Recommended Dietary Allowances* (0,60mg/100g), para B2 atingiu
472 valores médios, atingindo 12% da RDA (0,13 mg/100 g), para a vitamina B3 valor
473 médio de 23% da RDA (3,24% mg/100 g) e B6 baixo teor <10% da RDA (0,12 mg/100
474 g). Sendo assim, para os autores, a farinha de tef é boa fonte de vitaminas do complexo
475 B do que as farinhas de milho, farinha de arroz e algumas farinhas com glúten.

476 Tais achados em relação às vitaminas, de Rybicka e Gliszczynska-Swiglo,
477 (2017), correspondem ao resultado encontrado neste estudo, pois a vitamina B1
478 apresenta em maior teor no tratamento com 100% de tef (0,036 mg/100 g). Para os
479 demais resultados observam-se resultados distintos: B2 e B3 não foram detectados (Nd)
480 em nenhum tratamento, já a vitamina B6 apresentou maior teor no tratamento com
481 100% de tef (4,8mg/100g) que no tratamento com farinha de trigo.

482 Zhu (2018) destacou que essa divergência de valores de vitaminas pode ser
483 referida as técnicas analíticas distintas e aos genótipos de tef utilizados.

484 Outro estudo de *National Research Council* (1996), afirmou que a tef possui
485 níveis elevados das vitaminas tiamina, riboflavina, niacina, vitamina C, e retinol. Estes
486 achados contrariaram o presente estudo, com exceção da tiamina e piridoxina.

487

488 **Conclusão**

489

490 Em relação aos pães elaborados com farinha de tef e associações pode-se
491 concluir que quanto maior a quantidade de farinha de tef nos pães, maior a capacidade
492 antioxidante por ABTS. Os métodos DPPH e FRAP demonstraram que a capacidade
493 antioxidante nos pães de farinha de tef apresentaram maior teor do que aqueles com
494 farinha de trigo. No método ORAC o resultado foi distinto, quanto maior a quantidade
495 de farinha de tef, maior os compostos fenólicos, tiamina, ácido pantotênico e piridoxina.

496 Os pães elaborados com farinha de trigo apresentaram menor capacidade
497 antioxidante por meio de diferentes métodos ABTS, DPPH e FRAP.

498 Os pães elaborados com farinha de trigo apresentaram maior teor de luteína, β -
499 caroteno e carotenoides totais. Enquanto os pães elaborados com 100% de farinha de tef
500 apresentaram o mesmo teor de zeaxantina, criptoxantina e α -caroteno do que pães
501 elaborados com farinha de trigo.

502 Destaca-se que essas características podem favorecer preparações alimentares
503 nutricionalmente promissoras, e, independente da tef ser utilizada em pequenas
504 quantidades, já é capaz de favorecer os consumidores, especialmente beneficiar os
505 consumidores celíacos. A tef é um cereal com potencial para ser explorado em outras
506 preparações.

507 Proporcionar a inserção de novos alimentos com mais compostos bioativos,
508 além de incrementar a oferta de alimentos sem glúten, como a tef em preparações
509 alimentares e como as preparações de pães elaborados nesse estudo, podem viabilizar,
510 dessa maneira, mais possibilidades alimentares pela população celíaca e
511 consequentemente um impacto positivo na saúde desses indivíduos. Como também
512 possibilitar que nutricionistas e profissionais da saúde conheçam a composição da tef,
513 em especial os compostos bioativos.

514

515 **Agradecimentos**

516 Os autores agradecem a Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo suporte a
517 pesquisa.

518

519 **Conflito de interesse**

520 Nenhum.

521

522 **Referências**

- 523
524 ABDEL-AAL, E. S. M.; HUCL, P.; SOSULSKI, F. W.; GRAF, R.; GILLOTT, C.;
525 PIETRZAK, L. Screening Spring Wheat for Midge Resistance in Relation to Ferulic
526 Acid Content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.8, p.3559–3566,
527 2001.
528
- 529 AOAC INTERNATIONAL Methods Committee Guidelines for Validation of
530 Biological Threat Agent Methods and/or Procedures. **Official Methods of Analysis**,
531 19th Ed., Appendix I, Calculation of CPOD and dCPOD Values from Qualitative
532 Method Collaborative Study Data, AOAC, 2012.
533
- 534 BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. Antioxidant the Ferric Reducing Ability of Plasma
535 (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay, **Analytical**
536 **Biochemistry**. v.239, p.70–76, 1996.
537
- 538 BOKA, B.; WOLDEGIORGIS, A. Z.; HAKI, G. D. Antioxidant Properties of Ethiopian
539 Traditional Bread (Injera) as Affected by Processing Techniques and Tef Grain
540 (*Eragrostis tef* (Zucc.)) Varieties. **Canadian Chemical Transactions**. v.1, n.1, p.7-24,
541 2013.
542
- 543 BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical
544 method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Sci. and Tech.**, 1995.
545
- 546 CALVO-LERMA, J.; CRESPO-ESCOBAR, P.; MARTÍNEZ-BARONA, S.; FORNÉS-
547 FERRER, V.; DONAT, E.; RIBES-KONINCKX, C. Differences in the macronutrient
548 and dietary fibre profile of gluten-free products as compared to their gluten-containing
549 counterparts. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.73, n.6, p.930-936, 2019.
550
- 551 CÉSAR, A. S.; GOMES, J. C.; STALIANO, C. D.; FANNI, M. L.; BORGES, M. C.
552 Elaboração de pão sem glúten. **Ceres**, v.53, n.306, p.150-155, 2006.
553
- 554 CHENG, A.; MAYES, S.; DALLE, L.; DEMISSEW, S. MASSAWE, F. Diversifying
555 crops for food and nutrition security - a case of teff. **Biological reviews of the**
556 **Cambridge philosophical society**. v.92, n.1, p.188-198, 2017.
557
- 558 DAVID, C. Q. A. J. M.; DAVID, J. P.; BAHIA, M. V.; AGUIAR, R. M. Revisão
559 Métodos para determinação de atividade antioxidante *in vitro* em substratos orgânicos.
560 **Quím. Nova**, v.33, n.10, p.2202-2210, 2010.
561
- 562 DUARTE-ALMEIDA, J. M.; SANTOS, R. J.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M.
563 Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoleico e
564 método de sequestro de radicais DPPH. **Ciênc Tecnol Aliment**. Campinas. v.26, n.2,
565 p.446-452, 2006.
566
- 567 FAO; FIDA; UNICEF; PMA; OMS. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición
568 en el mundo. **Fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad**
569 **alimentaria y la nutrición**. FAO, Roma, 2018.
570

- 571 FORSIDO, S. K.; RUPASINGHE, H. P. V.; ASTATKIE, T. Antioxidant capacity, total
572 phenolics and nutritional content in selected ethiopian staple food ingredients. **Int J**
573 **Food Sci Nutr**; v.64, n.8, p.915–920, 2013.
574
- 575 GEBREMARIAM, M. M.; ZARNKOW, M.; BECKER, T. Teff (*Eragrostis tef*) as a
576 raw material for malting, brewing and manufacturing of gluten-free foods and
577 beverages: A review. **Journal of Food Science and Technology**, v.51, p. 2881-2895,
578 2012.
579
- 580 GOERSCH, M. C. DA S.; SCHÄFER, L.; TONIAL, M.; DE OLIVEIRA, V. R.;
581 FERRAZ, A. DE B. F.; FACHINI, J.; DA SILVA, J.B.; NIEKRASZEWICZ, L.A. B.;
582 RODRIGUES, C. E.; PASQUALI, G.; DIAS, J. F.; KIST, T. B.L.; PICADA, J. N.
583 Nutritional composition of *Eragrostis tef* and its association with the observed
584 antimutagenic effects. **RSC Advances**, v.9, n.7, p.3764–3776, 2019.
585
- 586 HANCI, O; JEANES, Y. M. Are gluten-free food staples accessible to all patients with
587 coeliac disease? **Frontline Gastroenterology**, v.10, p.222-228, 2019.
588
- 589 IBM SPSS Statistics 21. IBM. 2012. Software. Disponível em:
590 <http://www01.ibm.com/software/analytics/spss/products/statistics/>
591
- 592 KOTÁSKOVÁ, E.;SUMCZYNSKI, D.; MLČEK, J.; VALÁŠEK, P. Determination of
593 free and bound phenolics using HPLC-DAD, antioxidant activity and in vitro
594 digestibility of *Eragrostis tef*. **Journal of Food Composition and Analysis**. v.46, p.15-
595 21, 2015.
596
- 597 KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; FILHO, J. M.; FETT, R.
598 Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en
599 pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.726-732, 2005.
600
- 601 LARRETXI, I.; SIMON, E.; BENJUMEA, L.; MIRANDA, J.; BUSTAMANTE, M. A.;
602 LASA, A.; EIZAGUIRRE, F.J.; CHURRUCA, I. Gluten-free-rendered products
603 contribute to imbalanced diets in children and adolescents with celiac disease.
604 **European Journal of Nutrition**. v.58, n.2, p.775-783, 2018.
605
- 606 LÓPEZ, M.; MARTÍNEZ, F; DEL VALLE, C.; ORTE, C.; MIRÓ, M. Analysis of
607 phenolic constituents of biological interest in red wines by high-performance liquid
608 chromatography. **Journal of Chromatography A**. v.922, n.1, p.359-63, 2001.
609
- 610 MARTIN, J.; GEISEL, T.; MARESCH, C.; KRIEGER, K.; STEIN, J. Inadequate
611 Nutrient Intake in Patients with Celiac Disease: Results from a German Dietary Survey.
612 **Digestion**, v.87, n.4, p.240–246, 2013.
613
- 614 MORESCHI, E. C. P. **Desenvolvimento e validação de processos de cromatografia e**
615 **avaliação da estabilidade de vitaminas hidrossolúveis em alimentos**. Universidade
616 de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Programa de Pós-Graduação em
617 Ciência dos Alimentos. Tese de Doutorado, São Paulo, 2006.
618

- 619 MUHAMMAD, H.; REEVES, S.; JEANES, Y. M. Identifying and improving
620 adherence to the gluten-free diet in people with coeliac disease. **Proceedings of the**
621 **Nutrition Society**, v.78, n.3, p.418-425, 2019.
622
- 623 National Research Council. Lost crops of Africa. Volume 1: grains. **National Academy**
624 **Press**, Washington DC, 1996.
625
- 626 NIRO, S.; D'AGOSTINO, A.; FRATIANNI, A.; CINQUANTA, L.; PANFILI, G.
627 Gluten-Free Alternative Grains: Nutritional Evaluation and Bioactive Compounds.
628 **Foods**, v.8, n.6 p.1-9, 2019.
- ~~629~~
- 631 OGHBAEI, M.; PRAKASH, J. Effect of primary processing of cereals and legumes on
632 its nutritional quality: A comprehensive review. **Cogent Food & Agriculture**.; v.2, n.1
633 p.1-14, 2016.
634
- 635 OU, B.; TONY, C.; HUANG, D.; PRIOR, R. Determination of Total Antioxidant
636 Capacity by Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) Using Fluorescein as the
637 Fluorescence Probe: First Action 2012.23. **Journal of AOAC International**, v.96, n.6,
p.1372-1376, 2013.
- 638
- 639 RYBICKA, I.; GLISZCZYNSKA-SWIGLO, A. Gluten-free flours from different raw
640 materials as the source of vitamin B1, B2, B3 and B6. **Journal of nutritional science**
641 **and vitaminology**. v.63, n.2, p.125-132, 2017.
642
- 643 RICO, D.; RONDA, F.; VILLANUEVA, M.; MONTERO, C. P. MARTIN-DIANA, A.
644 B. Development of healthy gluten-free crackers from white and brown tef
645 (*Eragrostis tef* Zucc.) flours, **Heliyon**. v.5, n.10, p.1-8, 2019.
646
- 647 RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A Guide to Carotenoid Analysis in Foods**. ILSI
648 Human Nutrition Institute. One Thomas Circle, NW, Washington DC, 20005-5802,
649 v.64, 2001.
650
- 651 RONDA, F.; ABEBE, W.; PÉREZ-QUIRCE, S.; COLLAR, C. Suitability of tef
652 varieties in mixed wheat flour bread matrices: A physico-chemical and nutritional
653 approach. **Journal of Cereal Science**, London, v.64, n.1, p.139-146, 2015.
654
- 655 ROSA, J. S.; GODOY, R. L. O.; NETO, J. O.; CAMPOS, R. S.; MATTA, V. M.;
656 FREIRE, C. A.; SILVA, A. S.; SOUZA, R. S. Development of a method for vitamin C
657 analysis in food using high performance liquid chromatography and ion exclusion.
658 **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.4, p.837-846, 2007.
659
- 660 RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.;
661 PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica:
662 Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre
663 ABTS•+, **Comunicado Técnico 128-EMBRAPA**; EMBRAPA: Fortaleza, CE, Brasil,
664 2007.
665
- 666 SADIK, J. A.; DEMELASH, B.; GIZAW, M. Hydration kinetics of teff grain.
667 **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, v.15, n.1, p.124-130, 2012.
668

- 669 SINGLETON, V. L.; ESAU, P. Phenolic substances in grapes and wine, and their
670 significance. **Advances in Food Research Supplement**, v.1, p.282,1969.
671
- 672 SISAY, M. T.; EMIRE, S. A.; RAMASWAMY, H. S.; WORKNEH, T. S. Effect of
673 feed components on quality parameters of wheat–tef–sesame–tomato based extruded
674 products. **Journal of Food Science and Technology**, v.55, n.7, p.2649–2660, 2018.
675
- 676 TANG, Y.; LI, X.; CHEN, P. X.; ZHANG, B.; HERNANDEZ, M.; ZHANG, H.;
677 MARCONE, M. F.; LIU, R.; TSAO, R. Characterisation of fatty acid, carotenoid,
678 tocopherol/tocotrienol compositions and antioxidant activities in seeds of three
679 *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. **Food Chem.** v.174, p.502–508, 2015.
680
- 681 USDA Food Composition Databases. (2017). <<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search>>.
682 Acesso em: 09 fev. 2019.
683
- 684 VAN HET HOF, K. H.; WEST, C.E.; WESTSTRATE, J.A.; HAUTVAST, J. G. A. J.
685 Dietary Factors That Affect the Bioavailability of Carotenoids. **American Society for**
686 **Nutritional Sciences**, v.130, n.3, p. 503–506, 2000.
687
- 688 VICI, G.; BELLI, L.; BIONDI, M.; POLZONETTI, V. Gluten free diet and nutrient
689 deficiencies: a review. **Clinical Nutrition.** Italy, v.35, n.6 p.1236-1241, 2016.
690
- 691 WANG, T.; HE, F.; CHEN, G. Improving bioaccessibility and bioavailability of
692 phenolic compounds in cereal grains through processing technologies: A concise
693 review. **Journal of Functional Foods**, v.7, p.101–111, 2014.
694
- 695 WOLDEMARIAM, K. Y. Chapter 14 - Other Typical Pseudo-cereals in Diet. **Bioactive**
696 **factors and processing technology for cereal foods**. Ed. Springer, p.259, 2019.
697
- 698 ZHU, F. Chemical composition and food uses of teff (*Eragrostis tef*). **Food chemistry.**
699 v.239, n.1, p.402-415, 2018.
700
701

1 7 ARTIGO 3

2

3 **Percepção sensorial de celíacos e não celíacos na avaliação de pães sem glúten** 4 **elaborados a partir da tef (*Eragrostis tef*) e farinhas associadas**

5

6 Raísa V. Homem¹, Deise V. Farias², Larissa L. dos Santos², Marina R. Komerowski¹, Tarso B. L.
7 Kist³, Viviani R. de Oliveira^{1,2*}.

8

9 ¹ Programa de Pós-graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde (PPGANS), Universidade Federal do
10 Rio Grande do Sul (UFRGS), Rua Ramiro Barcelos, 2400, CEP: 90035-003, Porto Alegre, RS, Brasil.

11 ² Departamento de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Rua Ramiro
12 Barcelos, 2400, CEP: 90035-003, Porto Alegre, RS, Brasil.

13 ³ Departamento de Biofísica, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
14 (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

15

16 *Autor correspondente. Toda a correspondência deve ser enviada para o endereço de e-mail:

17 viviani.ruffo@ufrgs.br

18 Telefone / Fax: +55 51 33085122.

19

20 **Resumo**

21 A tef é um cereal que não possui glúten e com excelente perfil nutricional. Se faz
22 essencial explorar sua utilização como ingrediente em preparações. Poucos estudos
23 avaliaram a aceitabilidade de tef em panificação, sendo assim a percepção sensorial com
24 avaliadores que não consomem glúten, especialmente aqueles com doença celíaca se faz
25 relevante. Este estudo avaliou a aceitabilidade e a intenção de compra com dois grupos,
26 não celíacos e celíacos, e posteriormente uma comparação da percepção sensorial entre
27 os grupos. Este é um estudo experimental, no qual foram desenvolvidos pães com
28 farinha de tef, fécula de mandioca e farinha de arroz e um tratamento padrão de pão
29 com farinha de trigo para o grupo não celíaco, avaliado aceitabilidade com uma escala
30 hedônica de 9 pontos e intenção de compra com 5 pontos. A utilização de tef em todos
31 os tratamentos demonstrou boa aceitabilidade e intenção de compra, com notas que
32 ultrapassaram os 70% no índice de aceitabilidade, demonstrando potencial
33 mercadológico. Além disso, o pão com 75% de farinha de tef foi o mais bem avaliado
34 em ambos os grupos, possibilitando o seu consumo por pessoas com ou sem doença
35 celíaca.

36

37 **Palavras-chave:** *Eragrostis tef*, pães sem glúten, análise sensorial, celíacos, doença
38 celíaca.

39

40 Abstract

41 The tef is a gluten-free cereal and has an excellent nutritional profile. It is essential to
42 explore its use as an ingredient in preparations. Few studies have evaluated the
43 acceptability of tef in bread making, so a sensory perception with evaluators who do
44 not consume gluten, especially those with celiac disease, is relevant. This study
45 assessed acceptability and purchase intent with two groups, not celiac and celiac and,
46 subsequently, a comparison of sensory perception between groups. This is an
47 experimental study, which is not an experimental test of bread with tef flour, manioc
48 starch and rice flour and a standard bread treatment with wheat flour, which is
49 acceptable with a hedonic scale of 9 points and intent to purchase with 5 points. The
50 use of all controls demonstrated as good acceptability and intention to purchase, with
51 grades that exceed 70% without an acceptability index, demonstrating the market
52 potential. In addition, bread with 75% tef flour was the best rated in both groups,
53 allowing its consumption by people without celiac disease and people with celiac
54 disease.

55

56 **Keywords:** *Eragrostis tef*, gluten free breads, sensory analysis, celiac, celiac disease.
57 coeliac, gluten, sensitivity, intolerance.

58

59 Introdução

60

61 A doença celíaca pode ser definida como uma enteropatia autoimune induzida pelo
62 glúten, ocorrendo em indivíduos geneticamente predispostos (LEONARD *et al.*, 2017).
63 A prevalência global da doença celíaca é estimada de 0,7% até 1,4%, considerando-se
64 os casos diagnosticados (SINGH *et al.*, 2018). Essa doença precisa ser mais estudada
65 para se fornecer subsídios para profissionais de saúde e os pacientes reconhecerem seus
66 sinais, sintomas e sua dieta. Therrien *et al.* (2020) afirmam que nos indivíduos sem
67 manifestações gastrointestinais o diagnóstico pode atrasar mais que três anos, enquanto
68 para Amparo *et al.* (2019) as repercussões na qualidade de vida dos celíacos, como os
69 sentimentos de frustração e isolamento após obter o diagnóstico da doença celíaca,
70 podem ser reduzidas com a oferta de alimentos sem glúten de boa qualidade e menor
71 custo.

72 De acordo com a Organização Mundial de Gastroenterologia (WGO, 2016) o
73 tratamento para a doença celíaca é a realização de uma dieta sem glúten, assim como o
74 cuidado do ambiente que se prepara essa alimentação. Para Ludvigsson *et al.* (2013) o
75 glúten é um complexo de proteínas insolúveis em água, do qual pertence as prolaminas
76 e glutelinas do trigo, secalinas no centeio, hordeína na cevada, sendo que as porções
77 mais reativas da prolamina é a gliadina e da glutelina é a glutenina.

78 O *Codex Alimentarius* (CODEX, 2008) determina padrões internacionais dos
79 alimentos declarados como “alimentos sem glúten”, sendo considerados aqueles
80 alimentos ou ingredientes naturalmente sem glúten. No entanto, o nível máximo deve
81 ser menor ou igual a 20 mg/kg do alimento, ou ainda, menor que 100 mg/kg do
82 alimento processado. No Brasil a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA
83 determina a partir da Lei n.º 10.674/2003 (BRASIL, 2003) que todos os alimentos
84 comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de
85 controle da doença celíaca, devendo estar descrito “contém glúten” ou “não contém
86 glúten” de acordo com a presença em todos os alimentos industrializados.

87 Sabe-se que o glúten é responsável pelas propriedades viscoelásticas em produtos
88 de panificação. Ademais, segundo Ortolan e Steel (2017) o glúten presente na farinha de
89 trigo na panificação favorece a retenção de gases da fermentação e beneficia as
90 propriedades viscoelásticas da rede de glúten e, como consequência, melhora a
91 qualidade da massa dos produtos, sendo que isso ocorre a partir da interação das
92 gliadinas e gluteninas.

93 Ainda, conforme Arendt e Bello (2008), na produção do pão o glúten é o
94 composto primordial, pois favorece algumas características finais como aparência da
95 crosta e do miolo, e conseqüentemente favorece a aceitação. Os mesmos autores
96 afirmam que na ausência de glúten utiliza-se na sua maioria, estratégias para superar
97 estes obstáculos, como por exemplo a adição de enzimas ou hidrocoloides.

98 Quando consumido por indivíduos celíacos, o glúten pode acarretar sinais e
99 sintomas, como por exemplo: diarreia crônica, perda de peso, anemia ferropriva,
100 distensão abdominal, mal-estar e fadiga, edema, osteoporose, entre outros. Além disso,
101 outras doenças são relacionadas ao consumo de glúten, como a sensibilidade ao glúten
102 não celíaca e a alergia ao trigo (WGO, 2016). Destaca-se ainda que outras doenças
103 tenham sido relacionadas ao consumo de glúten, como depressão (PETERS *et al.*,
104 2014), diabetes (HAUPT-JORGENSEN *et al.*, 2018), entre outras.

105 Observa-se também o aumento da dieta sem glúten mesmo por pessoas sem o
106 diagnóstico de nenhuma doença relacionada (KUTLU, 2019). Os principais motivos
107 para evitar o glúten podem estar relacionados ao bem-estar físico e a crença de maior
108 impacto benéfico à saúde e o sabor da alimentação sem glúten, a restrição completa de
109 glúten foi adotada por indivíduos que relataram alergia ou intolerância ao glúten
110 (PERRIN *et al.*, 2019). Devido à ideia que a restrição de glúten contribua para uma
111 alimentação mais saudável e a incidência progressiva das doenças associadas ao glúten,
112 ampliaram ainda mais a preferência dos indivíduos por uma dieta sem glúten (CALLE
113 *et al.*, 2020).

114 De acordo com Gebremariam *et al.*, (2014) a ausência de glúten e a composição
115 nutricional são as razões pelas quais a utilização de tef (*Eragrostis tef*) ganha relevância,
116 favorecendo a sua utilização em preparações de alimentos saudáveis, como também por
117 indivíduos que não consomem glúten. A tef surge nesse cenário como um cereal sem
118 glúten, utilizado como alimento primordial na alimentação em países do continente
119 africano, como Etiópia e Eritreia (WOLDEMARIAM, 2019).

120 A substituição pela farinha de tef em pães além de conferir melhor perfil de fibras
121 totais e insolúveis gera maior teor de aminoácidos em relação aos pães com 100%
122 farinha de trigo (HOMEM *et al.*, 2019), no entanto, garantir que as preparações
123 apresentem características sensoriais desejáveis também é essencial para a aceitação de
124 produtos de panificação, principalmente entre os celíacos, pessoas com sensibilidade ao
125 glúten, alergia ao trigo ou indivíduos que não consomem glúten.

126 Muitos estudos já foram realizados sobre a qualidade química e tecnológica de pães
127 com tef e sem glúten (TESS *et al.*, 2015; COLEMAN *et al.*, 2013; HAGER; ARENDT,
128 2013), mas poucos trabalhos investigaram o aspecto sensorial, tampouco com pessoas
129 celíacas. A análise sensorial é avaliada com o objetivo de identificar e atender a
130 satisfação do consumidor, sendo que, a identificação se dá a partir da percepção obtida
131 através dos sentidos, como, visão, olfato, gosto e tato (Teixeira, 2013).

132 Os atributos tais como, aparência, aroma, sabor, cor e textura dos alimentos
133 desempenham um papel fundamental na valorização dos alimentos e,
134 consequentemente, no seu consumo. Além disso, a insatisfação com a disponibilidade e
135 a avaliação hedônica de produtos sem glúten tem um impacto decisivo sobre a não
136 realização da dieta sem glúten ou a aquisição desses produtos (SAINSBURY;
137 MULLAN, 2011). As características sensoriais dos pães sem glúten precisam ser

138 abordadas e identicadas, pois, são fatores determinantes para a aceitação alimentar dos
139 consumidores celíacos (PAGLIARINI *et al.*,2010).

140 Sendo assim, esse estudo se propôs a avaliar a aceitabilidade e a intenção de
141 compra de pães elaborados a partir de tef, entre dois grupos de avaliadores comparando
142 a percepção sensorial de celíacos e não celíacos.

143

144 **Material e métodos**

145

146 Trata-se de um estudo experimental com desenvolvimento de formulações de pães
147 a partir de tef e farinhas associadas. No Laboratório de Técnica Dietética do curso de
148 Nutrição da Faculdade de Medicina (FAMED) da Universidade Federal do Rio Grande
149 do Sul – UFRGS, foram realizados testes preliminares, ajustes nas formulações dos
150 pães, até a obtenção das formulações com melhor potencial. Os ambientes nos quais
151 foram elaborados e conduzidos este estudo estavam livres de contaminação por glúten.

152

153 **Formulação e elaboração dos pães**

154

155 A tef marrom da espécie: *Eragrostis tef* (Zuccagni) Trotter, foi proveniente do
156 produtor El Campo, no município de Pedro Juan Caballero/Paraguay (22 19' 54.41"S,
157 55 52' 22.35"W, 662 m acima do nível do mar). Os demais ingredientes foram
158 adquiridos no comércio local de Porto Alegre, RS.

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

163 Quatro formulações tiveram potencial promissor para serem avaliadas neste
164 estudo: T1 sem tef (padrão) com 100% de farinha de trigo; T2 com 100% de farinha de
165 tef; T3 com 75% farinha de tef e 12,5% de farinha de arroz e 12,5% de fécula de
166 mandioca, T4 com 50% farinha de tef e 25% farinha de arroz e 25% de fécula de
167 mandioca.

168 Os demais ingredientes: sal refinado, açúcar cristal, óleo de soja, ovo branco,
169 fermento biológico seco, goma xantana e água foram inseridos na formulação com o
170 propósito de facilitar a homogeneização das formulações, além de estabelecer atributos

171 sensoriais favoráveis, como textura, sabor e aparência global característicos de pão. A
172 água foi adicionada em dois momentos, para hidratação da tef com água quente e
173 posteriormente para hidratação da massa.

174 A hidratação da tef foi realizada com água em temperatura de 50° C, conforme
175 Sadik *et al.*,(2012), que avaliaram que nesta temperatura ocorre maior hidratação dos
176 grãos de tef e em menos tempo. Sendo assim, neste estudo, posteriormente a diversos
177 testes, foram determinadas as quantidades de água utilizadas em cada tratamento.

178 As formulações com todos os ingredientes podem ser observadas na tabela 1. A
179 adição de goma xantana, um hidrocolóide, demonstrou melhora nas características
180 sensoriais de produtos de panificação sem glúten, como no caso do estudo de Preichardt
181 *et al.*,(2009), onde avaliaram a adição da xantana em bolos sem glúten, de farinha de
182 arroz e milho e apresentaram características como menor formação de migalhas,
183 retardo no envelhecimento, maior sensação de umidade e como consequência melhora
184 expressiva na qualidade sensorial. Já em pães, Hager e Arendt, (2013) demonstraram
185 que os hidrocolóides, como hidroximetilpropilcelulose (HPMC) e a goma xantana
186 beneficiam as propriedades dos mesmos. Sendo assim, a goma xantana foi adicionada,
187 conforme Hager e Arendt (2013), apenas nos tratamentos com farinha de tef.

188

189

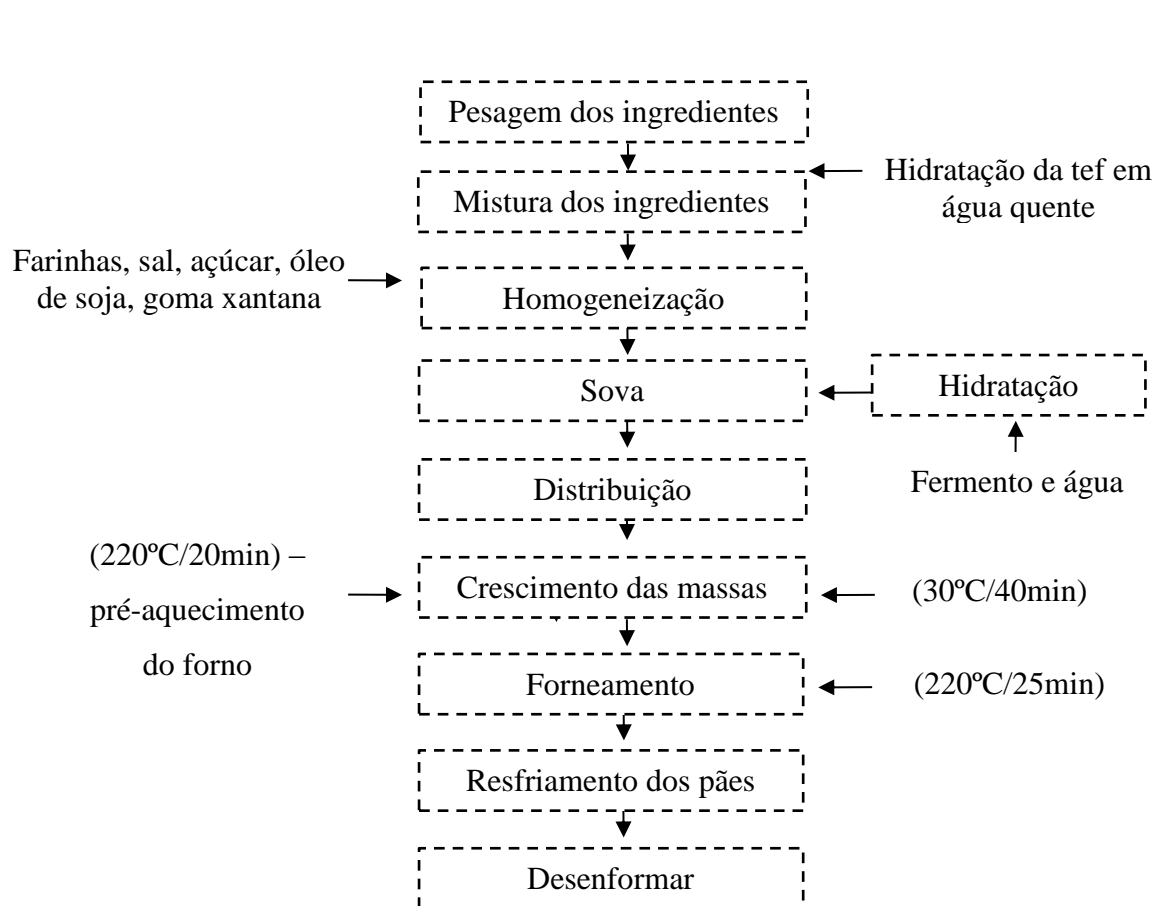
190 **Tabela 1** – Ingredientes para formulações dos pães elaborados com farinha de trigo e
 191 farinha de tef.

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

192

193 Todos os ingredientes foram pesados, em balança analítica digital milesimal
 194 (0,01G) UNIBLOC - MARCA SHIMADZU® - modelo UX-6200H. A produção da
 195 massa foi realizada a partir do método direto de fermentação. A preparação do pão pode
 196 ser acompanhada através do fluxograma da Figura 1, adaptado de César *et al.* (2006).

197



215 **Figura 1** – Fluxograma do processo de produção do pão.

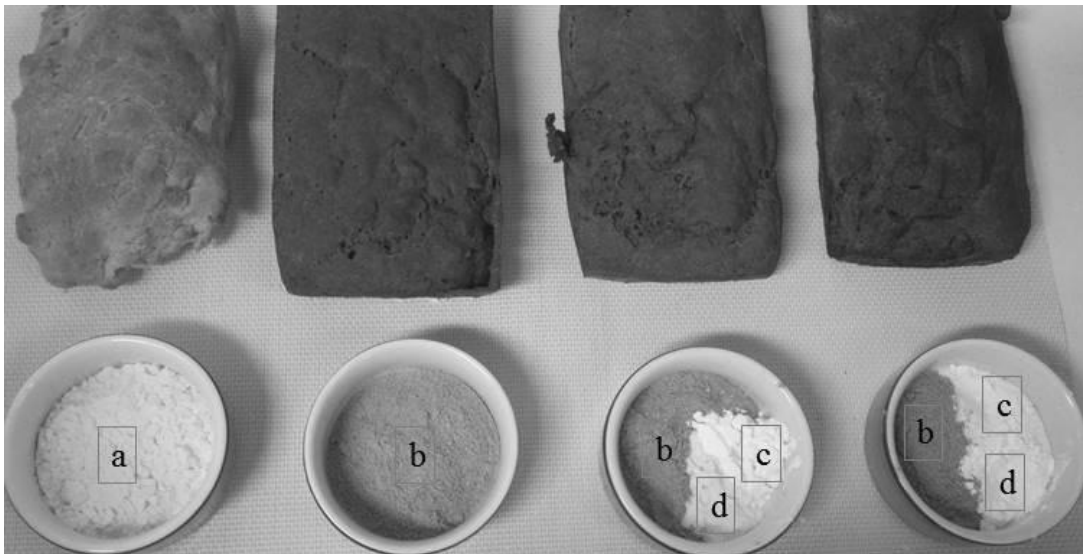
216 Fonte: Adaptada de César *et al.* (2006).

217

218 Para o preparo da massa do pão, o forno foi pré-aquecido por 20 minutos sob
 219 220°C. Os pães foram assados por 25 minutos sob 220 °C de temperatura. Na figura 2
 220 são apresentados os quatro tratamentos elaborados e as farinhas de trigo, de tef, de arroz
 221 e fécula de mandioca, utilizadas.

222

223



224

225 **Figura 2** – Pães de tef elaborados e as suas respectivas farinhas utilizadas. Da esquerda
 226 para direita os tratamentos são: T1, T2, T3 e T4. Quanto as farinhas utilizadas: a -
 227 farinha de trigo, b - farinha de tef; c – farinha de arroz, d – fécula de mandioca.

228

229 **Aceitabilidade e intenção de compra**

230

231 A análise de aceitabilidade e de intenção de compra foram realizadas através de
 232 um teste afetivo em dias distintos conforme disponibilidade de cada grupo, sendo os
 233 testes realizados com 65 avaliadores não celíacos e 11 avaliadores celíacos da
 234 Associação de Celíacos do Brasil – ACELBRA, que emitiu um termo de concordância
 235 em participar do estudo (APÊNDICE C). Os grupos seguiram as seguintes condições:
 236 eram de ambos os sexos, com idade entre 18 a 50 anos, não foram treinados, foram
 237 recrutados de forma aleatória e voluntária, posteriormente a convites nas redes sociais
 238 (APÊNDICE B) ou afixados nas paredes das dependências da Faculdade de
 239 Medicina/UFRGS (APÊNDICE A).

240 Antes das análises, todos os avaliadores assinaram o Termo de Consentimento
 241 Livre e Esclarecido (APÊNDICE F) após receberem informações detalhadas das
 242 preparações e dos procedimentos.

243 As amostras foram oferecidas em pratos descartáveis brancos, codificadas com
 244 números de três dígitos aleatórios. Para cada avaliador foi fornecido uma fatia de
 245 aproximadamente 10 gramas de cada formulação, juntamente com as fichas de

246 avaliação sensorial dos pães e de intenção de compra (APÊNDICE D e E,
247 respectivamente) e um copo de água para limpeza das papilas gustativas.

248 A ficha possuía uma escala hedônica, variando de 1 (“Desgostei muitíssimo”) a
249 9 (“Gostei muitíssimo”) pontos, para avaliar os atributos: aparência, cor, textura, sabor,
250 odor e aceitação global. Os pães também foram avaliados quanto à intenção de compra
251 dos avaliadores. Cada avaliador recebeu a ficha com a escala de 5 pontos variando de 1
252 (“Certamente não compraria”) a 5 (“Certamente compraria”) para analisar cada uma das
253 amostras.

254

255 **Frequência relativa**

256 A frequência relativa (FR) foi calculada para todos os tratamentos, conforme a seguinte
257 expressão, descrita a seguir:

$$258 \quad FR (\%) = (F / n) \times 100$$

259 Onde:

260 F= Número que a nota se repete

261 N= Quantidade de dados

262

263 **Índice de Aceitabilidade**

264 O Índice de aceitabilidade (IA) foi calculado conforme a expressão descrita por
265 Viana (2009), para todos os tratamentos. A expressão é expressa abaixo:

$$266 \quad IA (\%) = A \times 100/B$$

267 No qual:

268 A= nota média obtida para cada tratamento

269 B= nota máxima dada a cada tratamento

270

271 **Considerações éticas**

272 Esse estudo foi submetido a Comissão de Pesquisa da FAMED – COMPESQ - e
273 Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS – CEP UFRGS - e somente após a aprovação
274 foi iniciado, de acordo com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde –
275 CNS (BRASIL, 2012). Foi aprovado pelo protocolo de avaliação sob o número
276 63481317.0.0000.5347 do CAAE. Os participantes tiveram a garantia do sigilo de suas
277 identificações, bem como o direito de participação na pesquisa através do Termo de
278 Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o qual explicou os objetivos do trabalho e
279 salientou que os dados obtidos são sigilosos e apenas utilizados para fins de estudo.

280

281 Análise estatística

282 Os resultados de aceitabilidade e intenção de compra foram avaliados através de
283 análise de variância ANOVA, seguida da comparação das médias realizada por teste de
284 Tukey com o nível de significância de 5% de probabilidade de erro no programa no
285 software estatístico SPSS Statistics na versão 21.0 (IBM, 2012). Para a comparação da
286 percepção sensorial entre os grupos de celíacos e não celíacos foi realizado a análise de
287 variância para dados correlacionados e o teste de Bonferroni, utilizado o Software
288 Estatístico RStudio (R CORE TEAM, 2015).

289

290 Resultados e discussão

291

292 Análise sensorial com avaliadores não celíacos

293

294 Em relação aos avaliadores não celíacos (Tabela 2) não foi observado diferença
295 estatística significativa ($p > 0,05$) para os atributos de aparência, cor, odor e aceitação
296 global. No entanto, a textura apresentou diferença estatística significativa para o
297 tratamento T1 (6,72 – “Gostei ligeiramente”) em relação aos outros, sendo tratamento
298 T1 (com farinha de trigo), o pão que recebeu a menor média. Para esse atributo os
299 tratamentos com farinha de tef (T2, T3 e T4) foram mais bem aceitos do que o
300 tratamento com farinha de trigo (T1).

301 Em relação ao sabor, o tratamento T2 (7,07 - “Gostei moderadamente”)
302 apresentou diferença estatística significativa em relação ao T3 (7,60 - “Gostei
303 moderadamente”) e ao T4 (7,47 - “Gostei moderadamente”), apresentados na Tabela 2.
304 Sendo que T2 (tratamento com 100% farinha de tef) apresentou menor média quando
305 relacionados ao T3 e T4.

306 Tess *et al.* (2015) observaram menor aceitação para o atributo de sabor para os
307 tratamentos com 75% e 100% de farinha de tef em *muffins*, esses resultados contrapõem
308 o presente estudo, do qual demonstrou que 75% de tef (T3) obteve maior aceitação.

309 A substituição de farinha de arroz por até 50% tef originou *muffins* aceitáveis no
310 estudo de Tess *et al.* (2015), porém, essa substituição foi observada mais aceita em
311 maiores proporções, no presente estudo, até 100% de tef, visto que obteve a média de
312 7,29 para aceitação global, indicando boa aceitabilidade (a nota 7 corresponde a “Gostei
313 moderadamente”). Além disso, observa-se que as preparações são distintas.

314 Na escala hedônica de cinco pontos utilizada por Tess *et al.* (2015) os autores
 315 demonstraram no atributo de aceitação global a maior média para os pães com 25% de
 316 tef (3,47, no qual o valor 3 na escala hedônica corresponde à “não gostei e nem
 317 desgostei”).

318

319 **Tabela 2** – Aceitabilidade e intenção de compra nos pães elaborados realizado por
 320 avaliadores não celíacos.

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

321 Resultados mais ou menos o desvio padrão (DV). Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não apresentam
 322 diferença estatística significativa ($p>0,05$).

323 T1: Pão padrão – farinha de trigo;

324 T2: Pão de farinha de tef (100%);

325 T3: Pão de farinha de tef (75%) + fécula de mandioca (12,5%) + farinha de arroz (12,5%);

326 T4: Pão de farinha de tef (50%) + fécula de mandioca (25%) + farinha de arroz (25%).

327

328 Ezpeleta (2010) observou que pães com maior teor de tef, resultaram em menor
 329 aceitação quando comparado com pães com menor teor de tef, justificado pela
 330 coloração mais escura, o que contrapõe ao encontrado nesse estudo, visto que o
 331 tratamento T2 (100% farinha de tef e mais escuro) revelou-se com nota média de 7,29
 332 que corresponde à “Gostei moderadamente”.

333 A intenção de compra dos avaliadores não celíacos não apresentou diferença
 334 estatística significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos, com a maior média de 4,03
 335 (“Provavelmente compraria”) para o tratamento 3, e a menor média para o tratamento 1
 336 com 3,83.

337 Tal diferença entre os resultados acima, de Ezpeleta (2010) e o presente estudo,
 338 pode ser consequência da maior conscientização dos indivíduos quanto à qualidade dos
 339 alimentos e do “comer bem”, atualmente a aceitabilidade dos avaliadores por alimentos
 340 integrais pode ser um fator de influência, pois a cor de alimentos com tef se associa aos
 341 alimentos integrais. A difusão sobre a adoção de hábitos saudáveis nas mídias digitais e
 342 outros meios de comunicação levou a uma maior conscientização (MINTEL, 2016).

343 Segundo a FAO (2017) cresce gradativamente a nível mundial todos os anos a busca por
344 uma alimentação mais saudável somando-se com alimentos nutritivos.

345 Apesar dos avaliadores do presente estudo serem recrutados de maneira aleatória
346 e voluntária, é possível que tenha sido realizado em sua maior parte por alunos dos
347 cursos de Medicina e Nutrição por serem frequentadores no local onde foi realizada a
348 presente análise, e por ter sido realizado nas dependências da Faculdade de
349 Medicina/UFRGS e que por serem indivíduos de cursos da saúde possam estar inseridos
350 nesse contexto de alimentação mais saudável. No estudo transversal de Domingues *et*
351 *al.* (2019), realizado com 164 alunos do curso de Nutrição, os autores demonstraram
352 que a maioria dos acadêmicos possuem práticas alimentares adequadas. Já no estudo
353 transversal de Munhoz *et al.* (2017) com 68 universitários do curso de nutrição
354 demonstrou-se que os universitários possuem hábitos alimentares saudáveis e que isso
355 pode ser atribuído pelo fato de haver influência dos conhecimentos aprendidos no curso
356 de nutrição. Lanzillotti *et al.* (2019) avaliaram o padrão alimentar de 671 acadêmicos de
357 nutrição, e observaram maior consumo de alimentos *in natura* ou já cortados e
358 higienizados do que os demais alimentos, afirmaram que ocorre uma influência devido
359 estes acadêmicos serem futuros profissionais da área da saúde.

360

361 **Análise sensorial com avaliadores celíacos**

362 Na análise sensorial dos avaliadores celíacos (Tabela 3) foi observada diferença
363 estatística significativa ($p>0,05$) somente para o atributo de cor entre os tratamentos 2
364 (8,0) e 4 (6,9), sendo que T2 apresentou maior média, o tratamento 3 não apresentou
365 diferença com relação aos demais.

366

367 **Tabela 3** – Aceitação e intenção de compra dos pães elaborados realizado por avaliadores
 368 celíacos.

Atributos	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Aparência	-	7,5±1,2 ^a	7,5±1,2 ^a	6,9±1,4 ^a
Cor	-	8,0±1,0 ^a	7,6±0,9 ^{ab}	6,9±1,4 ^b
Textura	-	6,8±1,7 ^a	7,0±1,2 ^a	7,5±1,0 ^a
Sabor	-	7,5±1,4 ^a	7,4±1,7 ^a	7,4±1,7 ^a
Odor	-	7,7±1,3 ^a	8,0±1,0 ^a	7,8±1,0 ^a
Aceitação global	-	7,4±1,4 ^a	7,5±1,0 ^a	7,6±1,1 ^a
Intenção de compra	-	4,3±0,9 ^a	4,4±0,7 ^a	4,4±0,8 ^a

369 Resultados mais ou menos o desvio padrão (DV). Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não apresentam
 370 diferença estatística significativa ($p>0,05$).

371 T1: Não foi avaliado pelos celíacos por ser o pão padrão (trigo)

372 T2: Pão de farinha de tef (100%);

373 T3: Pão de farinha de tef (75%) + fêcula de mandioca (12,5%) + farinha de arroz (12,5%);

374 T4: Pão de farinha de tef (50%) + fêcula de mandioca (25%) + farinha de arroz (25%).

375

376 Não foi demonstrada diferença estatística significativa ($p>0,05$) para os atributos
 377 de aparência, textura, sabor, odor, aceitação e intenção de compra. Na intenção de
 378 compra observaram-se notas de 4,3 e acima, valor que corresponde a “provavelmente
 379 compraria”.

380

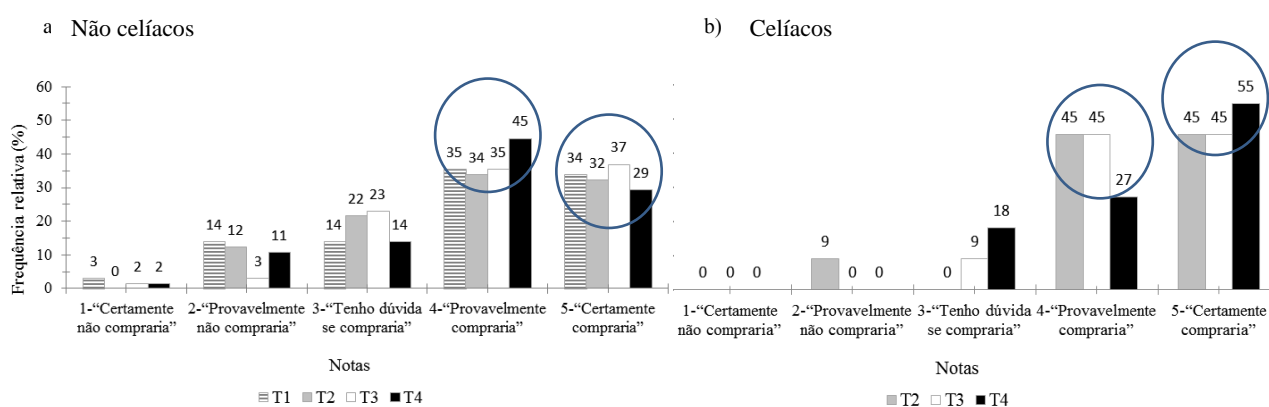
381 **Intenção de compra com avaliadores não celíacos e celíacos**

382

383 A intenção de compra dos indivíduos não celíacos e celíacos, respectivamente é
 384 representada na forma de frequência relativa das notas atribuídas, resultado apresentado
 385 na Figura 3. Observa-se que para ambos os grupos as maiores notas foram 4 e 5, no qual
 386 a nota 4 significa “provavelmente compraria” e a nota 5 “certamente compraria”.

387

388
 389



390

391

392 **Figura 3** – Frequência relativa de notas informadas pelos avaliadores para a intenção de
 393 compra, sendo indivíduos não celíacos (a) e celíacos (b).

394 T1: Não foi avaliado pelos celíacos por ser o pão padrão (trigo)

395 T2: Pão de farinha de tef (100%);

396 T3: Pão de farinha de tef (75%) + fécula de mandioca (12,5%) + farinha de arroz (12,5%);

397 T4: Pão de farinha de tef (50%) + fécula de mandioca (25%) + farinha de arroz (25%).

398

399 A partir do resultado da aceitabilidade dos atributos avaliados na análise
 400 sensorial foi realizado o cálculo do índice de aceitabilidade. O índice de aceitabilidade
 401 está apresentado na Figura 4.

402 Para os avaliadores não celíacos (Tabela 4) entre os quatro tratamentos, T3 (75%
 403 farinha de tef) atingiu maior índice de aceitabilidade entre todos os atributos, com
 404 84,7% (n= 508). Enquanto o tratamento 1 (100% de farinha de trigo) obteve o menor
 405 índice, com a média de 81,3% (488).

406

Tabela 4 – Atributos de aceitabilidade apresentados a partir do índice de aceitabilidade dos tratamentos avaliados por não celíacos e celíacos.

Atributos	Não celíaco						Celíacos					
	T1	T2	T3	T4	Total	Média	T2	T3	T4	Total	Média	
Aparência	85	86	87	85	343	85,8	84	83	77	244	81,3	
Cor	87	86	87	85	345	86,3	89	85	77	251	83,7	
Textura	75	86	87	84	332	83	76	78	84	238	79,3	
Sabor	83	79	84	83	329	82,3	84	83	83	250	83,3	
Odor	76	74	78	78	306	76,5	86	89	87	262	87,3	
Aceitação Global	82	81	85	84	332	83	82	84	85	251	83,7	
Total	488	492	508	499	-	-	501	502	493	-	-	
Média	81,3	82	84,7	83,2	-	-	83,5	83,7	82,2	-	-	

407

408

409 De acordo com os avaliadores celíacos T3 com 75% de farinha de tef também
 410 demonstrou melhor resultado (83,7% - 502) seguido pelo tratamento 2, de 100% farinha
 411 de tef (83,5% - 501) e do tratamento 4 (82,2% - 493), valores apresentados na tabela 4.

412 Para todos os índices de aceitabilidade os resultados percentuais foram maiores
 413 que 70% (Figura 4 a e b), independente do grupo de avaliadores, evidenciando índices
 414 de aceitabilidade satisfatórios para as formulações elaboradas em relação ao todos os
 415 atributos.

416

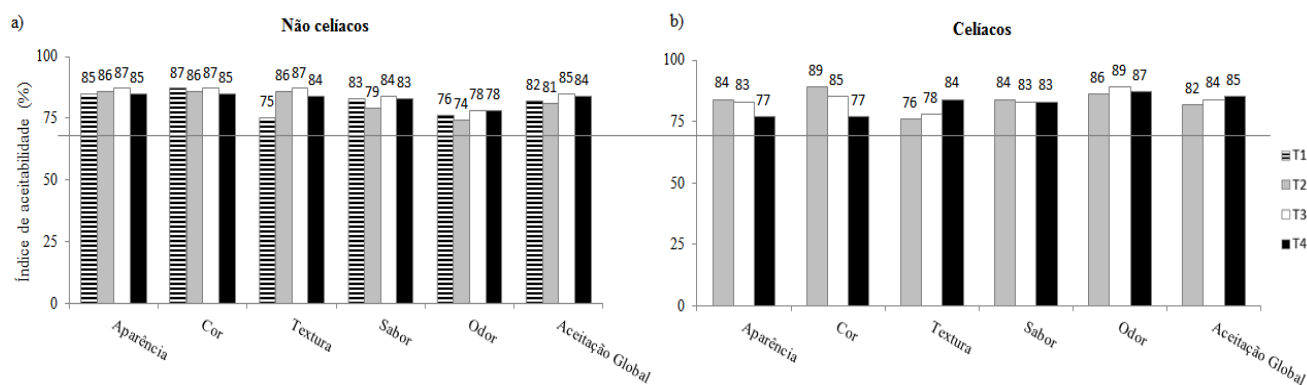


Figura 4 – Índice de aceitabilidade das formulações de pães avaliadas por não celíacos (a) e celíacos (b).

- 417 T1: Não foi avaliado pelos celíacos por ser o pão padrão (trigo)
 418 T2: Pão de farinha de tef (100%);
 419 T3: Pão de farinha de tef (75%) + fécula de mandioca (12,5%) + farinha de arroz (12,5%);
 420 T4: Pão de farinha de tef (50%) + fécula de mandioca (25%) + farinha de arroz (25%).
 421

422 Na tabela 5 é apresentada a análise dos atributos de aceitação e intenção de
 423 compra dos pães elaborados realizados por avaliadores celíacos e não celíacos.
 424

Tabela 5 – Correlação entre os grupos não celíacos e celíacos sobre os atributos e intenção de compra dos pães elaborados.

Atributos e Intenção de compra	n	Média (DP)						Diferença (IC95%)					
		T2	P valor	T3	P valor	T4	P valor	T2 – T3	P valor	T2 – T4	P valor	T3 – T4	P valor
Aparência													
Total	76	7,71 (1,11)		7,75 (1,00)		7,58 (1,27)		-0,04 (-0,45;0,37)	1,000	0,13 (-0,33;0,59)	1,000	0,17 (-0,27;0,61)	1,000
Não celíaco	65	7,74 (1,10)		7,80 (0,96)		7,69 (1,21)		-0,06 (-0,50;0,37)	1,000	0,05 (-0,44;0,53)	1,000	0,11 (-0,35;0,57)	1,000
Celíaco	11	7,55 (1,16)		7,45 (1,16)		6,91 (1,38)		0,10 (-1,09;1,27)	1,000	0,64 (-0,66;1,94)	0,723	0,54 (-0,75;1,84)	0,945
NC x C		0,19 (-0,54;0,93)	0,064	0,34 (-0,38;1,07)	0,3489	0,78 (-0,08;1,65)	0,0765						
Cor													
Total	76	7,82 (1,17)		7,78 (1,08)		7,55 (1,21)		0,04 (-0,40;0,48)	1,000	0,26 (-0,20;0,72)	0,515	0,22 (-0,22;0,67)	0,688
Não celíaco	65	7,78 (1,20)		7,80 (1,11)		7,66 (1,14)		-0,01 (-0,50;0,47)	1,000	0,12 (-0,37;0,61)	1,000	0,14 (-0,33;0,61)	1,000
Celíaco	11	8,00 (0,95)		7,64 (0,88)		6,91 (1,38)		0,36 (-0,57;1,30)	1,000	1,09 (-0,12;2,30)	0,093	0,73 (-0,45;1,91)	0,421
NC x C		-0,21 (-0,85;0,42)	0,5055	0,16 (-0,42;0,75)	0,5847	0,75 (-0,11;1,61)	0,0866						
Textura													
Total	76	7,58 (1,31)		7,74 (1,10)		7,54 (1,15)		-0,16 (-0,63;0,31)	1,000	0,04 (-0,44;0,52)	1,000	0,20 (-0,24;0,64)	0,843
Não celíaco	65	7,71 (1,20)		7,86 (1,05) ^a		7,54 (1,18)		-0,15 (-0,63;0,32)	1,000	0,17 (-0,33;0,67)	1,000	0,32 (-0,15;0,79)	0,297
Celíaco	11	6,82 (1,64)		7,00 (1,13) ^b		7,55 (0,99)		-0,18 (-1,62;1,26)	1,000	-0,73 (-2,11;0,65)	0,624	-0,54 (-1,63;0,54)	0,683
NC x C		0,89 (-0,12;1,90)	0,085	0,86 (0,15;1,57)*	0,018	-0,01 (-0,66;0,64)	0,983						
Sabor													
Total	76	7,14 (1,43)		7,58 (1,23)		7,47 (1,27)		-0,43 (-0,95;0,08)	0,134	-0,33 (-0,85;0,20)	0,402	0,10 (-0,38;0,59)	1,000
Não celíaco	65	7,08 (1,44)		7,60 (1,15)		7,48 (1,20)		-5,23 (-1,07;0,02)	0,066	-4,00 (-0,96;0,16)	0,257	1,23 (-0,37;0,62)	1,000
Celíaco	11	7,55 (1,30)		7,45 (1,62)		7,45 (1,62)		9,09 (-1,41;1,59)	1,000	9,09 (-1,41;1,59)	1,000	3,33 (-1,65;1,65)	1,000
NC x C		-0,47 (-1,31;0,38)	0,278	0,14 (-0,85;1,14)	0,774	0,02 (-0,98;1,02)	0,965						
Odor													
Total	76	6,84 (1,61)		7,14 (1,50)		7,11 (1,51)		-0,30 (-0,91;0,30)	0,691	-0,26 (-0,87;0,34)	0,894	0,04 (-0,54;0,62)	1,000
Não celíaco	65	6,69 (1,61) ^b		7,00 (1,53) ^b		6,98 (1,55) ^b		-0,31 (-0,97;0,35)	0,795	-0,29 (-0,96;0,37)	0,088	0,01 (-0,63;0,66)	1,000
Celíaco	11	7,73 (1,21) ^a		8,00 (0,95) ^a		7,82 (0,94) ^a		-0,27 (-1,39;0,84)	1,000	-0,09 (-1,20;1,01)	1,000	0,18 (-0,78;1,15)	1,000
NC x C		-1,03 (-1,85;-0,22)*	0,013	-1,00 (-1,68;-0,32)*	0,003	-0,83 (-1,50;-0,16)*	0,014						
Avaliação global													
Total	76	7,30 (1,26)		7,63 (1,07)		7,58 (1,09)		-0,33 (-0,78;0,12)	0,248	-0,28 (-0,73;0,18)	0,444	0,05 (-0,37;0,47)	1,000
Não celíaco	65	7,29 (1,25)		7,65 (1,09)		7,57 (1,09)		-0,35 (-0,85;0,14)	0,255	-0,28 (-0,77;0,22)	0,537	0,08 (-0,38;0,53)	1,000
Celíaco	11	7,36 (1,30)		7,55 (0,99)		7,64 (1,07)		-0,18 (-1,36;1,00)	1,000	-0,27 (-1,49;0,94)	1,000	-0,09 (-1,14;0,96)	1,000
NC x C		-0,07 (-0,90;0,75)	0,866	0,10 (-0,54;0,74)	0,758	-0,07 (-0,75;0,62)	0,848						
Intenção de compra													
Geral	76	3,92 (1,00)		4,08 (0,90)		3,96 (0,98)		-0,16 (-0,53;0,21)	0,916	-0,04 (-0,42;0,34)	1,000	0,11 (-0,25;0,49)	1,000
Não celíaco	65	3,86 (1,01)		4,03 (0,93)		3,89 (0,99)		-1,69 (-0,58;0,24)	0,956	-3,08 (-0,45;0,39)	1,000	1,38 (-0,26;0,54)	1,000
Celíaco	11	4,27 (0,86)		4,36 (0,64)		4,36 (0,77)		-9,09 (-0,87;0,69)	1,000	-9,09 (-0,93;0,74)	1,000	-7,74 (-0,72;0,72)	1,000
NC x C		-0,41 (-0,98;0,15)	0,154	-0,33 (-0,77;0,11)	0,139	-0,47 (-0,99;0,04)	0,073						

Médias de todos os atributos, seguidas do desvio padrão (DV) entre parênteses. Médias seguidas pelo asterisco (*) apresentam diferença estatística significativa ($p > 0,05$).

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%).

1 Os atributos de aparência, cor, sabor e avaliação global não apresentaram diferença
2 estatística significativa ($p>0,05$) entre avaliadores não celíacos e celíacos como também não
3 demonstrou para os três tratamentos avaliados.

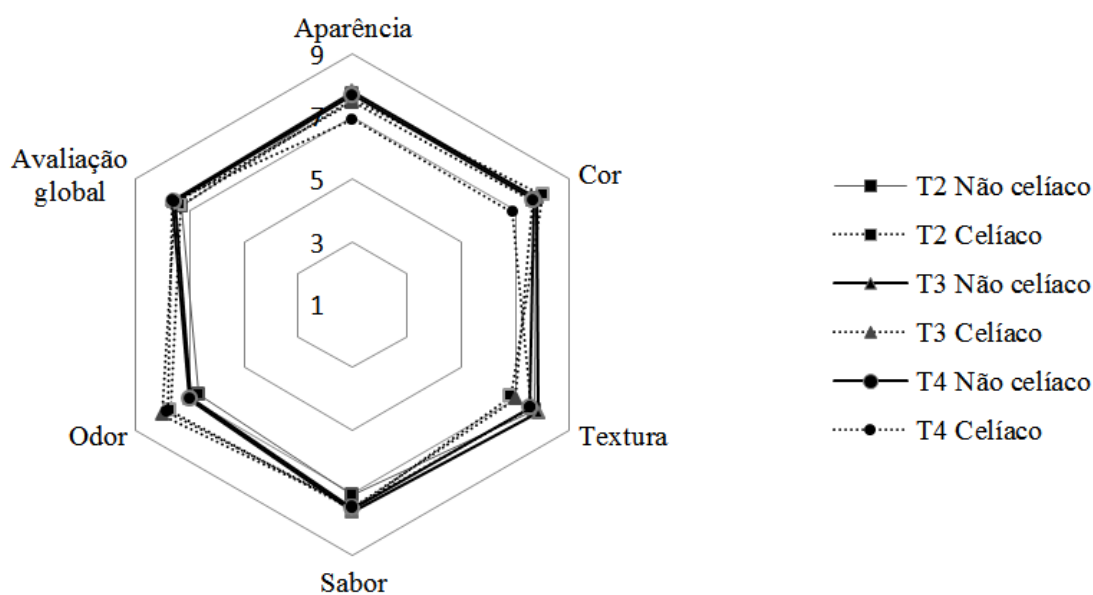
4 Na análise da intenção de compra, não foi demonstrada diferença estatística
5 significativa, entre os dois grupos para nenhum dos três tratamentos. Ainda assim, foram
6 atribuídas a intenção de compra notas altas, onde a nota 4 corresponde a “provavelmente
7 compraria” (tabela 5).

8 Quanto ao atributo textura foi observado diferença estatística significativa ($p<0,05$)
9 entre avaliadores celíacos e não celíacos, sendo que o grupo não celíaco demonstrou maior
10 aceitabilidade (7,86) em relação ao grupo celíaco (7,00) que demonstrou ser mais exigente
11 sobre a textura do tratamento 3 (75% farinha de tef, 12,5% de fécula de mandioca e 12,5% de
12 farinha de arroz).

13 Quanto ao odor, a correlação entre não celíacos e celíacos também apresentou
14 diferença estatística significativa ($p<0,05$) na percepção para os três tratamentos avaliados.
15 Quando comparados os grupos, a maior média foi do grupo celíaco, indicando maior
16 aceitabilidade para os tratamentos T2 (7,73), T3 (8,00) e T4 (7,82). O grupo não celíaco foi
17 mais exigente para esses três tratamentos, dando notas mais baixas para o T2 (6,69), T3 (7,00)
18 e T4 (6,98). Os atributos avaliados entre os avaliadores não celíacos e celíacos estão
19 ilustrados na figura 5.

20 Através do gráfico aranha evidencia-se a diferenciação entre não celíacos (linha
21 contínua) e celíacos (linha pontilhada). Para os atributos de textura e odor, na figura 5, sendo
22 que, para textura os avaliadores celíacos foram mais exigentes (linha pontilhada para o centro
23 do gráfico) em relação ao tratamento 3 em relação aos não celíacos. Enquanto ao odor, os
24 avaliadores celíacos foram menos exigentes em relação aos não celíacos para todos os três
25 tratamentos com farinha de tef (100%, 75% e 50%). Para os demais atributos não houve
26 diferença estatística significativa.

27



28

Figura 5 – Atributos avaliados entre os grupos não celíacos e celíacos sobre a aceitabilidade e intenção de compra dos pães elaborados.

29

Poucos estudos abordaram uma correlação entre dois grupos, não celíacos e celíacos. Laureati *et al.* (2012) demonstraram resultados similares ao relatado no presente estudo, quando avaliaram a aceitabilidade entre dois grupos, não celíacos ($n = 85$) e celíacos ($n = 21$), evidenciaram-se que não houve diferença estatística significativa, porém destaca-se que as autoras utilizaram outra metodologia, a avaliação por painel, e trabalharam com avaliadores treinados, enquanto que no presente estudo os avaliadores realizaram a avaliação sensorial sem treinamento prévio.

A utilização de um hidrocolóide, como a goma xantana é capaz de favorecer as preparações com a utilização de farinha de tef, como também farinha de arroz, conforme demonstrado nos estudos de Hager e Arendt (2013) e Preichardt *et al.*, (2009). A interação entre a goma xantana e determinadas farinhas é dependente de alguns fatores, como o valor de pH, calor, entre outros (Hager e Arendt, 2013). Devido a goma xantana ser adicionada somente nos tratamentos com farinha de tef essa pode ter favorecido a maior aceitabilidade pelos avaliadores.

Além disso, a hidratação dos grãos de tef pode ter ocasionado um favorecimento da aceitabilidade dos pães, quando comparado a avaliação sensorial realizada em outros estudos, visto que as notas atingidas foram satisfatórias em todas as avaliações, tanto para grupos celíacos como não celíacos.

47

48 De acordo com Ricarte *et al.*,(2019), a análise sensorial é importante não somente para
49 avaliar a qualidade do alimento como também a aceitabilidade mercadológica do mesmo.
50 Alguns estudos demonstram o baixo potencial mercadológico de alimentos sem glúten, como
51 os autores Montagner e Storck (2019) que avaliaram bolos sem glúten com utilização de
52 farinha de sorgo e observaram baixa intenção de compra com resultado que 68%
53 provavelmente compraria bolo com farinha de sorgo nativo e 38% provavelmente compraria
54 bolo com sorgo fostatado.

55 No estudo de Pagliarini *et al.* (2010) foi realizada a avaliação sensorial com 17
56 avaliadores celíacos treinados, a partir de seis pães sem glúten já comercializados no mercado
57 italiano, e observaram que entre 22 atributos sensoriais entre aparência, aroma, sabor, *flavour*
58 e textura, os atributos sensoriais mais relevantes de pães sem glúten foram a aparência do pão
59 (cor e porosidade), odor (odor de levedura) e textura (adesividade e elasticidade). Quando
60 relacionado ao odor, estes resultados correspondem aos achados no presente estudo, visto que
61 para o atributo de odor, os celíacos apresentaram menores notas (para todos os tratamentos)
62 quando comparado aos avaliadores não celíacos. Quanto a textura os celíacos foram menos
63 exigentes (tratamento 3) em relação aos não celíacos.

64 A participação de indivíduos celíacos em testes sensoriais é muito relevante, pois a
65 avaliação sensorial é comumente usada para a melhoria da qualidade dos produtos sem glúten.
66 Porém, isso pode ser pouco resolutivo se os indivíduos envolvidos em testes sensoriais não
67 forem consumidores regulares de produtos sem glúten. Neste contexto, é razoável assumir que
68 seguir uma dieta, as vezes desde o nascimento ou na primeira idade, pode ter um impacto
69 diferente sobre a percepção alimentar dos consumidores celíacos e não celíacos (LAUREATI
70 *et al.*, 2012). Também percebeu-se que o consumo de pães com glúten anterior ao diagnóstico
71 por pessoas celíacas pode causar uma avaliação distinta daquela avaliada por celíacos que
72 nunca consumiram preparações com glúten. O período distinto no qual os avaliadores obtiveram
73 o diagnóstico da doença celíaca pode ocasionar resultados inconsistentes (PAGLIARINI *et*
74 *al.*, 2010)

75 Infelizmente, não há na literatura outros trabalhos sobre a comparação sensorial entre
76 consumidores celíacos e não celíacos.

77 É importante investigar em estudos futuros, um número maior de avaliadores celíacos,
78 análise sensorial com ambos os grupos treinados e outras preparações utilizando a farinha de
79 tef.

80 O estudo apresentou o tamanho da sua amostra, referente ao tamanho do grupo de
81 avaliadores celíacos, proporcional a prevalência mundial de 1%, percentual demonstrado na
82 Diretriz Global da Organização Mundial de Gastroenterologia (2016).

83 Ao estar em número reduzido permitiu uma comparação com o grupo não celíaco,
84 porém essa comparação deu-se com alto desvio padrão devido à diferença entre o tamanho
85 dos dois grupos.

86

87 **Conclusões**

88

89 O pão com 75% de farinha de tef foi o mais bem avaliado em ambos os grupos. Em
90 relação a aceitabilidade dos não celíacos e celíacos todos os tratamentos e atributos foram
91 bem avaliados, visto que, receberam notas acima de 6,7 e 6,8 (“gostei ligeiramente”),
92 respectivamente.

93 O grupo não celíaco demonstrou maior aceitabilidade pelo atributo textura para todos os
94 pães com tef (100%, 75% e 50%), para o atributo de sabor os pães mais bem avaliados foram
95 o pão com trigo e de 75% e 50% de tef. Os demais atributos, aparência, cor, odor, avaliação
96 global e intenção de compra, foram tão bem aceitos quanto o pão de trigo.

97 Para o grupo celíaco, a cor foi melhor aceita para os pães com 100% tef e 75% tef.

98 A intenção de compra dos avaliadores celíacos alcançou notas acima de 4,0
99 (“Provavelmente compraria”) para os tratamentos avaliados.

100 Todos os grupos e tratamentos avaliados ultrapassaram os 70% no índice de
101 aceitabilidade, garantindo potencial mercadológico.

102 Houve diferença na percepção dos grupos não celíacos e celíacos para os atributos textura
103 e odor, sendo que os não celíacos avaliaram melhor a textura dos pães com tef do que o pão
104 com farinha de trigo. Observar aceitabilidade e identificar as necessidades, especialmente dos
105 indivíduos celíacos proporcionará facilidade na elaboração de novas formulações de
106 alimentos, como pães e garantirá maior satisfação e qualidade dos alimentos de panificação
107 sem glúten.

108

109 **Referências**

110

111 ARENDT, E.; BELLO, F. Gluten-Free Cereal Products and Beverages. Book. 464p.
112 **Academic Press**, 2008.

113

114 AMPARO, G. K. S.; LIMA, C. F. da M.; SILVA, A. D. da; NIHEI, J. S.; PASSOS, R. A.;
115 MAGALHÃES, C. G. Repercussões da Doença Celíaca na Qualidade de Vida de Sujeitos
116 Adultos. **Rev Fund Care**. v.11, n.3, p.809-815, 2019.

117

118 BRASIL, Lei N.º 10.674, de 16 de maio de 2003. **Casa Civil**. Disponível em:
119 http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.674.htm Acesso em: 02 jan, 2020.

120

121 BRASIL, Resolução CNS nº 466, de 12 de dezembro de 2012. **Diário Oficial da União**:
122 Seção 1, Brasília, DF, p. 59-62, 13 jun, 2013.

123

124 CALLE, J.; BENAVENT-GIL, Y.; ROSELL, C. M. Food hydrocolloids development of
125 gluten free breads from Colocasia esculenta flour blended with hydrocolloids and enzymes.
126 **Food Hydrocolloids**, v.98, n.1, 2020.

127

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

130

131 CODEX STAN 118-1979. Standard for foods for special dietary use for persons intolerant to
132 gluten Adopted in 1979. Amendment: 1983 and 2015. Revision: 2008.

133

134 COLEMAN, J.; ABAYE, A. O.; BARBEAU, W.; THOMASON, W. The suitability of teff
135 flour in bread, layer cakes, cookies and biscuits. **International Journal of Food Sciences
136 and Nutrition**, v.64, n.7, p.877-881, 2013.

137

138 Diretriz Global da Organização Mundial de Gastroenterologia. **Doença celíaca**, 2016
139 Disponível em: [http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/celiac-
140 disease-english-2016.pdf](http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/celiac-disease-english-2016.pdf).

141

142 DOMINGUES, G. DE S.; CONTER, L. F.; ANDERSSON, G. B.; PRETTO, A. D. B. Perfil e
143 práticas alimentares de acadêmicos do curso de nutrição. **Revista Brasileira de Obesidade,
144 Nutrição e Emagrecimento**, v.13, n.77, p.46-53, 2019.

145

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

150

151 FAO - Food and Agriculture Organization of the united nations. **World Food Situation: FAO
152 Cereal Supply and Demand Brief**, 2017.

153

154 GEBREMARIAM, M. M.; ZARNKOW, M.; BECKER, T. Teff (*Eragrostis tef*) as a raw
155 material for malting, brewing and manufacturing of gluten-free foods and beverages: a
156 review. **J Food Sci Technol**, v.51, n.11, p.2881-2895, 2014.

157

- 158 HAGER, A. S.; ARENDT, E.K. Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan
159 gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain
160 characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, tef and buckwheat. **School of food
161 and nutritional sciences**, v.32, n.1, p.195-203, 2013.
162
- 163 HAUPT-JORGENSEN, M.; HOLM, L. J.; JOSEFSEN, K.; BUSCHARD, K. Possible
164 prevention of diabetes with a gluten-free diet. **Nutrients**, v.10, n.11, p.1746, 2018.
165
- 166 HOMEM, R. V.; JOAQUIM, A. DOS S.; DA SILVA, H. P.; EVANGELISTA, S. M.;
167 KOMEROSKI, M. R.; DONEDA, D.; ROCKETT, F. C.; SCHMIDT, H. O.; RIOS, A. DE O.;
168 SCHÄFER, L.; RODRIGUES, C. E.; KIST, T. L.; DE OLIVEIRA, V. R. Effect of Teff
169 (*Eragrostis tef*) on Chemical and Technological Quality of Gluten-free Breads. **Journal of
170 Culinary Science & Technology**, p.1-14, 2019.
171
- 172 IBM SPSS Statistics 21. IBM. 2012. Software. Disponível em:
173 <http://www01.ibm.com/software/analytics/spss/products/statistics/>
174
- 175 KUTLU, T. Gluten-free diet: is it really always beneficial? **Turk Pediatri Ars**. v.54, n.2, p.73-
176 75, 2019.
177
- 178 LANZILLOTTI, H. S.; BARROS, M. E.; JESUS, L. D. S.; MARCHITTO, R. R.;
179 PORTELLA, E. S.; SOARES, E. A. Estimativa do padrão alimentar de estudantes de nutrição
180 de uma universidade estadual do rio de janeiro, Brasil. **Demetra: Alimentação, Nutrição &
181 Saúde**, v.14, n.1, p.1-21, 2019.
182
- 183 LEONARD, M. M.; SAPONE, A.; CATASSI, C.; FASANO, A. Celiac disease and nonceliac
184 gluten sensitivity. **Jama**, v.318, n.7, p.647, 2017.
185
- 186 LUDVIGSSON, J. F.; LEFFLER, D. A.; BAI, J. C.; BIAGI, F.; FASANO, U.; PH, V.;
187 HADJIVASSILIOU, H.; KAUKINEN, K.; KELLY, C. P.; LEONARD, J. N.; LUNDIN, K. E.;
188 MURRAY, J. A.; SANDERS, D. S.; WALKER, M. S.; ZINGONE, F.; CIACCI, C The Oslo
189 definitions for coeliac disease and related terms. **Gut**. v.62, n.1, p.43-52, 2013.
190
- 191 MINTEL. Tendências em alimentos e bebidas. **Mintel International Group**, 2016.
192 Disponível em: <http://bit.ly/2tFi62e>. Acesso em: 12 dez. 2019.
193
- 194 MONTAGNER, G. E.; STORCK, C. R. Sensory analysis and the composition of gluten-free
195 cakes with phosphate sorghum flour. **Disciplinarum Scientia| Saúde**, v.20, n.2, p.497-504,
196 2019.
197
- 198 MUNHOZ, M. P.; OLIVEIRA, J.; DOS ANJOS, J. C.; GONÇALVES, R. D.; LOPES, J. F.;
199 CELEMI, L. G. Perfil nutricional e hábitos alimentares de universitários do curso de nutrição.
200 **Revista Saúde UniToledo**, v.1, n.2, p.68-85, 2017.
201
- 202 ORTOLAN, F.; STEEL, C. J. Protein characteristics that affect the quality of vital wheat
203 gluten to be used in baking: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food
204 Safety**. v.16, n.13, p.369-381, 2017.
205

- 206 PAGLIARINI, E.; LAUREATI, M.; LAVELLI, V. Sensory evaluation of gluten-free breads
207 assessed by a trained panel of celiac assessors. **European Food Research and Technology**,
208 v.231, n.1, p.37-46, 2010.
- 209
210 PERRIN, L.; ALLÈS, B.; BUSCAIL, C.; RAVEL, C.; HERCBERG, S.; JULIA, C.; KESSE-
211 GUYOT, E. Gluten-free diet in French adults without coeliac disease: sociodemographic
212 characteristics, motives and dietary profile. **British Journal of Nutrition**, v.122, n.2 p.1-9,
213 2019.
- 214
215 PETERS, S. L.; BIESIEKIERSKI, J. R.; YELLAND, G. W.; GIBSON, P. R. Randomised
216 clinical trial: gluten may cause depression in subjects with non-coeliac gluten sensitivity – an
217 exploratory clinical study. **Aliment. Pharmacol. Ther.**, v.39, n.10, p.1104-1112, 2014.
- 218
219 PREICHARDT, L. D.; VENDRUSCOLO, C. T.; GULARTE, M. A.; MOREIRA, A. S. Efeito
220 da goma xantana nas características sensoriais de bolos sem glúten. **Revista Brasileira de**
221 **Tecnologia Agroindustrial**, v.3, n.1, p.70-76, 2009.
- 222
223 R CORE TEAM (2015). R: A language and environment for statistical computing. R
224 Foundation for Statistical. Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>. Acesso em
225 10 de out. de 2019.
- 226
227 RICARTE, D.; DE ALMEIDA J. B. L.; ZOCATELI, G. A. F.; BARRETO, R. L. F.;
228 GUIMARÃES, M.; DE SOUZA FERREIRA, R.; GUIMARÃES, N. S. Análise sensorial de
229 preparações com batata yacon: revisão sistemática. **HU Revista**, v. 45, n.4, p.431-440, 2019.
- 230
231 SADIK, J. A.; DEMELASH, B.; GIZAW, M. Hydration kinetics of teff grain. **Agricultural**
232 **Engineering International: CIGR Journal**, v.15, n.1, p.124-130, 2012.
- 233
234 SAINSBURY, K.; MULLAN, B. Measuring beliefs about gluten free diet adherence in adult
235 coeliac disease using the theory of planned behaviour. **Appetite**, v.56, p.476-483, 2011.
- 236
237 SINGH, P.; ARORA, A.; STRAND, T. A.; LEFFLER, D. A.; CATASSI, C.; GREEN, P. H.;
238 KELLY, C. P.; AHUJA, V.; MAKHARIA, G. K. Global prevalence of celiac disease:
239 systematic review and meta-analysis. **Clin Gastroenterol Hepatol**. v.16, n.6, p.823-836,
240 2018.
- 241
242 TEIXEIRA, L.V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Rev Ins Latic Cândido Tostes**.
243 v.64, n366, p.12-21, 2013.
- 244
245 TESS, M.; BHADURI, S.; GHATAK, R.; NAVDER, K. P. Physical, textural and sensory
246 characteristics of gluten free muffins prepared with teff flour (*Eragrostis tef* (zucc) trotter).
247 **Journal of food process technology**, v.6, n.9, p.2-5, 2015.
- 248
249 THERRIEN, A.; KELLY, C. P.; SILVESTER, J. A. Celiac Disease. **Journal of Clinical**
250 **Gastroenterology**, v.54, n.1, p.8-21, 2020.
- 251
252 VIANA, L. T. Sensory analysis in the food industry. **Revista Instituto Laticínios Cândido**
253 **Tostes**; v.64, n.366, p.12-21, 2009.
- 254

- 255 WGO. WORLD GASTROENTEROLOGY ORGANISATION. **Celiac Disease Global**
256 **Guidelines**. 35p, 2016. Disponível em:
257 [http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/ceciac-disease-english-](http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/ceciac-disease-english-2016.pdf)
258 [2016.pdf](http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/ceciac-disease-english-2016.pdf).
259
260 WOLDEMARIAM, K. Y. Other Typical Pseudo-cereals in Diet. **Bioactive Factors and**
261 **Processing Technology for Cereal Foods**, p. 233–259, 2019.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de analisar as preparações alimentares de panificação com tef em uma revisão de literatura possibilitou abordar características químicas, tecnológicas e sensoriais e propiciou o conhecimento e estudo aprofundado sobre a tef de uma maneira geral. Foi observada também a escassez de estudos a respeito de compostos bioativos, especialmente atividade antioxidante e teor de vitaminas em preparações utilizando a tef. Ainda assim, os aspectos nutricionais revelaram que quanto maior o percentual de tef, maiores os teores de fibras totais, fibras do tipo solúveis e do tipo insolúveis, minerais, capacidade antioxidante e flavonoides. As preparações mais abordadas nos estudos foram os pães e *muffins*. Menores teores de tef, entre 5% a 10%, evidenciaram características tecnológicas positivas. Observou-se uma lacuna a respeito das avaliações sensoriais com preparações de tef, além disso, foram identificados somente dois estudos com avaliação sensorial com celíacos, sendo que, aqueles com menores teores de tef (5% a 10%) foram mais bem aceitos.

Por apresentar potencial tecnológico devido à ausência de glúten, este cereal merece ter suas características tecnológicas mais investigadas na panificação, como também avaliação sensorial de novas preparações, com o propósito de maior aceitação, especialmente com indivíduos com a doença celíaca.

O segundo artigo possibilitou explorar compostos bioativos, atividade antioxidante e teor de vitaminas em uma preparação de tef em laboratórios. Maior a quantidade de farinha de tef nos pães, maior a atividade antioxidante demonstrada pelo radical ABTS.

Essas características podem favorecer preparações alimentares nutricionalmente promissoras, e, independente da tef ser utilizada em pequenas quantidades, podemos perceber que ela já é capaz de favorecer os consumidores, especialmente beneficiar os consumidores celíacos. Além disso, a tef é um cereal com potencial para ser explorado em outras preparações.

No último artigo, sobre a análise sensorial, evidenciou-se que maiores teores de tef obtiveram maior aceitabilidade em grupos de pessoas não celíacas e celíacas. A preparação com 75% de farinha de tef foi a preparação mais bem avaliada. Além disso, os pães com tef receberam notas altas, sendo que foram avaliados com a mesma aceitabilidade que o pão de trigo no grupo de pessoas não celíacas. As formulações de pães demonstraram potencial mercadológico, visto que, os grupos e tratamentos avaliados ultrapassaram os 70% no índice de aceitabilidade

Houve diferença na percepção de não celíacos e celíacos para os atributos textura e odor, sendo que os não celíacos avaliaram melhor a textura dos pães com tef do que o pão com farinha de trigo.

A tef é um cereal com múltiplas utilizações e alto potencial nutricional. Suprir a demanda das condições: econômicas (conforme seu cultivo), de variabilidade de alimentos sem glúten e nutricional, é uma estratégia que pode ser bem executada com a farinha deste grão, uma vez que a incidência de doença celíaca aumenta progressivamente e evidencia-se a insegurança alimentar e a necessidade de explorar cereais subutilizados.

A tef é um alimento com o custo elevado e ainda pouco conhecido entre a população e profissionais da área de alimentos, tendo em vista sua relevância, os grãos de tef podem ser mais explorados em novas preparações, com outros alimentos associados, contribuindo com a segurança alimentar, especialmente para a população celíaca.

REFERÊNCIAS

- ABEBE, W.; RONDA, F. Rheological and textural properties of tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] grain flour gels. **Journal of cereal science**, London, v.60, n.1, p. 122-130, 2014.
- 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**, London, v.55, n.1, p.22-30, 2012.
- 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**, [s.l.], v.6, n.177, p.891-902, 2015.
- ASSEFA, K.; CHANYALEW, S.; TADELE, Z. **Millets and sorghum: biology and genetic improvement** (1st ed.), Patil, J.V.; John Wiley e Sons, p. 226, 2017.
- 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, 2006.
- BAYE, K. Tef: nutrient composition and health benefits. Ethiopia strategy support program, v.34, n.67, p.1-18, 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. Doença Celíaca Portaria. PORTARIA Nº 307/SAS/MS, DE 17 DE SETEMBRO DE 2009. Diário oficial da união. Poder Executivo, Brasília, DF, 17 nov. 2009. Disponível em: <<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/fevereiro/05/Doen--a-Cel--aca---PCDT-Formatado---port1449-2015.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2019.
- 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 2019
- 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. **Teff: Overview** C. Wrigley, H. Corke, K. Seetharaman, J. Faubion (Eds.), Encyclopedia of food grains (2nd ed.), Elsevier, Oxford, p. 209–220, 2016.

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, 2013.

COZZOLINO, S. M. F.; Biodisponibilidade de nutrientes 5. ed. - Barueri, SP, Manole, 2016.

CSA. Agricultural Sample Survey for 2013/14. **Statistical bulletin**, 532. Addis Ababa, Ethiopia: Central statistical agency, 2014.

DÍEZ, J. M. **Caracterización de la harina de tef para su uso en panificación**. Valladolid, 2012. 30f. Dissertação (Mestrado) - Escuela técnica superior de ingenierías agrarias, Universidad de Valladolid, Valladolid, 2012.

Diretriz Global da Organização Mundial de Gastroenterologia. **Doença celíaca**, 2016 Disponível em: <http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/celiac-disease-english-2016.pdf>.

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

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

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, Universidad Politécnica de Madrid. p.87-90, 2010.

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, 2015.

FORSIDO, S. K.; RUPASINGHE, H. P. V.; ASTATKIE, T. Antioxidant capacity, total phenolics and nutritional content in selected ethiopian staple food ingredients. **Int J Food Sci Nutr**; v.64, n.8, p.915–920, 2013.

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

GATTI, SIMONA LIONETTI, E., BALANZONI, L., VERMA, A. K., GALEAZZI, T., GESUITA, R., SCATTOLO, N.; CINQUETTI, M.; FASANO, A.; CATASSI, C.; ANNIBALI, R, BALDO, G. D.; FRANCESCHINI, E.; PALPACELLI, A.; MONACHESI, C.; CATASSI, G. N.; TREVISAN, M. T.; ANTON, G.; COLOMBARI, A. M. Increased prevalence of celiac disease in school-age children in Italy. **Clinical Gastroenterology and Hepatology**, 2019.

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, 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, 2016.

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, 2013.

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, 2008.

JERICO, H.; SANSOTTA, N.; GUANDALINI, S. Extraintestinal manifestations of celiac disease: effectiveness of the gluten-free diet. **J Pediatr Gastroenterol Nutr**, v.65, p.75–79, 2017.

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, 2015.

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.

KOTÁSKOVÁ, E.; SUMCZYNSKI, D.; MLČEK, J.; VALÁŠEK, P. Determination of free and bound phenolics using HPLC-DAD, antioxidant activity and in vitro digestibility of *Eragrostis tef*. **Journal of Food Composition and Analysis**. v.46, p.15-21, 2015.

LEVINSON-CASTIEL, R.; ELIAKIM, R.; SHINAR, E.; PERETS, T.; LAYFER, O.; LEVHAR, N.; SCHVIMER, M.; MARDERFELD, L.; BEN-HORIN, S.; SHAMIR, R. Rising prevalence of celiac disease is not universal and repeated testing is needed for population screening. **United European Gastroenterology Journal**. v.7, n.3, p.412–418, 2019.

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.

MANCEBO, C.; PICÓN, J.; GÓMEZ, M. Effect of flour properties on the quality characteristics of gluten free sugar-snap cookies. **LWT - Food Science and Technology**. v.64, n.1, p.264-269, 2015.

MUHAMMAD, H., REEVES, S., E JEANES, Y. M. Identifying and improving adherence to the gluten-free diet in people with coeliac disease. **Proceedings of the Nutrition Society**, p.1–8, 2019.

NORRIS, J. M.; BARRIGA, K.; HOFFENBERG, E. J.; TAKI, J.; 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, 2005.

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, 2016.

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**, London, v.64, p.139-146, 2015.

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

SOARES JÚNIOR, M.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, 2006.

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.

THERRIEN, A., KELLY, C. P., E SILVESTER, J. A. Celiac Disease. **Journal of Clinical Gastroenterology**, v.54, n.1, p.8–21, 2020.

USDA – United States Department of Agriculture. Disponível em: <http://www.usda.gov>
Acesso em:05 de janeiro de 2020.

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, 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, 2010.

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

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

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

APÊNDICES

APÊNDICE A – Modelo do cartaz para convite da análise sensorial com celíacos.

Convite para avaliação sensorial

Projeto: Análise química, sensorial e atividade antioxidante de pães de tef (*Eragrostis tef*) como alternativa para celíacos

Convidamos aos interessados, com doença celíaca 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: 21/11/2018

Horário: 15h00 – 18h00

Local: Laboratório de Técnica Dietética- FAMED/UFRGS Rua Ramiro Barcellos, 2400–
Térreo.

Pesquisadora responsável: Nutricionista Dr^a. Viviani Ruffo de Oliveira

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

APÊNDICE B – Modelo do cartaz para o convite da análise sensorial via rede social.



SE VOCÊ É **CELÍACO**
VENHA PARTICIPAR!

**DATA E
HORÁRIO:
21/11/2018
15h00 às 18h00**

**OFICINA
"DESMISTIFICANDO A
ALIMENTAÇÃO SEM
GLÚTEN" E ANÁLISE
SENSORIAL**

Laboratório de Técnica Dietética
Prédio da FAMED - UFRGS

 **PPGANS**
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
DE ALIMENTAÇÃO, NUTRIÇÃO E SAÚDE

Projeto de Extensão
Graduandas Larissa Lira e
Raquel Haas
Mestrandas Raísa Vieira e
Marina Komeroski
Prof^ª. Viviani Ruffo

 **UFRGS**
PROEXT

APÊNDICE C – Termo de Concordância da ACELBRA em participar do estudo.



Ofício 002/2018

Porto Alegre , 13 de março de 2018

Ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS

A Associação de Celíacos do Brasil - Seção RS - **Acelbra RS** vem por meio deste declarar ciência do teor do Projeto de Pesquisa de Mestrado da Nutricionista **Raísa Vieira Homem**, referente à análise sensorial que será realizada pelos membros a **ACELBRA RS**, de pães elaborados com o cereal Tef, associados à outras farinhas, livre de glúten.

Atenciosamente,

Fabiana Magnabosco de Vargas

Fabiana Magnabosco
Presidente Acelbra RS

APÊNDICE D – Ficha para avaliação sensorial das preparações 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°
Aparência			
Cor			
Textura			
Sabor			
Odor			
Aceitação global			

APÊNDICE E – Ficha para avaliação de intenção de compra

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

Amostra n°	Amostra n°	Amostra n°

APÊNDICE F – Termo de consentimento livre e esclarecido.

**Projeto: Análise química, sensorial e atividade antioxidante de
pães de 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: Indivíduos celíacos **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. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo, 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 três 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 2). 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 3).

III. Desconfortos e riscos:

Esses procedimentos de avaliação serão realizados com indivíduos com doença celíaca 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, visto que haverá manipulação adequada para evitar a contaminação com glúten. Esses procedimentos de avaliação somente serão realizados se os participantes tiverem disponibilidade, doença celíaca 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. Afirmo 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, com doença celíaca e que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão se assim eu desejar. Caso tiver novas perguntas sobre este estudo, posso recorrer 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