

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

ANGÉLICA MARIA DELOVO FERNANDES

DESENVOLVIMENTO DE BISCOITO TIPO *COOKIE* ISENTO DE GLÚTEN

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2017

ANGÉLICA MARIA DELOVO FERNANDES

DESENVOLVIMENTO DE BISCOITO TIPO *COOKIE* ISENTO DE GLÚTEN

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos, do Departamento de Alimentos – DALIM – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Renata Barros Fuchs.

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Flávia Aparecida Reitz Cardoso.

CAMPO MOURÃO

2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão

Departamento Acadêmico de Alimentos
Engenharia de Alimentos



TERMO DE APROVAÇÃO

DESENVOLVIMENTO DE BISCOITO TIPO *COOKIE* ISENTO DE GLÚTEN

POR

ANGÉLICA MARIA DELOVO FERNANDES

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado em 01/12/2017 às 9:00 horas como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof.^a Dr.^a. Renata Hernandez Barros Fuchs

Orientador

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

Membro da banca

Prof.^a Dr.^a. Leila Larisa Medeiros Marques

Membro da banca

Nota: O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos da UTFPR *Campus* Campo Mourão.

AGRADECIMENTOS

Minhas primeiras palavras de agradecimento devem ir a Deus, pois ele me deu força para que eu fosse capaz de concluir este trabalho.

Agradeço a minha família, nomeadamente ao meu pai Marco Antônio Fernandes e minha mãe Elisandra Cristina Delovo Fernandes, por me aconselharem e me apoiarem em todos os momentos, e ao meu irmão Caio por me incentivar nas horas difíceis.

Agradeço a minha orientadora científica Prof. Doutora Renata Hernandez Barros Fuchs, e minha coorientadora científica Prof. Doutora Flávia Aparecida Reis Cardoso, por toda paciência e ajuda a mim empregada.

Por último, mas não menos importante aos meus amigos, por estarem sempre ao meu lado e tornarem esta trajetória muito mais agradável.

A todos que participaram ou colaboraram direta ou indiretamente no desenvolvimento deste trabalho, muito obrigada!

RESUMO

FERNANDES, Angélica Maria Delovo. **Biscoito tipo *cookie* isento de glúten**. 2017. 46. p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos), Departamento Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

A Doença Celíaca é uma doença autoimune que afeta indivíduos com predisposição genética, e impede que ingiram alimentos com glúten, proteína presente em muitos cereais, principalmente no trigo. Porém o glúten é uma substância que oferece características específicas as massas alimentícias. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um alimento do tipo *cookie* sem glúten, a partir da elaboração de nove formulações de *cookie* isentos de glúten, que foram realizadas por meio de delineamento experimental. A partir de uma formulação padrão com farinha de arroz, foram propostas outras formulações utilizando farinha de sorgo, farinha de teff e farinha de arroz. Estas formulações foram analisadas sensorialmente por cinquenta provadores, através de escala hedônica de 9 pontos, onde 9 corresponde à gostei muitíssimo e 1 corresponde à desgostei muitíssimo, sendo avaliados os atributos cor, sabor, textura e impressão global. Os atributos cor, sabor, textura e impressão global diferiram significativamente entre as amostras ($p < 0,05$), já o atributo odor não diferiu entre as amostras. Mesmo que as amostras diferiram entre si, as médias da impressão global variaram apenas de 6,84 a 7,82. Outro parâmetro analisado na análise sensorial foi a intenção de compra, por meio de escala de 5 pontos onde 1 corresponde a certamente compraria, e 5 correspondia a certamente não compraria. O mesmo apresentou resultado satisfatório onde as notas ficaram inferior a 2,5. A partir do resultado das análises foi formulado um *cookie* otimizado com o cruzamento das informações de teor de fibras, custos e intenção de compra. A formulação proposta foi de 40% de farinha de arroz, 35% de farinha de sorgo e 25% de farinha de teff. Por fim, foi possível desenvolver um alimento sem glúten com características sensoriais agradáveis, com alto teor de fibras, e custo aceitável.

Palavras-Chaves: Biscoitos sem glúten; doença celíaca; *cookie*; análise sensorial.

ABSTRACT

FERNANDES, Angélica Maria Delovo. **Biscoito tipo *cookie* isento de Glúten**. 2017. 46. p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos), Departamento Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

Celiac Disease is an autoimmune disease that affects individuals with genetic predisposition, and prevents them from ingesting foods with gluten, a protein found in many cereals, especially wheat. But gluten is a substance that offers specific characteristics to the pasta. The objective of this work was to develop a gluten-free *cookie*-type food. This work presents the elaboration of nine gluten-free *cookie* formulations, which were carried out through an experimental design. From a standard formulation with rice flour, other formulations were proposed using sorghum flour, teff flour and rice flour, differing only the percentages of the flour used. These formulations were analyzed sensorially by fifty tasters, through a hedonic scale of 9 points, where 9 corresponded to the most highly liked and 1 corresponded to the most disagreeable, being evaluated the attributes color, flavor, texture and overall impression. The attributes color, flavor, texture and overall impression differed significantly between samples ($p < 0.05$), since the odor attribute did not differ between samples. Even though the samples differed from each other, the overall impression averages ranged from only 6.84 to 7.82. Another parameter analyzed in the sensory analysis was the intention to buy, through a scale of 5 points where 1 corresponds to certainly buy, and 5 corresponds to certainly not buy. The same presented satisfactory results where the scores were lower than 2.5. From the analysis results, an optimized *cookie* was formulated with the cross-referencing of fiber content, cost and purchase intention information. The proposed formulation was 40% rice flour, 35% sorghum flour and 25% teff flour, with high fiber content, and acceptable cost.

Keywords: Gluten-free *cookies*; celiac disease; sensory analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Interação do glúten com fatores ambientais, imunes e genéticos na doença celíaca	15
Figura 2 - Ficha análise sensorial.....	24
Figura 3 – Média do atributo cor para as nove formulações.....	30
Figura 4 - Média do atributo odor para as nove formulações.	30
Figura 5 – Média do atributo sabor para as nove formulações.....	31
Figura 6 – Média do atributo textura para as nove formulações.....	31
Figura 7 - Média do atributo impressão global para as nove formulações.	32
Figura 8 - Formulação F1(a), F2(b), F3(c), F4(d), F5(e), F6(f), F7(g), 8(h), F9(i). 33	
Figura 9 – Variável resposta teor de fibras	35
Figura 10 – Variável resposta custo	36
Figura 11- Variável resposta impressão global.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição Nutricional das farinhas utilizadas	21
Tabela 2 - Formulação base para o biscoito do tipo <i>cookie</i>	22
Tabela 3 - Delineamento experimental de biscoito tipo <i>cookie</i>	23
Tabela 4 - Quantidade de fibras em gramas em cada 100 gramas de <i>cookie</i>	27
Tabela 5 - Custo necessário de ingredientes para produção de 100 gramas de <i>Cookie</i>	28
Tabela 6 - Perfil dos provadores	28
Tabela 7 - Médias e desvios padrões dos atributos para todas as formulações de <i>cookie</i>	29
Tabela 8 - Intenção de compra para os <i>cookies</i> isentos de glúten	35
Tabela 9 - Tabela nutricional da formulação otimizada F10	38

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	OBJETIVOS	13
2.1.	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1.	DOENÇA CELÍACA	14
3.1.1.	Glúten e Doença celíaca.....	14
3.1.2.	Fatores imunológicos.....	15
3.1.3.	Fatores Genéticos.....	15
3.1.4.	Fatores Ambientais.....	16
3.2.	TRATAMENTO DA DOENÇA CELÍACA.....	16
3.3.	PRODUTOS ALIMENTÍCIOS SEM GLÚTEN	17
3.4.	BISCOITO TIPO <i>COOKIE</i>	17
3.5.	ARROZ	18
3.6.	TEFF.....	19
3.7.	SORGO	20
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
4.1.	MATÉRIA PRIMA	22
4.2.	MÉTODOS.....	22
4.2.1.	Formulação padrão	22
4.2.2.	Planejamento da mistura.....	23
4.2.3.	Análise microbiológica	23
4.2.4.	Análise sensorial.....	24
4.2.5.	Análise teor de fibras.....	25
4.2.6.	Custos	25
4.2.7.	Composição Nutricional	25
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
5.1.	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	27
5.2.	TEOR DE FIBRAS.....	27
5.3.	CUSTOS.....	28

5.4.	ANÁLISE SENSORIAL	28
5.5.	COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DA FORMULAÇÃO OTIMIZADA	37
5.6.	CUSTO DA FORMULAÇÃO OTIMIZADA.....	38
6.	CONCLUSÃO.....	39
	REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

A Doença Celíaca (DC) é uma doença autoimune causada pela ingestão de alimentos que contêm glúten por indivíduos geneticamente predispostos (SDEPANIAN et al., 2005). O tratamento da doença celíaca ocorre apenas no controle da alimentação, excluindo o glúten da dieta. O glúten é uma substância elástica, aderente, insolúvel em água, responsável pela estrutura das massas alimentícias. É constituído por frações de gliadina e de glutenina, que, na farinha de trigo, totalizam 85% da fração proteica (ARAÚJO et al., 2010).

Cookie é um biscoito produzido com farinha de trigo, com alto nível de açúcar e gordura e pequena quantidade de água (COLUSSI et al., 2014). É possível encontrar no mercado biscoitos isentos de glúten, porém os produtos não possuem boa aceitação pelos consumidores (ZUCCO et al., 2011). Entretanto, a elaboração desses alimentos configura um grande desafio tecnológico, pois o glúten é uma proteína estrutural que oferece aparência, textura, e características como extensibilidade, elasticidade, e viscosidade nos produtos de panificação (LAZARIDOU et al., 2007).

É interessante então, a substituição da farinha de trigo por outras farinhas para aumentar a qualidade nutricional, através da adição de nutrientes e fibras que podem melhorar as características tecnológicas dos alimentos (GANORKAR; JAIN, 2014).

O *cookie* é um bom veículo para incluir compostos bioativos, e se destaca pela capacidade em abranger diversos ingredientes e formulações, além de possuir versatilidade a diferentes matérias primas e características do produto final (MARETI; GROSMANN; BENASSI, 2010).

Algumas opções de cereais podem ser utilizadas em substituição à farinha de trigo, como as farinhas de arroz, teff e sorgo. A farinha de arroz é uma boa opção por ser hipoalergênica, possuir sabor suave, coloração branca e adequada digestibilidade (SIVARAMAKRISHNAN; SENGE; CHATTOPADHYAY, 2004). A farinha de teff possui elevada quantidade de proteínas, carboidratos, fibras, vitaminas e minerais, tornando-a um alimento interessante para os celíacos (NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1996; YETNEBERK et al., 2004). A farinha de sorgo é constituída de carboidratos, fibras alimentares, compostos bioativos,

incluindo taninos, ácidos fenólicos, e antocianinas (NILSSON et al., 1997; GLITSØ; BACH KNUDSEN, 1999; SHIN et al., 2004; AWIKA; ROONEY, 2004; KAMATHA et al., 2004; DICKO et al., 2006). No estudo de Vieira et al. (2015), as formulações de biscoitos com farinhas mistas que substituíram a farinha de trigo, mesmo com a ausência das proteínas da mesma, resultaram em biscoitos com características típicas e desejáveis, e apresentaram bom rendimento. Assim como o trabalho de Mariani et al. (2015), onde *cookie* elaborado com mix de farinhas isentas de glúten incluindo a farinha de arroz, foi aceito sensorialmente pelos provadores, por estes *cookies* possuírem semelhanças com o biscoito padrão.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo desse trabalho é produzir e caracterizar biscoitos tipo *cookie* isentos de glúten utilizando farinhas de sorgo, teff e arroz.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Utilizar farinhas de sorgo, arroz e teff em substituição da farinha de trigo em formulações de *cookies*.
- Realizar as análises microbiológicas dos produtos desenvolvidos;
- Avaliar a aceitação dos biscoitos, através de análise sensorial.
- Determinar a melhor formulação de biscoito por meio dos dados obtidos no delineamento experimental.
- Calcular de forma indireta os itens a serem apresentados na tabela de informação nutricional do produto.
- Calcular o custo final do produto desenvolvido.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. DOENÇA CELÍACA

A Doença Celíaca (DC) é uma desordem do sistema imune causada pela ingestão de glúten (principal fração proteica presente no trigo, centeio e cevada), em indivíduos com tendência genética à doença. É identificada pela combinação de manifestações clínicas dependentes do glúten, anticorpos específicos, haplótipos HLA-DQ2 ou HLA-DQ8, e enteropatia (GREEN; JABRI, 2006; HUSBY et al., 2012). A doença celíaca ainda não é totalmente compreendida, e engloba a interação entre a ingestão de glúten, fatores imunológicos, genéticos e ambientais.

3.1.1. Glúten e Doença celíaca

Os peptídeos qualificados a desencadear a doença celíaca estão presentes nos cereais da tribo Triticeae, como o trigo, a cevada, e o centeio. Mesmo que no centeio e na cevada os compostos sejam a secalina e hordeína, respectivamente, convencionou-se utilizar “glúten” como o termo genérico para denominar essas proteínas (KUPFER; JABRI, 2012; LUDVIGSSON et al., 2013).

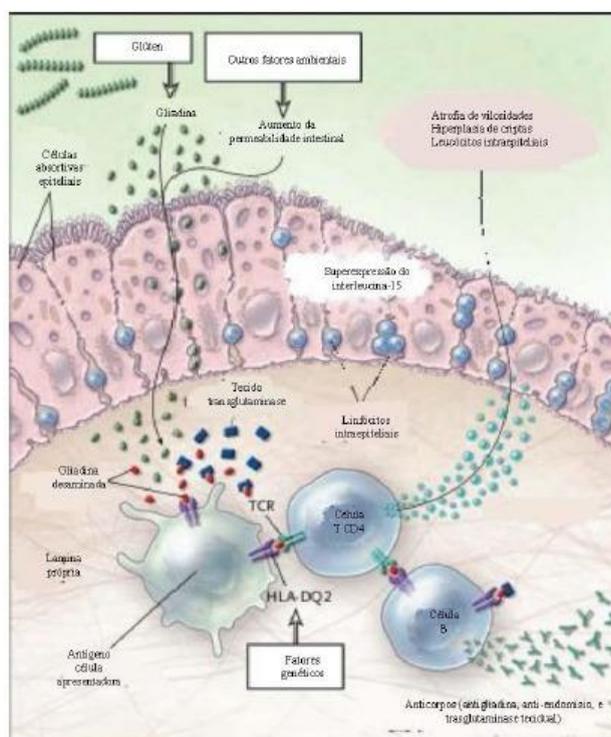
A glutenina e a gliadina representam a maior parte da proteína do glúten, composto de aminoácidos, e não são totalmente digeridas pelo trato gastrointestinal superior humano. Podem ser classificadas em solúveis e não solúveis, as glutelinas (glutenina) são solúveis em álcool etílico 70%, e as prolaminas (gliadina) solúveis em ácidos e bases diluídos (GREEN; CELLIER, 2007)

A toxicidade do glúten no corpo dos indivíduos celíacos é proveniente da gliadina. Moléculas de gliadina não digeridas são resistentes à degradação gástrica, pancreática, e das proteases, na borda da escova intestinal humana, permanecendo assim no intestino após a ingestão de glúten. Em episódios de infecção intestinal, peptídeos passam pela barreira epitelial do intestino e se relacionam com antígenos presentes no tecido conjuntivo das membranas mucosas (GREEN; CELLIER, 2007; DA SILVA NEVES et al., 2010).

3.1.2. Fatores imunológicos

Não é inteiramente conhecido o modo como acontece a resposta imune da doença celíaca (TRONCONE; AURICCHIO, 2007; KUPFER; JABRI, 2012). Nos indivíduos celíacos, a resposta imune à presença da gliadina estimula uma reação inflamatória, nas porções proximais do intestino delgado, com inflamação crônica de células e atrofia de vilosidades (Figura 1). Essa inflamação conduz a danos às vilosidades e causa hiperplasia das criptas (SDEPANIAN; MORAIS; FAGUNDES-NETO, 1999; GREEN; CELLIER, 2007).

Figura 1- Interação do glúten com fatores ambientais, imunes e genéticos na doença celíaca



Fonte: (GREEN; CELLIER, 2007).

3.1.3. Fatores Genéticos

Os fatores genéticos estão intensamente relacionados com a evolução da doença celíaca (GUTIERREZACHURY; COUTINHO DE ALMEIDA;

WIJMENGA,2011). Existem genes específicos presentes na maioria dos doentes celíacos, porém a presença deles não é sinônimo de que o indivíduo adoecerá (NASCIMENTO, 2014).

3.1.4. Fatores Ambientais

Os fatores ambientais constituem um importante papel no desenvolvimento da doença celíaca, segundo apontam alguns estudos (GREEN; CELLIER, 2007). Dentre esses fatores, o efeito protetor da amamentação e a época de introdução do glúten na alimentação das crianças (LUDVIGSSON; FASANO, 2012). Outros fatores como a modificação genética do trigo, os processos industriais de melhoramento da qualidade dos alimentos, como uso de enzimas transglutaminase microbiana, e os padrões da dieta dos ocidentais, que incentivam o consumo de grandes quantidades de glúten, também podem estar relacionados com o desenvolvimento da doença celíaca, especialmente na vida adulta (CABRERA-CHÁVEZ et al.,2008; RUBIO-TAPIA et al., 2009).

3.2. TRATAMENTO DA DOENÇA CELÍACA

O único tratamento possível atualmente para a doença celíaca é a exclusão vitalícia do glúten da dieta. A partir disso, os sintomas irão diminuir, assim como as características histológicas e sorológicas da doença, causando melhora na saúde e bem-estar dos indivíduos afetados pela doença (TACK et al., 2010; STOVEN; MURRAY; MARIETTA, 2012; TACK et al., 2013; TENNYSON et al., 2013; KAUKINEN; LINDFORS; MÄKI, 2014).

A retirada total dos alimentos que possuem glúten da alimentação do celíaco, pode ser dificultada pela contaminação dos alimentos sem glúten por traços de glúten, do alto custo dos produtos isentos dessa proteína, da restrita disponibilidade de opções do mesmo (NIEWINSKI, 2008). Além da baixa palatabilidade dos alimentos, existe dificuldade em se alimentar de produtos sem glúten no convívio

social com indivíduos não celíacos (TACK et al., 2010). Segundo o Codex Alimentarius, é considerado um alimento sem glúten aquele que possui um teor de glúten inferior a 20 mg/kg (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2008). Para a segurança alimentar dos celíacos, em 2003 no Brasil, foi aprovada a Lei Federal 10.674 que determina que todos os alimentos industrializados devem conter em seu rótulo e bula, obrigatoriamente, as inscrições "contém Glúten" ou "não contém Glúten", conforme o caso (BRASIL, 2003).

3.3. PRODUTOS ALIMENTÍCIOS SEM GLÚTEN

O glúten é uma proteína complexa, pode ser definida como a massa borrachuda que permanece quando a massa de trigo é lavada para retirar o amido e compostos solúveis em água. É composto em sua maior parte por proteínas (75 – 85%), pequenas quantidades de lipídios (5 -10%) e frações pequenas de carboidratos (WIESER, 2007). Atua de forma única e fundamental nas propriedades qualitativas da panificação, visto que ele atribui habilidade higroscópica, características de coesividade, viscosidade e elasticidade da massa (WIESER, 2007). A gliadina contribui efetivamente na viscosidade e extensibilidade da massa, enquanto a glutenina é responsável pela coesividade e elasticidade (BARAK; MUDGIL; KHATKAR, 2013).

A fabricação de produtos de panificação com substituição total da farinha de trigo encontra obstáculos no processo, assim, é necessário que seja incorporado uma combinação de ingredientes, e alterações nas técnicas tradicionais de preparo, a fim de produzir produtos sensorialmente aceitáveis (CAPRILES; ARÊAS, 2011).

3.4. BISCOITO TIPO *COOKIE*

De acordo com a legislação vigente, biscoito é o produto obtido da mistura de farinhas, amidos ou féculas acompanhadas de outros ingredientes, cujo processamento possui diferentes fases como mistura de ingredientes, amassamento e cocção, podendo ser fermentados ou não, sendo opcional a apresentação de cobertura ou recheio, bem como diferentes formatos, texturas,

sabores, ingredientes, finalidade de uso, especificidades ou caracterização (BRASIL, 2005). Biscoitos tipo *cookie* são produzidos a partir de ingredientes como açúcar cristal ou mascavo, farinha de trigo, ovos, gordura e outros ingredientes, que juntos conferem ao biscoito melhor aparência, textura, além de aumentarem a vida de prateleira, e possibilitar o aporte nutricional (PERES, 2010). Segundo Abimapi (2016), o Brasil se encontra como o terceiro maior fabricante de biscoitos no mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos e China, sendo o consumo *per capita* no Brasil em 2016 de 8,2 (kg/ano). Assim o *cookie* se torna uma ótima opção por ter grande aceitação, principalmente pelas crianças, longa vida de prateleira, e amplo consumo, podendo ser atrativos quando se deseja implementar um novo alimento enriquecido de outros ingredientes funcionais e com boa qualidade nutricional (MIAMOTO, 2008).

Substituições da farinha de trigo por outras fontes de fibras ou proteínas, com o objetivo de incrementar o valor nutricional dos *cookies*, foram realizadas com êxito, como, a adição de fécula de mandioca, polvilho azedo e albedo de laranja (SANTOS et al., 2010, 2011), farinha de aveia e farinha de arroz parbolizado (ASSIS et al., 2009), farinha de amaranto (CAPRILES et al., 2006), e flocos de aveia e β -glicanas (GUTKOSKI et al., 2007a).

3.5. ARROZ

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um alimento de baixo custo, com alta versatilidade, e está entre os cereais mais produzidos e consumidos no mundo (STORCK, 2004; WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008). A maior parte do grão é constituída de carboidrato (80%), seguida da proteína (7%) (USP, 2008).

A partir da moagem do grão de arroz é obtida a farinha, que é classificada segundo sua granulometria e posteriormente embalada. O tratamento térmico é opcional para o arroz polido, mas é obrigatório para o arroz integral quando usados como matéria prima, com o objetivo de inativar enzimas e aumentar a vida de prateleira da farinha (GARCÍA, 2007). Durante o beneficiamento do arroz, um terço dos grãos se quebram (KADAN; BRYANT; MILLER, 2008). Então, parte desses grãos são destinados à indústria processadora de alimentos para fabricação da farinha, que é utilizada em diversos seguimentos alimentícios (GARCÍA, 2007).

A farinha é utilizada como alternativa na produção de produtos para pacientes alérgicos ao glúten (SIVARAMAKRISHNAN; SENGE; CHATTOPADHYAY, 2004). Mesmo com o baixo custo, a farinha de arroz não tem grande volume de produção, pela competitividade com a farinha de trigo, sendo assim mais difícil de ser encontrada comercialmente (NABESHIMA; EL-DASH, 2004).

Pode-se encontrar na farinha de arroz, baixo teor de sódio, proteína, lipídio, e abundante quantidade de carboidrato (DEMIRKESEN et al., 2010). Por ser isenta do glúten, a farinha de arroz misturada com a água não retém o gás carbônico resultante da fermentação, dando origem a produtos de baixo volume específico (STORCK et al., 2009). Assim, é necessário a introdução de outras farinhas para complementar o seu valor nutricional, e sua capacidade tecnológica.

3.6. TEFF

Teff (*Eragrostis Tef*) é oriundo da Etiópia, onde nos dias de hoje faz parte da alimentação de cerca de 70% dos habitantes do país, que consomem o enjera, pão plano produzido com o grão (GAMBOA; VAN EKRIS, 2008). É um cereal tropical pertencente à família de Poaceae, subfamília Eragrostoidae, tribo Eragrosteae e gênero *Eragrostis*. O grão de teff não possui casca, tem formato oval, com tamanho 0,9-1,7 mm (comprimento) e 0,7-1,0 mm (diâmetro), e massa que se encontra na faixa de 0.2-0.4 mg, talvez o menor entre os grãos ricos em carboidratos (BELAY et al. 2009; BULTOSA 2007). A cor do teff oscila entre marfim e castanho avermelhado, de acordo com a variedade.

Suas características nutricionais se evidenciam comparadas a de outros grãos, por conter, por exemplo, uma composição equilibrada de aminoácidos essenciais, com alto nível de lisina, superior ao do trigo. Além disso, possui alto teor de cálcio, fósforo, ferro, cobre, alumínio, bário e tiamina. A partir da moagem do grão é obtido a farinha que produz os mesmos produtos que os outros cereais. O teff não possui proteínas de glúten (GAMBOA; VAN EKRIS, 2008). Pode ser fermentada com uma grande quantidade de alimentos, contribuindo com textura melhorada, sabor, aroma, e qualidade de conservação, além dos valores

nutricionais, boa digestibilidade, qualidade microbiana, e reduzida quantidade de antinutrientes (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996; YETNEBERK et al., 2004).

A farinha de teff tem propriedades funcionais e térmicas que o torna um bom cereal para ser utilizado em produtos livres de glúten. O teff cozido é gelatinoso e dá corpo ao alimento, agindo como um bom espessante (ALAUNYTE et al, 2012).

3.7. SORGO

O sorgo (*Sorghumbicolor* Moench) é um cereal da família das gramíneas e tem seu cultivo voltado para produção de grãos (AWIKA; ROONEY, 2004). Se encontra em quinto lugar no ranking de grãos mais produzidos no mundo, e em quarto lugar no ranking de produção brasileiro segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (FAOSTAT, 2010). Mesmo sendo o Brasil o quinto país que mais produz o cereal, sua produção é utilizada como ração e forragem animal, e pouco utilizada para consumo humano (TABOSA et al. 1999; MUTISYA et al., 2009).

Suas propriedades nutricionais podem ser definidas pela presença de taninos condensados, que caracterizam a cor e sabor dos alimentos que são produzidos com o grão e oferecem resistência a fungos e microrganismos patógenos (EARP; MCDONOUGH; ROONEY, 2004). O endosperma possui uma camada externa de aleurona, rica em proteína de reserva, e o restante da sua composição é de amido (82%), proteínas (10%), e lipídeos (0,6 %) (WANISKA; ROONEY, 2000). Segundo Harlen e deWet (1972), existe uma classificação simples, onde o sorgo cultivado foi dividido em 5 (cinco) espécies básicas: *S. bicolor*, *S. caudatum*, *S. durra*, *S. guinea* e *S. kafir*. A espécie mais cultivada no mundo todo é o *Sorghum bicolor* L. Moench (LÉDER, 2004; ICRISAT, 2004). As características estruturais do amido do sorgo são similares ao amido de outros cereais (GAFFA et al ,2004).

A farinha do sorgo é adequada para produção de biscoitos e macarrão, e pode ser aperfeiçoada para fabricar pães e bolos (MARTINO et al, 2012). O sorgo não apresenta proteínas formadoras do glúten, dessa forma é uma excelente matéria-prima para o mercado de produtos sem glúten, no setor de panificação e massas

(QUEIROZ et al., 2011). A baixa digestibilidade do sorgo é um diferencial dos outros cereais, e antes era considerada um ponto negativo (WONG et al., 2010). Porém, essa característica torna o cereal um alimento ideal para pacientes diabéticos, e para indivíduos obesos (SANG et al., 2008; QUEIROZ et al., 2011). A Tabela 1 apresenta as diferenças entre as características nutricionais em 100 gramas das farinhas de arroz, teff e sorgo.

Tabela 1 – Composição Nutricional em 100 gramas das farinhas utilizadas

Composição Nutricional	Farinha		
	Arroz	Sorgo	Teff
Valor energético	137 kcal	135 kcal	138 kcal
Carboidratos	30,05 g	29,05 g	27,42 g
Proteínas	2,2 g	3,0 g	5,0 g
Gorduras Totais	0,53 g	1,23 g	0,89 g
Gorduras Saturadas	0,15 g	0,17 g	0 g
Gorduras Trans	0 g	0 g	0 g
Fibra Alimentar	0,90 g	2,5 g	3,0 g
Sódio	0,30 mg	1,5 mg	4,5 mg
Cálcio	3,8 mg	4,5 mg	67,50 mg
Ferro	0,13 mg	1,1 mg	2,9 mg
Fósforo	36,75 mg	108 mg	161 mg
Magnésio	13,25 mg	45 mg	6,8 mg
Zinco	0,30 mg	0,54 mg	1,4 mg

Podemos observar que a farinha de teff se destaca na quantidade de proteínas, fibra, cálcio, ferro, fósforo e zinco, e a farinha de sorgo se destaca também na quantidade de fibra, proteína, fósforo e magnésio, em comparação a farinha de arroz.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. MATÉRIA PRIMA

A farinha de arroz (Terra Verde), e farinha de teff (Giroil) foram obtidos em mercado local (Campo Mourão, PR) no mês de maio de 2017. A farinha de sorgo (Farovitta) foi adquirida em loja virtual em abril de 2017. Foi utilizado margarina 80% lipídios (Qualy, Sadia), fermento químico (ROYAL), açúcar refinado (União), ovos e cacau (Terra Verde).

4.2. MÉTODOS

4.2.1. Formulação padrão

Utilizou-se uma formulação padrão de biscoito tipo *cookie* com farinha de arroz, e a partir da formulação padrão, foram desenvolvidas as formulações dos cookies por meio do delineamento experimental.

Tabela 2 - Formulação base para o biscoito do tipo *cookie*

Ingredientes	Quantidade (%)
Farinha de arroz	37,5
Açúcar	25
Margarina	18,75
Fermento químico	1,25
Cacau	5
Ovo	12,5

4.2.2. Planejamento da mistura

Para o planejamento da mistura foi empregado um delineamento fatorial completo Simplex Lattice com três pontos internos e centróide global composto por três variáveis independentes, totalizando 9 experimentos (BARROS NETO *et al.*, 1996), conforme Tabela 3. O modelo cúbico completo pode ser calculado para a mistura ternária sem manter restrições para os valores máximos e mínimos. A ordem de execução dos experimentos foi feita por sorteio.

Tabela 3 - Delineamento experimental de biscoito tipo *cookie*

Experimento	Farinha de arroz (%)	Farinha de sorgo (%)	Farinha de teff (%)
1	100	0	0
2	0	100	0
3	0	0	100
4	50	50	0
5	50	0	50
6	0	50	50
7	33,33	33,33	33,33
8	33,33	33,33	33,33
9	33,33	33,33	33,33

4.2.3. Análise microbiológica

Foram efetivadas as pesquisas de coliformes a 45° (NMP/g), Salmonela em 25 gramas de produto, e estafilococos coagulase positiva (UFC/g) dos *cookies* conforme preconiza a RDC 12 (BRASIL, 2001). A metodologia das análises foi executada de acordo com a Instrução Normativa Nº 62 “Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água” (BRASIL, 2003).

4.2.4. Análise sensorial

Os *cookies* foram avaliados por meio de teste de aceitação (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999), utilizando escala hedônica de 9 pontos, onde 9 corresponde à gostei muitíssimo e 1 corresponde à desgostei muitíssimo.

Os produtos desenvolvidos foram avaliados quanto aos atributos cor, sabor, textura e aceitação global, com 50 provadores não treinados. Os *cookies* foram servidos em ordem monódica e sequencial, de forma aleatória e balanceada, sendo que todos os provadores avaliaram as 9 amostras, em três sessões diferentes (três amostras de biscoito/ sessão). Os provadores ingeriram água mineral em temperatura ambiente, antes de provar cada amostra de *cookie* e utilizaram a ficha apresentada na figura 2.

Figura 2 - Ficha análise sensorial.

Nome: _____ Data: ___/___/___
 Amostra: _____

Você está recebendo uma amostra **cookie sabor chocolate**. Avalie a amostra utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a posição da escala que melhor reflita o seu julgamento.

9- Gostei muitíssimo	ATRIBUTO	NOTA
8- Gostei muito	COR	
7- Gostei moderadamente	ODOR	
6- Gostei ligeiramente	SABOR	
5- Não gostei/nem desgostei	TEXTURA	
4- Desgostei ligeiramente	IMPRESSAO	
3- Desgostei moderadamente	GLOBAL	
2- Desgostei muito		
1- Desgostei muitíssimo		

Supondo que você precise ingerir alimentos sem glúten, e sabendo que o cookie sem glúten tem um preço 20% maior que os produtos comuns, avalie o produto segundo sua intenção de compra utilizando a escala abaixo.

() Certamente compraria o produto
 () Possivelmente compraria o produto
 () Talvez compraria / talvez não compraria
 () Possivelmente não compraria o produto
 () Certamente não compraria o produto

Simultaneamente ao teste de aceitação do produto, foi analisado a intenção de compra dos provadores, através de escala de 5 pontos, onde 1 correspondia a certamente compraria e 5 correspondia a certamente não compraria, conforme Figura 2. Os testes foram realizados em cabines individuais do laboratório de análise sensorial da UTFPR - Câmpus Campo Mourão. Os resultados foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ($p < 0,05$).

4.2.5. Análise teor de fibras

Após a análise sensorial foi calculado o teor de fibras das formulações, por meio do Tabnut. O Tabnut é uma Aplicação Web reformulada e atualizada pelo Departamento de Informática em Saúde da Escola Paulista de Medicina/Unifesp, que utiliza a base de dados norte-americana, Padrão de Referência Nacional da Base de Dados de Nutrientes do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), em sua versão 25.

4.2.6. Custos

O custo foi calculado por meio dos preços comerciais das matérias primas utilizadas na produção dos *cookies*, não sendo considerado os custos de sua produção. Os preços da farinha de sorgo e teff foram obtidos pelas empresas fornecedoras das farinhas.

4.2.7. Composição Nutricional

A composição nutricional do *cookie* otimizado foi calculada de forma indireta, utilizando como base a composição centesimal dos alimentos disponível no Tabnut.

O teor de carboidratos, proteínas, gorduras totais, saturadas e trans, fibra, sódio e valor calórico foram utilizados para elaborar a tabela nutricional, de acordo

com as RDCs 359 e 360/2003 (BRASIL, 2003a, BRASIL, 2003b).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Os *cookies* apresentaram valores dentro dos limites estabelecidos pela Resolução – RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), além de ausência de *Salmonella* em 25 gramas, garantindo que o processo utilizado para produção dos *cookies* foi satisfatório do ponto de vista de segurança microbiológica. Os resultados encontrados revelam uma boa qualidade microbiológica, indicando que esta amostra está adequada para o consumo, do ponto de vista microbiológico.

5.2. TEOR DE FIBRAS

O consumo de fibra alimentar reduz o risco de ocorrência de doenças cardiovasculares, diabetes, hipertensão, obesidade, além de regular o funcionamento do intestino (MATTOS, MARTINS, 2000; PEDÓ, 2000). Devido a isso, foi calculado o teor de fibras, como mostra a Tabela 4, que foi utilizado na otimização da formulação do *cookie*.

Tabela 4 - Quantidade de fibras em gramas em cada 100 gramas de *cookie*

Formulação	Fibras (g)
100 % Arroz	5,7
100 % Sorgo	12
100 % Teff	14,1
50 % Arroz 50 % Sorgo	8,9
50 % Arroz 50 % Teff	9,9
50 % Sorgo 50 % Teff	13,1
33,33 Arroz 33,33 Sorgo 33,33 Teff	10,6

5.3. CUSTOS

O levantamento de custo dos *cookies* desenvolvidos foi realizado baseando-se no custo das matérias-primas usadas na fabricação dos mesmos. A Tabela 5 mostra o custo para produzir 100 gramas de produto.

Tabela 5 - Custo necessário de ingredientes para produção de 100 gramas de *cookie*.

Formulação	Custo (R\$)
100 % Arroz	0,88
100 % Sorgo	1,1
100 % Teff	1,1
50 % Arroz 50 % Sorgo	0,99
50 % Arroz 50 % Teff	0,99
50 % Sorgo 50 % Teff	1,1
33,33 Arroz 33,33 Sorgo 33,33 Teff	1,03

Devido à pouca variação do custo das farinhas, os custos variaram pouco entre as formulações, sendo o custo mais baixo o da formulação com farinha de arroz, e o custo mais alto das formulações contendo farinha de sorgo e farinha de teff, e da formulação com farinha de sorgo e farinha de teff.

5.4. ANÁLISE SENSORIAL

O perfil dos provadores foi obtido por meio das informações fornecidas pelos provadores nas fichas de análise sensorial, e está expresso na Tabela 6.

Tabela 6- Perfil dos provadores

Homens	36%
Mulheres	64%
Idade	18-42 anos

Para a aceitação do produto, foram realizados os procedimentos de análise

por meio da escala hedônica estruturada de 9 pontos. 50 provadores não treinados participaram da análise sensorial no intuito de inferir sobre a preferência entre as nove formulações determinadas pelo delineamento fatorial para misturas com três farinhas e três repetições no ponto central. Para simplificar, as formulações 100% arroz, 100% sorgo, 100% teff, 50% arroz e 50% sorgo, 50% arroz e 50% teff, 50% sorgo e 50% teff, 33,3% de arroz, 33,3% de teff e 33,3% de sorgo foram denominados, nessa ordem, F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8 e F9. Os atributos avaliados foram cor, sabor, textura, odor e impressão global. Com as respostas obtidas após análise da formulação idealizada pelo delineamento e pela análise sensorial, foi realizada a otimização da formulação e a continuação das demais análises propostas, assim como a elaboração da composição nutricional para rotulagem.

As hipóteses testadas considerando que todas as médias dos atributos das nove formulações seriam iguais, ou pelo menos uma das médias seria diferente das demais, ao nível de significância de 5%, foram:

$H_0: \mu_{F1} = \mu_{F2} = \mu_{F3} = \mu_{F4} = \mu_{F5} = \mu_{F6} = \mu_{F7} = \mu_{F8} = \mu_{F9}$ versus

H_1 : pelo menos uma das médias é diferente das demais.

Dessa forma, aplicou-se a análise de variância para todos os fatores envolvidos e os valores obtidos estão representados na Tabela 7 em função dos atributos de cada formulação e composta de médias e desvios padrões.

Tabela 7- Médias e desvios padrões dos atributos para todas as formulações de *cookie*.

Formulação	Cor	Odor	Sabor	Textura	Impressão Global
F1	7.82 ^{ab} ±0.88	7.39 ^a ±1.27	7.63 ^{ab} ±1.15	7.39 ^{ac} ±1.57	7.65 ^{abc} ±0.86
F2	7.49 ^b ±1.26	7.10 ^a ±1.25	6.63 ^c ±1.54	6.39 ^b ±1.78	6.84 ^d ±1.34
F3	8.20 ^a ±0.89	6.94 ^a ±1.41	7.12 ^{abc} ±1.49	7.35 ^{ac} ±1.42	7.41 ^{abcd} ±1.15
F4	7.78 ^{ab} ±0.98	7.59 ^a ±1.02	7.88 ^a ±0.90	7.80 ^a ±1.14	7.77 ^{ab} ±0.82
F5	7.96 ^{ab} ±1.08	6.94 ^a ±1.41	7.00 ^{ac} ±1.74	6.63 ^{bc} ±1.92	7.04 ^{cd} ±1.58
F6	8.31 ^a ±0.68	7.41 ^a ±1.29	7.08 ^{abc} ±1.73	6.49 ^{bc} ±1.72	7.14 ^{bcd} ±1.24
F7	8.18 ^a ±1.01	7.41 ^a ±1.14	7.43 ^{abc} ±1.21	6.96 ^{abc} ±1.27	7.39 ^{abcd} ±0.95
F8	7.86 ^{ab} ±1.17	7.16 ^a ±1.45	7.14 ^{abc} ±1.74	6.63 ^{bc} ±1.52	7.16 ^{abcd} ±1.39
F9	8.27 ^a ±0.73	7.45 ^a ±1.04	7.67 ^{ab} ±1.18	7.63 ^a ±1.27	7.82 ^a ±0.78

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

Figura 3 – Média do atributo cor para as nove formulações.

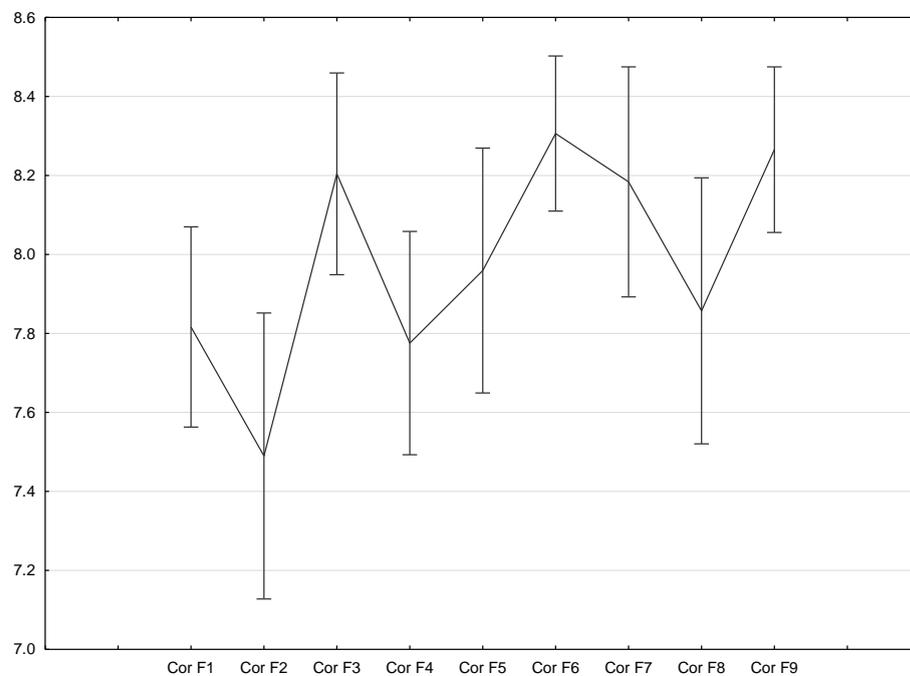
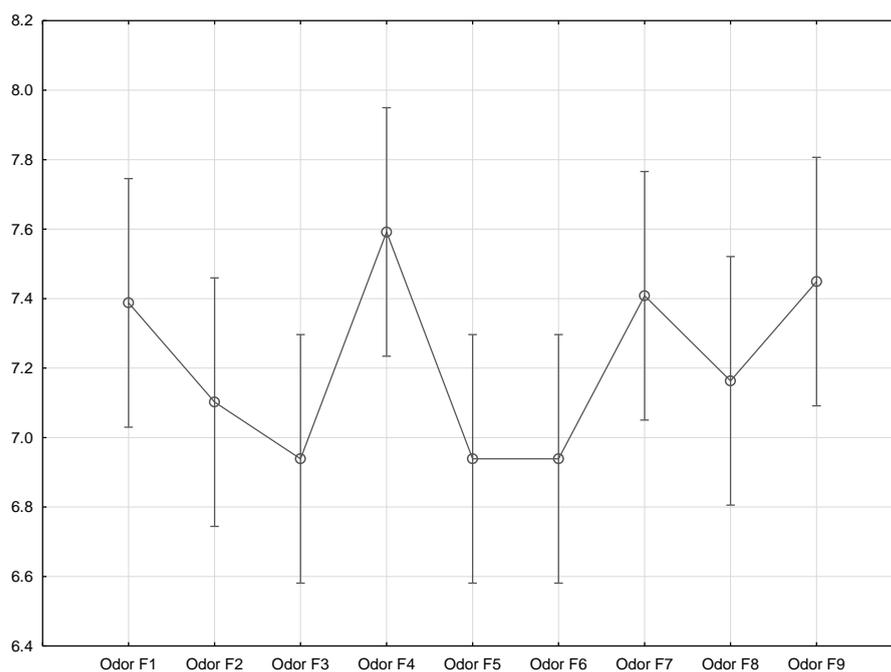


Figura 4 - Média do atributo odor para as nove formulações.



Os valores para os cinco atributos considerados para as nove formulações de biscoito do tipo *cookie* isento de glúten apresentaram uma pequena variação em torno da média, conforme Figuras 4, 5, 6, 7 e 8 e, considerando o nível de significância usual de 5%, as diferenças entre os tratamentos marcados na coluna

são significativas, caso contrário, não são.

Figura 5 – Média do atributo sabor para as nove formulações.

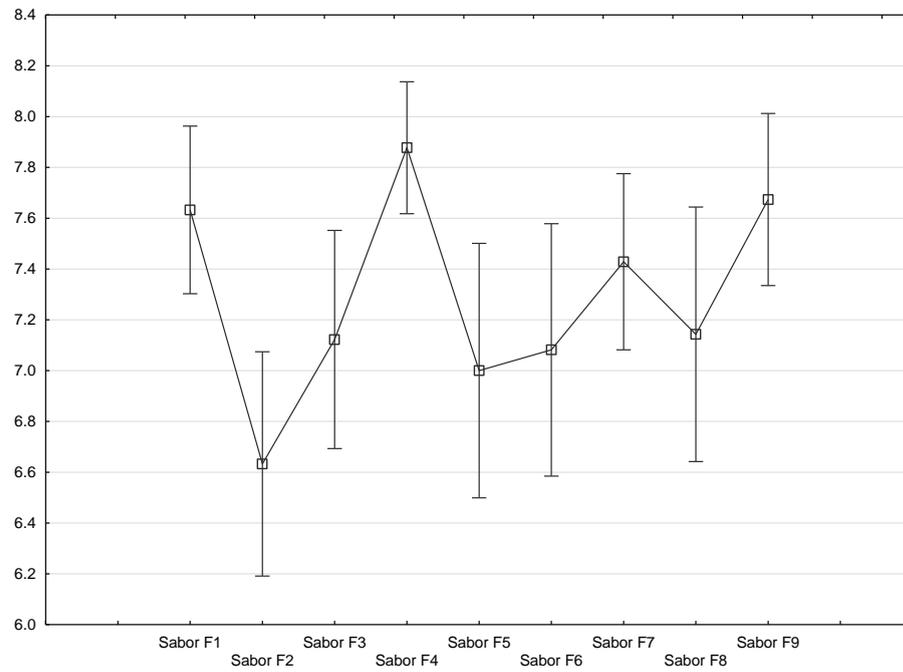


Figura 6 – Média do atributo textura para as nove formulações.

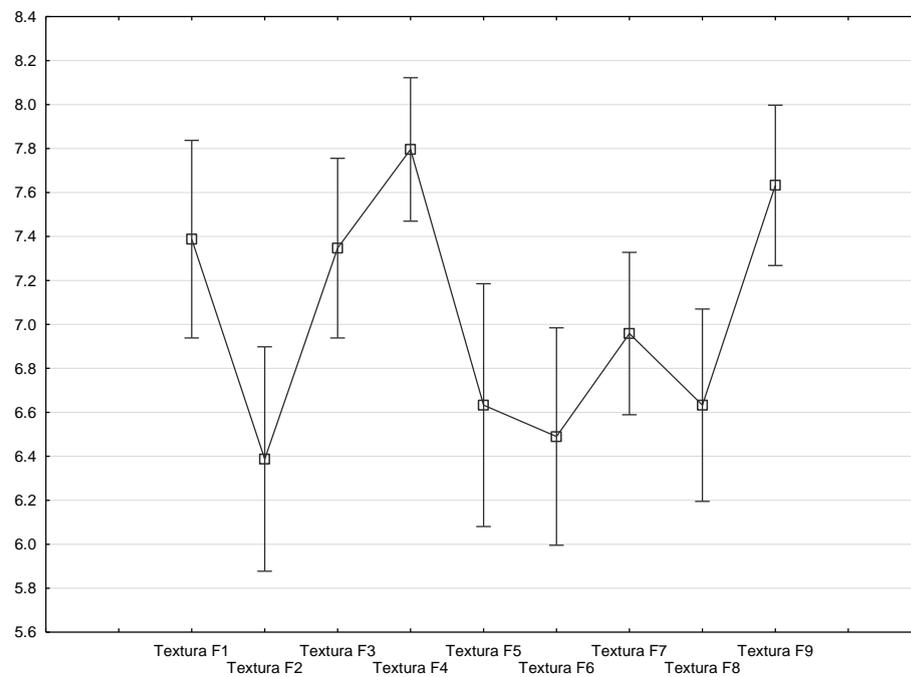
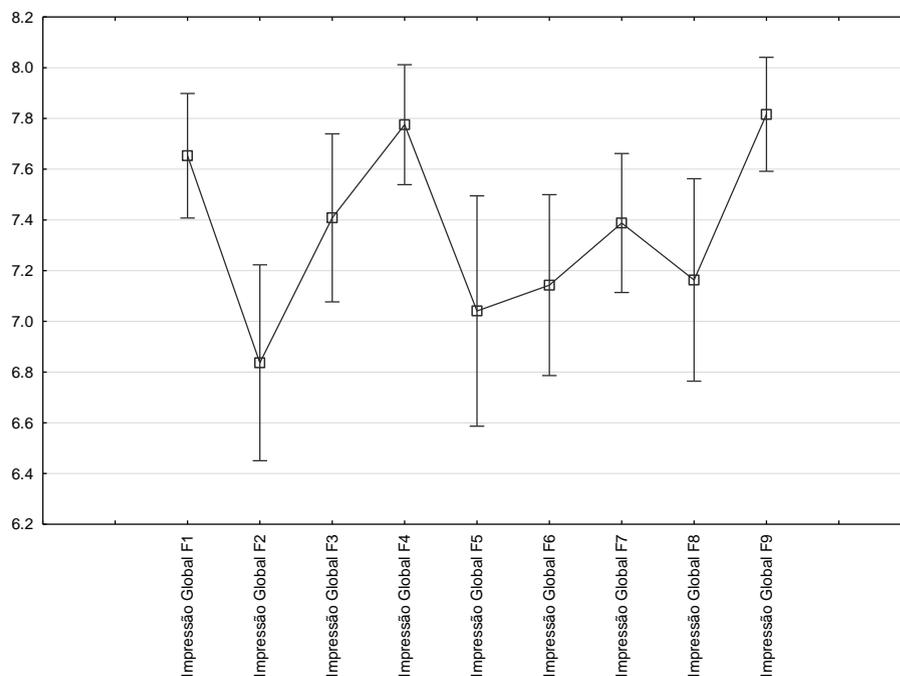


Figura 7 - Média do atributo impressão global para as nove formulações.

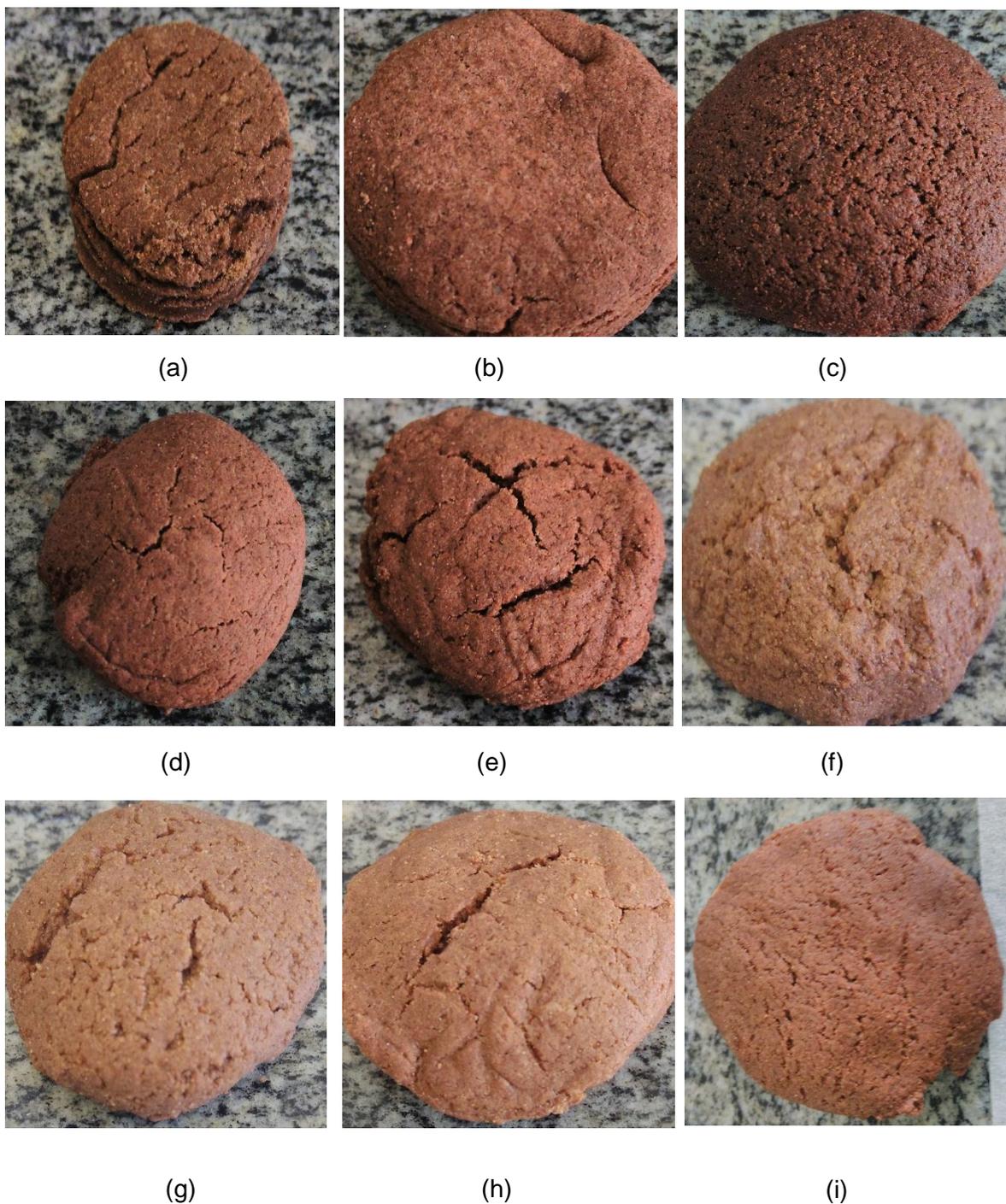


Segundo as informações da Tabela 7, houveram diferenças significativas ($p < 0,05$) para as análises dos atributos cor, sabor, textura e impressão global. Para o atributo odor, nenhuma diferença, ou seja, a hipótese de igualdade para as nove formulações foi aceita nesse atributo. Pode-se observar que o atributo odor não difere significativamente entre as nove formulações, isto se deve provavelmente a presença do cacau, presente em todas as formulações na mesma proporção. O cacau apresenta odor adstringente intenso, ou seja, absorve significativamente os odores dos outros ingredientes (BORZANI et al., 2001)

Em relação a cor dos *cookies*, a formulação 2 obteve uma média menor do que a das outras formulações. O sorgo pode causar cor indesejável aos alimentos quando processado, devido a presença de ácidos fenólicos que são encontrados em todo tipo de sorgo (MAGALHÃES; DURÃES; RODRIGUES, 2008). Este resultado concorda com o estudo de Ferreira et al. (2009), onde a adição de farinha de sorgo em *cookies* com cacau obteve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) para o atributo quando comparado a outras formulações. Nas formulações com presença da farinha de teff as médias em relação a cor foram moderadamente mais

altas, sugerindo que a farinha agregou valor a aparência dos *cookies*. Para melhor compreensão das discussões, os *cookies* propostos neste trabalho estão apresentados na Figura 8.

Figura 8 - Formulação F1(a), F2(b), F3(c), F4(d), F5(e), F6(f), F7(g), 8(h), F9(i).



Sendo as formulações, F1 (100 % Arroz), F2 (100 % Sorgo), F3 (100 % Teff), F4 (50 % Arroz 50 % Sorgo), F5 (50 % Arroz 50 % Teff), F6 (50 % Sorgo 50 % Teff), e F7 (33,33 Arroz 33,33 Sorgo 33,33 Teff).

De acordo com a Tabela 7, também é possível observar que a formulação com 100% da farinha de sorgo apresentou média em relação ao sabor menor em comparação com as outras formulações. O grão de sorgo contém compostos fenólicos, como o tanino, que forma complexo com os carboidratos e proteínas, diminuindo sua digestibilidade e palatabilidade, garantindo ao sorgo característica adstringente (ROSTAGNO; ALBINO; TOLEDO, 2001). No entanto quando misturado com outras farinhas essas características são minimizadas, favorecendo a produção de *cookies* com maiores valores de aceitação de sabor (Formulações 4, 6 e 9).

As maiores médias em relação a textura podem ser associadas a adição da farinha de arroz, que conferiu característica semelhante ao *cookie* tradicional com glúten, assim como no trabalho de Mariani (2010) onde o *cookie* com farinha de arroz não diferiu do *cookie* com farinha de trigo, em relação a textura. O teff cozido da característica gelatinosa aos alimentos (ALAUNYTE et al, 2012), isto foi verificado na prática, onde a presença da farinha de teff agregou característica mais viscosa as massas das formulações.

No atributo de impressão global as médias das amostras variaram de 6,84 (gostei moderadamente) a 7,82 (gostei muito), ou seja, uma variação mínima entre as amostras. Novamente a formulação com 100% sorgo obteve a menor média, e as formulações com adição de farinha de arroz apresentaram maiores médias, confirmando os resultados obtidos com os outros atributos. A presença do sorgo isoladamente ou em mistura com o teff, colabora com menores valores de impressão global (Formulações 2 e 6).

Para obter a formulação ótima, foi ainda determinado o teor de fibras e o custo de cada uma, além da intenção de compra. Os dados da intenção de compra encontram-se na Tabela 8. De acordo com essas informações, a formulação F4 foi a que obteve menor pontuação, ou seja, o *cookie* composto por 50% arroz e 50% sorgo, seguida pela formulação F7, que continha 33,3% de cada farinha. Lembrando que, quanto menor a pontuação, maior o interesse de compra.

Tabela 8 - Intenção de compra para os *cookies* isentos de glúten

Formulações	Média	Desvio
F1	1.86	0.83
F2	2.52	1.07
F3	2.08	1.03
F4	1.74	0.78
F5	2.20	1.12
F6	2.20	0.83
F7	1.80	0.78
F8	2.08	0.80
F9	2.32	1.06

*1 certamente compraria; 2 possivelmente compraria; 3 talvez compraria/talvez não compraria; 4 possivelmente não compraria; 5 certamente não compraria.

Os resultados obtidos para o teor de fibras e para o custo deram-se em função de análises e cálculos realizados para 100 g de cada uma das nove formulações. Para finalizar a otimização, foi utilizado o atributo impressão global, obtido por meio da análise sensorial. Assim, os três componentes da mistura, farinha de arroz (x_1), sorgo (x_2) e teff (x_3), compuseram os modelos quadráticos com as variáveis resposta teor de fibras (y_1), custo (y_2) e intenção global (y_3), conforme pode ser visualizado nas Figuras 9, 10 e 11.

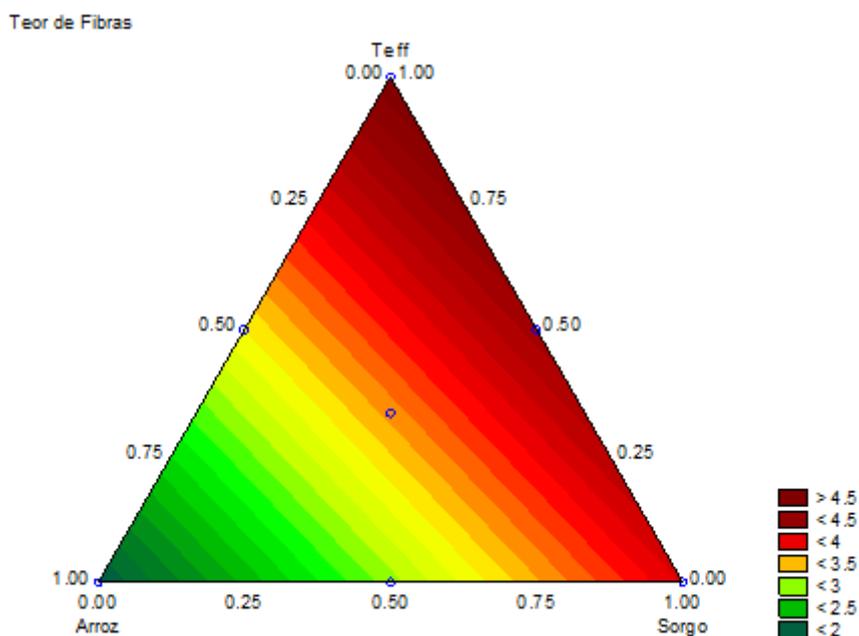
Figura 9 – Variável resposta teor de fibras

Figura 10 – Variável resposta custo

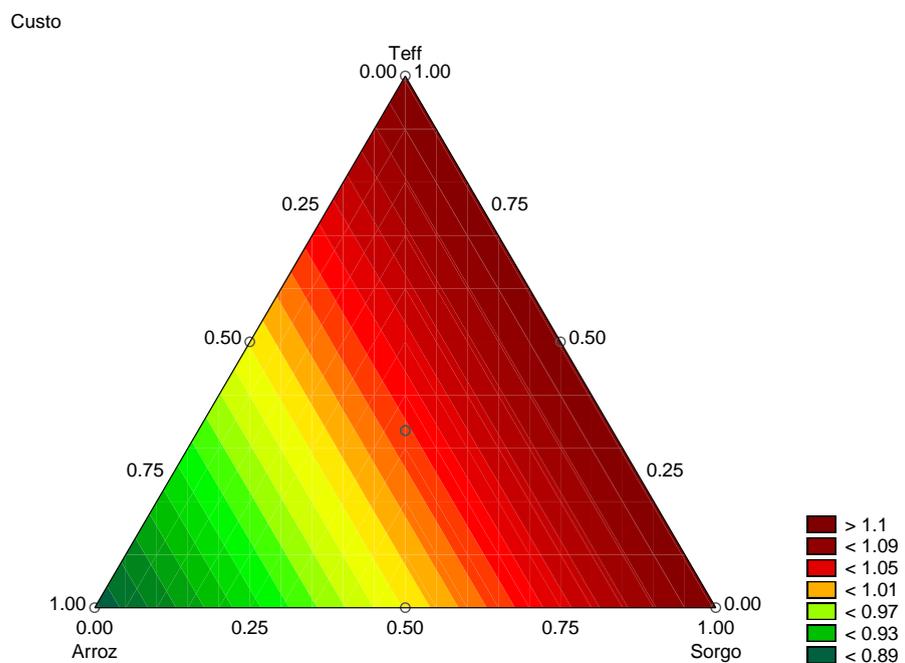
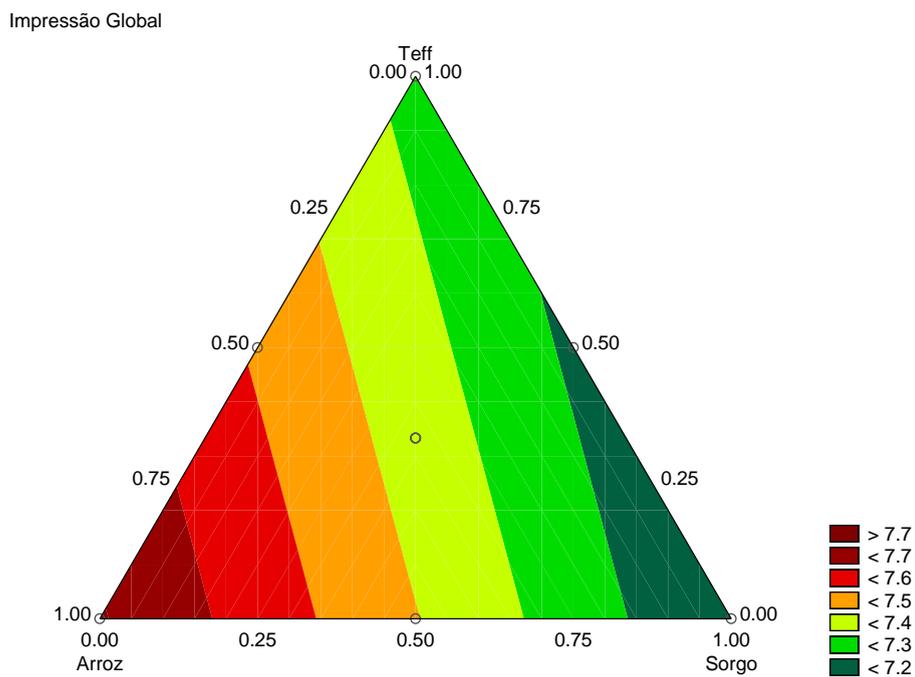


Figura 11- Variável resposta impressão global.



Cada variável resposta foi identificada pelos seguintes modelos quadráticos da regressão linear múltipla:

$$y_1 = 1.902x_1 + 4.002x_2 + 4.702x_3 + 0.031x_1x_2 - 0.049x_1x_3 + 0.031x_2x_3$$

$$y_2 = 0.879x_1 + 1.099x_2 + 1.099x_3 + 0.008x_1x_2 + 0.008x_1x_3 + 0.008x_2x_3$$

$$y_3 = 7.634x_1 + 6.824x_2 + 7.394x_3 + 2.410x_1x_2 - 1.649x_1x_3 + 0.370x_2x_3$$

Considerando os modelos acima, por meio da análise estatística, a melhor formulação para os *cookies* isentos de glúten apareceu na interação da formulação F4, pois considera uma boa quantidade de teor de fibra, um valor de custo razoável e uma excelente impressão global. Como essa formulação não contém a farinha de teff, um dos componentes propostos no mix de farinhas para o desenvolvimento de um biscoito tipo *cookie* para consumidores celíacos, foi proposta a formulação F10, contendo 40% de farinha de arroz, 35% de farinha de sorgo e 25% de farinha de teff. Essa proporção foi obtida por meio de uma função desejabilidade, juntamente com a otimização simplex sequencial, buscando inserir a farinha de teff com um mínimo de impacto na aceitação global, mantendo um bom custo e garantindo o teor de fibras oferecidos pela formulação F4.

5.5. COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DA FORMULAÇÃO OTIMIZADA

Partindo da formulação otimizada F10, contendo 40% de farinha de arroz, 35% de farinha de sorgo e 25% de farinha de teff, foi construída a tabela nutricional para 100 gramas de produto.

Tabela 9 - Tabela nutricional da formulação otimizada F10

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
	Porção 30g (3 unidades)	
	Quantidade por porção	% VD (**)
Valor energético	160 Kcal= 669 kJ	8
Carboidratos	23 g	8
Proteínas	2,3 g	3
Gorduras totais	7,1 g	13
Gorduras saturadas	1,4 g	6
Gordura trans	0 g	*
Fibra alimentar	1,4 g	6
Sódio	58 mg	2
Cálcio	37,94 mg	0,26
Ferro	0,67 mg	4,8
Fósforo	83,34 mg	11,90
Magnésio	19,66 mg	7,6
Zinco	1,3 mg	18,56

*Não contem quantidade significativa.

**% Valores Diários com base em uma dieta de 2.000 Kcal ou 8400 KJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas

Por meio da Tabela 9 podemos observar que o produto otimizado tem boa qualidade nutricional, com boa quantidade de proteínas e fibras, além da presença de minerais importantes como ferro, zinco e magnésio, demonstrando que as farinhas de sorgo e teff aumentaram o valor nutricional da formulação padrão de farinha de arroz.

5.6. CUSTO DA FORMULAÇÃO OTIMIZADA

A formulação otimizada F10 apresentou custo de R\$ 0,72 de ingredientes para produção de 100 gramas de produto, sendo esse um valor abaixo da média das demais formulações.

6. CONCLUSÃO

Foi possível elaborar biscoitos tipo *cookie* utilizando farinhas de sorgo, arroz e teff em substituição à farinha de trigo, tradicionalmente utilizada neste tipo de produto, sendo que os produtos elaborados se apresentaram de acordo com os padrões microbiológicos considerados adequados ao consumo humano.

As nove formulações propostas pelo delineamento experimental foram avaliadas sensorialmente através de teste de aceitação e intenção de compra, apresentando pouca variação para os atributos cor, sabor, textura e impressão global, e nenhuma variação do atributo odor, além de bons índices de intenção de compra.

Por meio de estratégias de otimização pode-se obter uma formulação de *cookie* contendo as farinhas de sorgo, teff e arroz com boa aceitação e elevado teor de fibra, com custo calculado aceitável.

O uso das farinhas de teff e sorgo são boas alternativas para o desenvolvimento de alimentos isentos de glúten, pois tratam-se de matérias-primas com elevado valor nutritivo e que conferiram propriedades sensoriais que agradaram os consumidores.

Para desenvolvimentos futuros, sugere-se realizar a análise sensorial da formulação otimizada F10, continuar com análises físicas e químicas, além de estudo de vida de prateleira, e substituição dos ingredientes como margarina, e açúcar por ingredientes alternativo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BISCOITOS, MASSAS ALIMENTÍCIAS E PÃES BOLOS INDUSTRIALIZADOS – ABIMAPI. Biscoitos: estatística. <http://www.abimapi.com.br/estatistica-biscoito.php>

ALVAREZ-JUBETE, L.; ARENDT, E. K.; GALLAGHER, E. Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, n. sup4, p. 240-257, 2009.

ARAÚJO, H.M.C. et al. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida Rev. Nutr., Campinas, 23(3):467-474, 2010.

ASSIS, L. M. et al. Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 20, n. 1, p. 15-24, 2009.

AQUARONE, E. et al. Biotecnología Industrial: Biotecnologia na produção de alimentos, Vol. 4. **São Paulo: Editora Edgard Blücher**, 2001.

AWIKA, J. M.; ROONEY, L. W. Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry*, v. 65, p. 1199–1221, 2004.

BELAY, G. et al. Seed size effect on grain weight and agronomic performance of tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]. **African Journal of Agricultural Research**, v. 4, n. 9, p. 836-839, 2009.

BARAK, S.; MUDGIL, D.; KHATKAR, B. S. Relationship of gliadin and glutenin proteins with dough rheology, flour pasting and bread making performance of wheat varieties. **LWT – Food Science and Technology**, v. 51, n. 1, p. 211-217, 2013

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005 – Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. 2005. Disponível em: <<https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjJlMw%2C%2C>>. Acesso em 20 nov. 2017.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003 – Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água, 2003. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=2851> Acesso em 04 nov. 2017.

BRASIL. Resolução RDC n.359, de 23 de dezembro de 2003. A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS aprova o regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. Diário Oficial da União. 2003

BRASIL. Resolução RDC n.360, de 23 de dezembro de 2003. A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de

alimentos embalados. Diário Oficial da União. 2003 26 dez; (251):33; Seção 1

BRASIL. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Estabelece regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Disponível: <<http://www.anvisa.org.br>> Acesso em 20 abril de 2017

BRITES, C. et al. Maize-based gluten-free bread: influence of processing parameters on sensory and instrumental quality. **Food and Bioprocess Technology**, v. 3, n. 5, p. 707-715, 2010. <http://dx.doi.org/10.1007/s11947-008-0108-4>

BULTOSA, Geremew. Physicochemical characteristics of grain and flour in 13 tef [Eragrostis tef (Zucc.) Trotter] grain varieties. **J. Appl. Sci. Res**, v. 3, n. 12, p. 2042-2051, 2007.

CAPRILES, V. D. et al. Efeito da adição de amaranço na composição e na aceitabilidade do biscoito tipo cookie e do pão de forma. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 17, n. 3, p. 269-274, 2014.

CASELLAS, F.; LÓPEZ VIVANCOS, J.; MALAGELADA, J. R. Epidemiología actual y accesibilidad al seguimiento de la dieta de la enfermedad celiaca del adulto. **Revista española de enfermedades digestivas**, v. 98, n. 6, p. 408-419, 2006.

CLERICI, M. T. P. S.; EL-DASH, A. A. Farinha extrusada de arroz como substituto de glúten na produção de pão de arroz. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 56, n. 3, p. 288-294, 2006.

COLUSSI, R. et al. Propriedades físicas de biscoito tipo cookie elaborados com farinha de arroz e castanha-do-pará. Embrapa: Qualidade do arroz da pós colheita ao consumo, Acre, p.500-503, 21 fev. 2014. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/980837>>. Acesso em: 08 abril de 2017.

DA SILVA NEVES, M. M. P. et al. Celiac disease diagnosis and glutenfree food analytical control. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, v. 397, n. 5, p. 1743-1753, 2010.

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

DICKO, M. H.; GRUPPEN, H.; TRAORÉ, A. S.; MAS, R.; VORAGEN, A. J.; BERKEL, W. Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. **African Journal of Biotechnology**, v. 5, n. 5, p. 384-395, 2006.

EARP, C. F.; MCDONOUGH, C. M.; ROONEY, L. W. Microscopy of pericarp development in the caryopsis of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Journal of Cereal**

Science, v. 39, p. 21–27, 2004.

ELLEUCH, Mohamed et al. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. **Food chemistry**, v. 124, n. 2, p. 411-421, 2011.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the united nations– FAO**. 2010. Disponível em: <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=en>. Acesso em: 04 abril de 2017.

LUDVIGSSON, J. F.; FASANO, A. Timing of introduction of gluten and celiac disease risk. *Annals of Nutrition & Metabolism*, v. 60, Suplemento 2, p. 22-29, 2012.

GAFFA, Terna et al. Physicochemical properties and molecular structures of starches from millet (*Pennisetum typhoides*) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) cultivars in Nigeria. **Cereal chemistry**, v. 81, n. 2, p. 255-260, 2004.

GAMBOA, P. A. ; VAN EKRIS, L. **Teff: Survey on the nutritional and health aspects of teff (Eragrostis Tef)**. 2008. Disponível em: <[http://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture-plantes-alimentaires/FICHES_PLANTES/teff/Survey on the nutritional and health aspects of teff.pdf](http://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture-plantes-alimentaires/FICHES_PLANTES/teff/Survey%20on%20the%20nutritional%20and%20health%20aspects%20of%20teff.pdf)>. Acesso em: 15 maio de 2017.

GANORKAR, P. M.; JAIN, R. K. Effect of flaxseed incorporation on physical, sensorial, textural and chemical attributes of cookies. **International Food Research Journal**, Selangor, v. 21, n. 4, p. 1515-1521, 2014

GARCÍA, F. A. Farinha de arroz: bom para quem produz, bom para quem consome. *Arroz em foco*, jan. 2007. Disponível em: <<http://www.arroz.agr.br/site/arrozemfoco/070129.php>>. Acesso em: 02 mar. 2010.

GLITSØ, L. V.; BACH KNUDSEN, K. E. Milling of whole grain rye to obtain fractions with different dietary fibre characteristics. **Journal of Cereal Science**, London, v. 29, p. 89-97, 1999

GRANATO, Daniel; ELLENDERSEN, Luciana de Souza Neves. Almond and peanut flours supplemented with iron as potential ingredients to develop gluten-free cookies. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 29, n. 2, p. 395-400, 2009.

GREEN, P. H. R., JABRI, B. Celiac Disease. *Annual Review of Medicine*, v. 57, p. 207-221, 2006.

GUTIERREZ-ACHURY, J.; COUTINHO DE ALMEIDA, R.; WIJMENGA, C. Shared genetics in coeliac disease and other immunemediated diseases. *Journal of Internal Medicine*, v. 269, n. 6, p. 591– 603, 2011.

GUTKOSKI, L. C.; IANISKI, F.; DAMO, T. V.; PEDÓ, I. Biscoitos de aveia tipo

“cookie” enriquecidos com concentrado de β -glicanas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 104-110, 2007.

HUSBY, S. et al. European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Guidelines for the Diagnosis of Coeliac Disease. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, v. 54, n. 1, p. 136-160, 2012.

ICRISAT. Sorghum, a crop of substance. (In En.) Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 97 p. ISBN 92-9066-473-8. Order code GAE 049, 2004.

JULIANO, B. O. **Rice: Chemistry and Technology**. 1985. St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1985.

KADAN, R. S.; BRYANT, R. J.; MILLER, J. A. Effects of milling on functional properties of rice flour. **Food Engineering & Physical Properties**, v. 73, n. 4, p. E151- E154, 2008.

KAMATHA, V. G.; CHANDRASHEKAR, A.; RAJINI, P. S. Antiradical properties of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) flour extracts. **Journal of Cereal Science**, London, v. 40, p. 283-288, 2004.

KEARNEY, J. Food consumption trends and drivers. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 365, n. 1554, p. 2793-2807, 2010.

KUPFER, S. S.; JABRI, B. Pathophysiology of celiac disease. *Gastrointestinal Endoscopy Clinics of North American*, v. 22, n. 4, p. 639-660, 2012.

LAZARIDOU, A. et al. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. **Journal of Food Engineering**, v.79, n.3, p.1033-1047, 2007.

LEDER, I. Sorghum and millet in cultivated plants, primarily as food sources. **Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK**, 2004.

MARETI, M. C. ; GROSMANN, Maria Victória Eiras; BENASSI, Marta de Toledo. Características físicas e sensoriais de biscoitos com farinha de soja e farelo de aveia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 4, n. 30, p.878-883, dez. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v30n4/v30n4a07.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

MARIANI, Marieli et al. Elaboração e avaliação de biscoitos sem glúten a partir de farelo de arroz e farinhas de arroz e de soja/Elaboration and evaluation of gluten-free cookies made with rice bran and rice and soy flours. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 1, p. 70, 2015.

MARIANI, M. A. Análise físico-química e sensorial de biscoitos elaborados com

farinha de arroz, farelo de arroz e farinha de soja como alternativa para pacientes celíacos. 2010.

MARTINO, H. S. D. et al. Caracterização química e distribuição granulométrica de genótipos de sorgo para alimentação humana. **Revista Do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 2, p. 337-344, 2012.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O.; RODRIGUES, J. A.S. Cultivo do Sorgo: Ecofisiologia. 2008. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35247/1/Ecofisiologia.pdf>>20 >. Acesso em: 20 nov. 2017.

MIAMOTO, J. B. M. Obtenção e caracterização de biscoito tipo cookie elaborado com farinha de inhame (*Colocasia esculenta* L.). 2008. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2008.

NABESHIMA, E. H.; EL-DASH, A. A. Modificação química da farinha de arroz como alternativa para o aproveitamento dos subprodutos do beneficiamento do arroz. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 107-120, jan./jun. 2004.

NASCIMENTO, A. B. do. Desenvolvimento de produto alimentício sem glúten elaborado a partir da percepção de consumidores celíacos. 2014. 207 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL . LOST CROPS OF AFRICA. Volume 1: grains. Washington DC: National Academy Press; 1996.

NILSSON, M. et al. Content of nutrients and lignans in roller milled fractions of rye. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 73, n. 2, p. 143-148, 1997.

PERES, A. P. Desenvolvimento de um biscoito tipo Cookie enriquecido com cálcio e vitamina D. 2010. 132 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

PROPERTIES OF RICE DOUGH FOR MAKING RICE BREAD. **Journal of Food Engineering**, v. 62, n. 1, p. 37-45, 2004.

QUEIROZ, V. A. V. et al. Potencial funcional e tecnologia de processamento do sorgo [*sorghum bicolor* (L.) moench], para alimentação humana. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 3, p. 180-195, 2012.

RAHAIE, Somayeh et al. Recent developments on new formulations based on nutrient-dense ingredients for the production of healthy-functional bread: a review. **Journal of food science and technology**, v. 51, n. 11, p. 2896-2906, 2014.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F.T.; TOLEDO, R. S. UTILIZAÇÃO DO SORGO NAS RAÇÕES DE AVES E SUÍNOS. 2001. Disponível em: <<https://www.polinutri.com.br/upload/artigo/143.pdf>> Acesso em: 20 nov. 2017.

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

SANG, Yijun et al. Structure and functional properties of sorghum starches differing in amylose content. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 56, n. 15, p. 6680-6685, 2008.

SANTOS, A. A. O.; SILVA, I. V. C.; SANTOS, J. P. A.; SANTANA, D. G.; ALMEIDA, M. L.; MARCELLINI, P. S. Elaboração de biscoitos de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo por polvilho azedo e farinha de albedo de laranja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 3, p. 531-536, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011000300028>

SDEPANIAN, V.L.; MORAIS, M.B.; FAGUNDES-NETO, U. Doença celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. *Arq Gastroenterol.*36(4):244-57, 1999.

SHIN, S. I.; CHOI, H. J.; CHUNG, K. M.; HAMAKER, B. R.; PARK, K. H.; MOON, T. W. Slowly digestible starch from debranched waxy sorghum starch: preparation and properties. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v. 81, p. 404-408, 2004.

SIVARAMAKRISHNAN, H. P.; SENGE, B.; CHATTOPADHYAY, P. K. Rheological STORCK, C. R. et al. Características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz e transglutaminase. *Brazilian Journal of Food Technology*, II SSA, 2009.

SIVARAMAKRISHNAN, H. P.; SENGE, B.; CHATTOPADHYAY, P. K. Rheological properties of rice dough for making rice bread. *Journal of Food Engineering*, Kidlington, n. 62, p. 37-45, 2004.

STORCK, C. R. Variação na composição química em grãos de arroz submetidos a diferentes beneficiamentos. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria. Curso de pós-graduação em ciência e tecnologia de alimentos, Santa Maria, 2004.

TABOSA, J.N.; AZEVEDO NETO, A.D.; REIS, O.V.; FARIAS, I.; TAVARES, J.J.; LIRA, M.A. Forage millet evaluation on harvest stage in the semi-arid region of Pernambuco State of Brazil. In: **INTERNACIONAL PEARL MILLET WORKSHOP**. B Anais... Brasília: Embrapa Sede. p.208-212. 1999.

TACK, G. J. et al. Consumption of gluten with gluten-degrading enzyme by celiac patients: A pilot-study. *World Journal of Gastroenterology*, v. 19, n. 35, p. 5837-5847, 2013.

TEDRUS, G.A.S.; ORMENESE, R.C.S.C.; SPERANZA, S.S.; CHANG, Y.K.; BUSTOS, F.M. Estudo da adição de vital glúten à farinha de arroz, farinha de aveia e amido de trigo na qualidade de pães. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.1, p. 20-25, 2001.

UMAÑA G., J, RESTREPO, L I., LOPERA C., SENEIDA M., GALLARDO C., CECILIA, CARACTERIZACIÓN DE HARINA DE TEFF (ERAGROSTIS TEF) COMO MATERIA PRIMA ALTERNATIVA PARA PANIFICADOS LIBRES DE GLUTEN. Vitae [en línea] 2012, 19 (Enero-Abril) : [Fecha de consulta: 2 de noviembre de 2017] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169823914067>> ISSN 0121-4004

USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental/BRASILFOODS (2008). **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - USP**. V. 5.0. Disponível em: <<http://www.intranet.fcf.usp.br/tabela/>>. Acesso em: 07 abril de 2017.

VIEIRA, T. et al. Efeito da substituição da farinha de trigo no desenvolvimento de biscoitos sem glúten. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [s.l.], v. 18, n. 4, p.285-292, dez. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.1815>.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, jul. 2008.
WANISKA, R. D.; ROONEY, L. W. Chapter 4.1 Structure and chemistry of the sorghum caryopsis. **Sorghum: Origin, History, Technology, and Production**, p.649–688 2000.

WANISKA, R.D. Structure, phenolic compounds, and antifungal proteins of sorghum caryopses. In: Technical and institutional options for sorghum grain mold management: proceedings of an international consultation. Chandrashekar, A., Bandyopadhyay, R., and Hall, A.J., eds. Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 2000.

WONG, J. H.; MARX, D. B.; WILSON, J. D.; BUCHANAN, B. B.; LEMAUX, P. G.; PEDERSEN, J. F. Principal component analysis and biochemical characterization of protein and starch reveal primary targets for improving sorghum grain. *Plant Science*, v. 179, pp. 598–611, 2010.

Yetneberk S, de Kock HL, Rooney LW, Taylor JRN. Effects of sorghum cultivar on injera quality. *Cereal Chem*. 2004;81:314–321.

ZUCCO, F.; BORSUK, Y.; ARNTFIELD, S. D. Physical and nutritional evaluation of wheat cookies supplemented with pulse flours of different particle sizes. *LWT - Food Science and Technology*, Campinas, v. 44, n. 10, p. 2070-2076, 2011