

UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
URI ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

DÉBORA REGINA HENDGES POLETTO PAPPEN

**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITO SEM GLÚTEN A PARTIR
DE FARINHA DE AMARANTO, MILHO E ARROZ**

Erechim, RS – Brasil

Agosto, 2013

DÉBORA REGINA HENDGES POLETTI PAPPEN

**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITO SEM GLÚTEN A PARTIR
DE FARINHA DE AMARANTO, MILHO E ARROZ**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - Campus de Erechim, para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos.

Erechim, RS – Brasil

Agosto, 2013

Débora Regina Hendges Poletto Pappen

**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITO SEM GLÚTEN A PARTIR
DE FARINHA DE AMARANTO, MILHO E ARROZ**

Dissertação de Mestrado submetida à Comissão Julgadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos.

Comissão Julgadora:

Prof.^a Eunice Valduga, D. Sc
Orientadora

Prof.^a Elisandra Rigo, D.Sc.
Orientadora

Prof.^a Giovana Cristina Ceni, D. SC
UFSM – Campus de Frederico Westphalen

Prof.^a Jamile Zeni, D. SC
URI Erechim

Erechim, 16 de Agosto de 2013.

NESTA PÁGINA DEVERÁ SER INCLUÍDA A FICHA CATALOGRÁFICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. ESTA FICHA SERÁ ELABORADA DE ACORDO COM OS PADRÕES DEFINIDOS PELO SETOR DE PROCESSOS TÉCNICOS DA BIBLIOTECADA URI
– CAMPUS DE ERECHIM.

*Dedico este trabalho a minha
mãe e a meu marido, que
independente de qualquer coisa
estiveram ao meu lado, me
apoiando e acreditando em mim.
Com todo o meu amor!*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela vida, saúde coragem e determinação pela busca e aperfeiçoamento do conhecimento que tem me concedido a cada dia.

Com imenso carinho a minha mãe Beatriz que sempre esteve presente em todos os momentos da minha vida, me dando força e apoio para vencer os diversos obstáculos da vida. Sendo minha base.

Com muito amor ao meu marido Odair, que compreendeu as minhas dificuldades e sempre me apoiou com seu amor e dedicação.

As minhas orientadoras Eunice e Elisandra pelo apoio e orientação na realização desta pesquisa.

A minha comadre e grande amiga Ligia que soube me compreender nestes anos que passamos juntos.

A Andreia e Rosimeri pela grande colaboração nas análises laboratoriais e pela amizade.

A coordenadora Franciele, do curso Superior de Tecnologia de Alimentos do SENAI por permitir a realização das análises laboratoriais.

Ao SENAI de Toledo que gentilmente cedeu a estrutura física, equipamentos e materiais para a realização deste trabalho.

A panificadora Aliança, pela disponibilização o espaço físico para o processamento dos biscoitos.

A todos os professores e colegas que estiveram presentes nestes dois anos.

A banca examinadora pelo tempo dedicado à análise deste trabalho.

Enfim, a todos que não mencionei, mas que estiveram de algum modo presentes nessa caminhada, o meu muito obrigada!

Resumo da dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos.

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITO SEM GLÚTEN APARTIR DE FARINHA DE AMARANTO, MILHO E ARROZ

DÉBORA REGINA HENDGES POLETTI PAPPEN

Agosto/2013

Orientadoras: Dr^a. Eunice Valduga

Dr^a. Elisandra Rigo

Os portadores de doença celíaca possuem hipersensibilidade à porção protéica do glúten, caracterizada por intenso processo inflamatório da mucosa intestinal, o que os leva ao consumo de alimentos específicos, já que esta doença não tem cura e apresenta como único tratamento a dieta isenta de glúten. O comércio de alimentos para celíacos é ainda limitado, devido à escassez de produtos isento de glúten bem como, o elevado custo dos comercializados, tornando-se fundamental o desenvolvimento de novos produtos alimentícios para esta população. Em resposta a esta necessidade, surgem pesquisas que buscam viabilizar o uso de matérias primas isenta de glúten e com valor nutricional agregado para elaboração de formulações. Neste sentido o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da adição de farinha mista (amaranto, milho e arroz) nas características físico-químicas, nutricionais, microbiológicas e sensoriais de formulações de biscoitos – “Tipo Sequilhos”, empregando metodologia de planejamento de experimentos. Foram elaboradas nove formulações de biscoitos onde investigou-se diferentes concentrações de farinha de amaranto e milho, na elaboração de uma farinha mista contendo farinha de arroz usada para manter a característica de sequilhos. A formulação II foi a que teve a maior resposta referente ao conteúdo de lipídios, proteínas e fibra alimentar, com 10,15g/100g, 10,26g/100g e 3,01 g/100g, respectivamente. Destaca-se que a quantidade de fibra alimentar encontrada na formulação II permite predizer que o biscoito pode ser considerado “fonte de fibras”. A formulação IV foi a que apresentou os maiores teores de cálcio e potássio, ao passo que a formulação III e V demonstraram quantidades menores de cálcio e potássio, respectivamente, que as demais formulações. Quanto ao magnésio a quantidade mínima obtida foi 33,14 mg/100g na formulação V e a máxima 91,40 mg/100g na formulação II. As quantidades de sódio variaram entre 295,04 a 410,22 mg/100g, teores encontrados nas formulações II e IX respectivamente. Quanto a quantidade de ferro a formulação I foi a que apresentou o menor valor (0,92 mg/100g) e a formulação X a com maior quantidade (2,11 mg/100g). Com relação à análise microbiológica todas as formulações encontravam-se dentro dos padrões recomendados pela legislação brasileira. Dentre as formulações avaliadas, a formulação II (119,64g de farinha de amaranto e 29,08g de farinha de milho por 300 g de farinha mista) foi

a que obteve a maior rejeição entre os avaliadores, enquanto as amostras I e V (20,35g de farinha de amaranto por 300g de farinha mista e sem farinha de amaranto, respectivamente) foram as que resultaram em maior aceitação, com índice de aceitabilidade superior a 75 % no teste afetivo da escala hedônica.

Palavras-chave: farinha de amaranto, farinha de arroz, farinha de milho, glúten, biscoito, doença celíaca.

Abstract presented to Post-Graduation Program in Food Engineering as part of the required requisites in order to get a Master's Degree in Food Engineering.

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF GLUTEN-FREE COOKIE FROM AMARANTH, CORN AND RICE FLOUR

DÉBORA REGINA HENDGES POLETTO PAPPEN

August/2013

Advisors: Dr^a. Eunice Valduga

Dr^a. Elisandra Rigo

Celiac patients have hypersensitivity to protein portion of gluten, characterized by an intense inflammatory process of intestinal mucosa, leading them to intake specific kinds of food, since it is an incurable disease and the only treatment is the gluten-free diet. Food trade for celiac people is still limited, due to lack of gluten-free products, as well as high cost of the traded products, making the development of new kinds of food for this population crucial. Due to this necessity, there are researches that aim at providing the use of gluten-free raw materials besides nutritional value to prepare the formulas. Thus, this research paper aimed at evaluating the effects of adding mixed flour (amaranth, corn and rice) in physicochemical, nutritional, microbiological and sensory characteristics of cookie formulation – “*Sequilhos*” Type, by adopting planning experiments methodology. Nine formulations of cookies were developed, where it was possible to investigate different concentrations of amaranth and corn flour, in the elaboration of mixed flour containing rice flour used to keep the characteristic of “*sequilhos*”. Formulation II was the one that had the greatest response on the content of lipids, proteins and dietary fiber, with 10.15 g/100g, 10.26 g/100g and 3.01 g/100g, respectively. The amount of dietary fiber found in formulation II allows one to say that the cookie can be considered “source of fiber”. Formulation IV was the one that showed the highest levels of calcium and potassium, respectively. Concerning magnesium, the minimum amount obtained was 33.14 mg/100g in formulation V and the maximum one was 91.40 mg/100g in formulation II. The amounts of sodium varied between 295.04 to 410.22 mg/100g, levels found in formulations II and IX, respectively. Regarding iron amount, formulation I was the one that showed the lowest level (0.92 mg/100g) and formulation X was the one with the highest amount (2.11 mg/100g). Regarding microbiological analysis, all formulations met the standards recommended by Brazilian legislation. Amongst the assessed formulations, formulation II (119.64 g of amaranth flour and 29.08 g of corn flour per 300 g of mixed flour) was the one with the highest rejection level among the assessors, while samples I and V (20.35 g of amaranth flour per 300 g of mixed flour and without amaranth flour, respectively) were the ones that resulted in greatest acceptance, with acceptance levels above 75% on affective test of hedonic scale.

Key words: amaranth flour

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS.....	15
1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 <i>Doença Celíaca</i>	<i>19</i>
2.2 <i>Glúten</i>	<i>20</i>
2.3 <i>Farinhas isentas de glúten.....</i>	<i>22</i>
2.4 <i>Amaranto (Amaranthus cruentus).....</i>	<i>22</i>
2.4.1 <i>Aspectos históricos.....</i>	<i>22</i>
2.4.2 <i>Aspectos nutricionais</i>	<i>23</i>
2.4.3 <i>Produtos elaborados com amaranto.....</i>	<i>25</i>
2.5 <i>Arroz.....</i>	<i>26</i>
2.5.1 <i>Aspectos históricos.....</i>	<i>26</i>
2.5.2 <i>Aspectos nutricionais</i>	<i>26</i>
2.5.3 <i>Farinha de arroz.....</i>	<i>27</i>
2.6 <i>Milho.....</i>	<i>28</i>
2.6.1 <i>Aspectos históricos</i>	<i>28</i>
2.6.2 <i>Aspectos nutricionais.....</i>	<i>29</i>
2.6.3 <i>Farinha de milho</i>	<i>30</i>
2.7 <i>Biscoitos</i>	<i>30</i>
2.7.1 <i>Biscoitos sem glúten</i>	<i>31</i>
2.8 <i>Considerações Finais</i>	<i>32</i>
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 <i>Matéria-prima</i>	<i>34</i>
3.2 <i>Elaboração das Formulações de Biscoitos sem glúten.....</i>	<i>34</i>
3.2.1 <i>Teste Preliminar</i>	<i>34</i>
3.2.2 <i>Delineamento de experimentos - Formulação de biscoito sem glúten com farinha mista</i>	<i>35</i>

3.3	<i>Caracterização físico-química das formulações</i>	37
3.3.1	<i>Preparo das amostras</i>	37
3.3.2	<i>Umidade</i>	37
3.3.3	<i>Componentes minerais</i>	37
3.3.3.1	<i>Minerais Totais (Cinzas)</i>	38
3.3.3.2	<i>Macro e micominerais</i>	38
3.3.3.3	<i>Nitrogênio e Conteúdo Protéico – (PT)</i>	39
3.3.4	<i>Lipídios (LP)</i>	39
3.3.5	<i>Fibra Alimentar (F)</i>	39
3.3.6	<i>Carboidratos totais (CT)</i>	40
3.3.7	<i>Valor calórico</i>	40
3.3.8	<i>Informação nutricional</i>	40
3.4	<i>Análise microbiológica</i>	40
3.4.1	<i>Preparo das amostras</i>	40
3.4.2	<i>Coliformes a 45°C</i>	41
3.4.3	<i>Estafilococos Coagulase positiva</i>	41
3.4.4	<i>Pesquisa de Salmonella sp</i>	41
3.5	<i>Análise sensorial</i>	42
3.5.1	<i>Preparo das amostras</i>	42
3.5.2	<i>Caracterização da equipe sensorial</i>	42
3.5.3	<i>Métodos Afetivos: Aceitabilidade e Intenção de compra</i>	43
3.6	<i>Estimativa de custo dos biscoitos</i>	44
3.7	<i>Análise estatística</i>	45
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1	<i>Características físico-química das formulações</i>	46
4.1.1	<i>Carboidratos</i>	47
4.1.2	<i>Lipídios</i>	49
4.1.3	<i>Proteína (PT)</i>	50
4.1.4	<i>Fibra Alimentar (F)</i>	52
4.1.5	<i>Cinzas (C)</i>	54
4.1.6	<i>Umidade (U)</i>	56

4.2 Componentes Minerais.....	58
4.2.1 Cálcio	59
4.2.2 Ferro.....	62
4.2.3 Potássio	64
4.2.4. Magnésio	66
4.2.5 Sódio	68
4.3 Características Organolépticas.....	69
4.3.1 Caracterização da Equipe de Julgadores	69
4.3.2 Aspectos Visuais	69
4.3.2 Aspectos Sensoriais	71
4.3.2.1 Sabor.....	72
4.3.2.2 Aspectos Gerais	74
4.3.2.3 Intenção de compra	75
4.4 Informação Nutricional.....	76
4.5 Custo estimado	78
4.6 Análise Microbiológica	78
5. CONCLUSÕES	80
6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	80
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
APÊNDICE	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aspecto da mucosa do intestino delgado de indivíduo normal e com doença celíaca, respectivamente	20
Figura 2 – Aspecto do amaranto, variedade BRS – Alegria.....	23
Figura 3 - Ilustração do grão de amaranto em corte transversal e longitudinal.....	24
Figura 4 – Estrutura física do grão de arroz	27
Figura 5 – Aspecto da estrutura física do grão de milho	29
Figura 6 – Fluxograma de elaboração de biscoito sem glúten de farinha mista (amaranto, milho e arroz) e análises a serem realizadas.....	36
Figura 7 - Modelo de Ficha do Teste Afetivo – Escala Hedônica Estruturada Mista.....	43
Figura 8 - Modelo da Ficha de Escala de Atitude ou de Intenção de Consumo	44
Figura 9 - Gráfico de Pareto com os efeitos estimados (Valor absoluto) das concentrações de FA e FM nas formulações de biscoito sem glúten elaborado com farinha mista em relação ao teor de carboidrato.....	48
Figura 10 - Gráfico de Pareto com os efeitos estimados (Valor absoluto) das concentrações de FA e FM nas formulações de biscoito sem glúten elaborado com farinha mista em relação ao teor de lipídios	50
Figura 11 - Gráfico de Pareto com os efeitos estimados (Valor absoluto) das concentrações de FA e FM nas formulações de biscoito sem glúten elaborado com farinha mista em relação ao teor de proteína	51
Figura 12 – Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para teor de fibra alimentar (g por 100 g) das formulações de biscoito sem glúten em função da concentração da farinha de amaranto e milho.....	54
Figura 13 - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para teor de cinza (g por 100 g) das formulações de biscoito sem glúten em função da concentração da farinha de amaranto e milho.....	56
Figura 14 - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para teor de umidade (g por 100 g) das formulações de biscoito sem glúten em função da concentração da farinha de amaranto e milho.....	58
Figura 15 - Curva de contorno (a) e superfície de resposta (b) e para cálcio (mg por 100 g) das formulações de biscoito sem glúten em função da concentração da farinha de amaranto e milho.....	61

Figura 16 - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para ferro (g por 100 g) das formulações de biscoito sem glúten em função da concentração da farinha de amaranto e milho.....	63
Figura 17 - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para potássio (mg por 100 g) das formulações de biscoito sem glúten em função da concentração da farinha de amaranto e milho.....	66
Figura 18 - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para magnésio (g por 100 g) das formulações de biscoito sem glúten em função da concentração da farinha de amaranto e milho.....	68
Figura 19 - Gráfico de Pareto com os efeitos estimados (Valor absoluto) das concentrações de FA e FM nas formulações de biscoito sem glúten elaborado com farinha mista em relação ao teor de sódio	68
Figura 20 – Aspectos visuais das formulações de biscoitos isentos de glúten elaborados com farinha de amaranto, milho e arroz	70
Figura 21 - Gráfico de Pareto com os efeitos estimados (Valor absoluto) das variáveis testadas sobre o sabor do biscoito de farinha mista isenta de glúten.....	72
Figura 22 - Histograma de frequência para o atributo sabor	73
Figura 23 - Gráfico de Pareto com os Efeitos estimados (Valor absoluto) das variáveis testadas sobre os aspectos gerais do biscoito de farinha mista isenta de glúten.....	74
Figura 24 - Histograma de frequência para os aspectos gerais (avaliação global) dos biscoitos.....	74
Figura 25 - Gráfico de Pareto com os feitos estimados (Valor absoluto) das variáveis testadas sobre a intenção de compra do biscoito de farinha mista isenta de glúten	75
Figura 26 - Histograma de frequência para a intenção de compra dos biscoitos	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teor de proteínas, lipídeos e fibras da farinha de amaranto integral e outros cereais.....	24
Tabela 2 – Formulação do biscoito controle com farinha mista de amaranto e milho.....	35
Tabela 3 – Variáveis independentes e níveis utilizados no planejamento fatorial (DCCR) 2^2 para elaboração dos biscoitos de farinha mista de amaranto e milho.....	35
Tabela 4 – Parâmetros instrumentais do FAAS (Varian Spectra AA-55).....	39
Tabela 5 – Valores de referência para contagem de Coliformes, <i>Estafilococos</i> Coagulase positiva e <i>Salmonella</i> para biscoitos.....	41
Tabela 6 - Matriz do planejamento DCCR com os valores codificados e (reais) e as características físico-químicas em relação ao teor de carboidratos (CHO), lipídios (LP), proteínas (PT), fibra alimentar (FA), cinzas (C), umidade (U) das formulações de biscoitos sem glúten elaborados com farinha mista amaranto e milho.....	46
Tabela 7 - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial completo 2^2 para fibra alimentar.....	53
Tabela 8 - Análise de variância do planejamento fatorial completo 2^2 para fibra alimentar.....	53
Tabela 9 - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial completo 2^2 para cinzas	55
Tabela 10 - Análise de variância do planejamento fatorial completo 2^2 para cinzas	55
Tabela 11 - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial completo 2^2 para umidade	57
Tabela 12 - Análise de variância do planejamento fatorial completo 2^2 para umidade.....	57
Tabela 13 - Matriz do delineamento composto central rotacional 2^2 (valores codificados e reais) e resposta em cálcio (Ca), ferro (Fe), potássio (K), magnésio (Mg), sódio (Na)	59
Tabela 14 - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial completo 2^2 para cálcio	60
Tabela 15 - Análise de variância do planejamento fatorial completo 2^2 para cálcio	60
Tabela 16 - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial completo 2^2 para ferro	62
Tabela 17 - Análise de variância do planejamento fatorial completo 2^2 para ferro.....	63

Tabela 18 - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial completo 2^2 para potássio	64
Tabela 19 - Análise de variância do planejamento fatorial completo 2^2 para potássio	65
Tabela 20 - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial completo 2^2 para magnésio	66
Tabela 21 - Análise de variância do planejamento fatorial completo 2^2 para magnésio.....	67
Tabela 22 Matriz do delineamento composto central rotacional com as respostas obtidas quanto ao sabor (S), aspectos gerais (AG) e intenção de compra (IC).....	71
Tabela 23 – Informação nutricional definida para formulação I.....	77
Tabela 24 - Informação nutricional definida para a formulação V	77
Tabela 25 – Análise microbiológica dos biscoitos de farinha mista e sem glúten	79

1. INTRODUÇÃO

O glúten é o principal constituinte proteico do trigo, da aveia, do centeio e da cevada. Nestes cereais, a fração de glúten solúvel em álcool (designada de gliadina, avenina, hordeína e secalina, respetivamente) é tóxica para os doentes celíacos (ACELBRA, 2013; NIEWINSKI, 2008), provocando um estado inflamatório crônico da mucosa do intestino delgado acompanhado de atrofia das vilosidades e hiperplasia das criptas intestinais (LINDFORS, MAKI e KAUKINEN, 2010). Este estado fisiopatológico prejudica a absorção dos nutrientes (SDEPANIAN, MORAIS e FAGUNDES, 2001).

O espectro epidemiológico da doença celíaca tem crescido e estudos tem demonstrado que a prevalência desta doença aumentou mais de 4 vezes nos últimos 50 anos (RUBIO-TAPIA et al., 2009), revelando-se uma patologia comum que afeta de 1 a 2% da população geral e que possui uma distribuição bastante homogênea a nível mundial (BARADA et al., 2010). Embora tenham surgido novas propostas de linhas terapêuticas para o tratamento da doença celíaca, o único tratamento com suficiente evidência científica da sua eficácia é a adesão a uma dieta sem glúten (HUSBY et al., 2012; CRESPO PÉREZ et al., 2012) prevenindo uma série de complicações, tais como prejuízos nutricionais, osteoporose e cânceres (KAGNOFF, 2005).

Apesar da ausência do glúten das dietas proporcionar melhora significativa dos sintomas, a qualidade nutricional do alimento produzido não é garantida. Os avanços tecnológicos vêm proporcionando o desenvolvimento de alimentos agradáveis aos celíacos (KOHMANN, 2010), no entanto o produto isento de glúten, geralmente, são elaborados com farinhas e amidos refinados, e por isso apresentam baixo teor de fibra alimentar, vitaminas e minerais, sendo um dos fatores responsáveis pelo consumo inadequado destes nutrientes pelos celíacos (THONPSOM et al., 2005). Diante disto, o desenvolvimento de novos produtos por meio da utilização de matérias primas isentas de glúten e com valor nutricional agregado é fundamental para melhorar o aspecto nutricional da alimentação do celíaco.

Neste sentido, ressalta-se a farinha de amaranto, que apresenta alto valor nutritivo e ausência de glúten, consistindo em uma matéria prima atraente para elaboração de produtos para celíacos (CAPRILES, 2009; MARCILIO et al., 2005; HIBI et al., 2003). O pseudo-cereal amaranto (*amaranthus* sp.) vem ganhando destaque nas pesquisas e no interesse dos consumidores mais atentos, devido às suas propriedades nutritivas e funcionais na promoção da saúde e prevenção de doenças (MENDONÇA et al., 2009).

Apesar dos benefícios nutricionais e do seu potencial como alimento funcional, o amaranto ainda é um alimento pouco difundido no Brasil. Para o aumento do consumo dessa matéria-prima, preconiza-se a sua incorporação na formulação de produtos e preparações convencionais. Esse tipo de abordagem vem mostrando o potencial do amaranto na panificação, e no incremento do valor nutritivo de pães, biscoitos e bolos, gerando produtos aceitos sensorialmente (CAPRILES et al., 2008).

Desta forma, considerando a importância e as frequentes dificuldades encontradas na elaboração de alimentos para celíacos, como, o fato do mercado brasileiro apresentar poucos produtos isentos de glúten e com qualidade nutricional, a presente pesquisa tem como objetivo a produção de biscoito isento de glúten a partir da farinha mista composta de farinha de amaranto, de milho e de arroz visando contribuir para variação e adequação nutricional da dieta do celíaco. Para tal alguns objetivos específicos foram traçados:

- Elaborar diferentes formulações de biscoitos empregando metodologia de Planejamento de Experimentos (Delineamento Composto Central Rotacional - DCCR);
- Caracterizar as propriedades físico-químicas das formulações;
- Indicar a formulação com maior potencial nutricional;
- Avaliar as condições microbiológicas das formulações;
- Avaliar a aceitabilidade das formulações;
- Realizar um levantamento e propor uma estimativa de custos para a formulação dos biscoitos com farinhas mistas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste item serão abordados conceitos relacionados ao referencial teórico pertinente ao tema estudado. Destacam-se aspectos referentes à doença celíaca, glúten, amaranto, milho, arroz e elaboração de produtos isentos de glúten.

2.1 Doença Celíaca

A doença celíaca é considerada uma patologia autoimune, resultante de interação entre fatores ambientais, genéticos e imunológicos, considerando que os fatores ambientais estão relacionados com a ingestão de glúten e os fatores imunológicos estabelecem relações com alterações da imunidade celular e humoral. Já referente aos fatores genéticos, os indivíduos com doença celíaca possuem marcadores genéticos no cromossoma 6p21, designado Complexo Maior de Histocompatibilidade (HLA) classe II, especificamente HLA-DQ2 (95 %) e HLA-DQ8 (5 %), sendo este o fator de risco genético mais importante no desenvolvimento desta enteropatia (GALVÃO et al., 2004).

O auto antígeno causa sensibilidade permanente ao glúten, causando lesão inflamatória em indivíduos geneticamente suscetíveis, caracterizado pela atrofia das vilosidades, hiperplasia de criptas, aumento dos linfócitos intra-epiteliais e infiltração da lâmina própria da mucosa por células inflamatórias no intestino delgado, levando conseqüentemente a dificuldade de absorção da maioria dos nutrientes (BAPTISTA et al., 2005; BAI et al., 2007). Na Figura 1 observar-se a diferença entre um intestino normal e o de um celíaco.

A doença celíaca pode ser considerada, mundialmente, como um problema de saúde pública, principalmente devido a alta prevalência, frequente associação com morbidade variável e não específica e, em longo prazo, à probabilidade de aparecimento de complicações graves, principalmente osteoporose e doenças malignas do trato gastroentérico (PRATESI e GANDOLFI, 2005). No que diz respeito ao distúrbio metabólico, na doença celíaca há a diminuição da massa óssea, pela dificuldade de absorção de cálcio e vitamina D. Nas crianças pode levar ao raquitismo e em adultos levará a diferentes graus de osteopenia e osteoporose, aumentando o risco de fraturas, especialmente em idosos (CARVALHO et al., 2003; UTIYAMA et al., 2004).

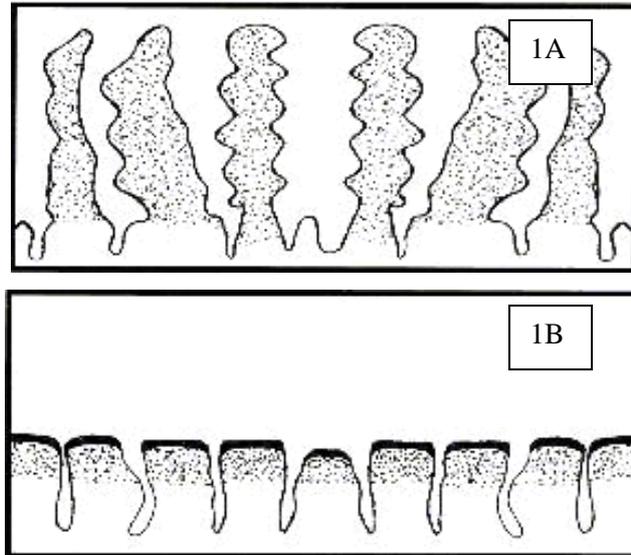


Figura1. Aspecto da mucosa do intestino delgado de indivíduo normal (1A) e com doença celíaca (1B) (ACELBRA, 2013).

Para o tratamento da doença celíaca utiliza-se uma dieta isenta de glúten que deve ser permanente, levando o paciente a eliminar os seguintes cereais e seus derivados de sua dieta: trigo, centeio, cevada e aveia (ARAÚJO et al., 2010; SDEPANIAN, MORAIS e FAGUNDES, 2001). Produtos à base de milho, batata, arroz, feijão, soja, mandioca, araruta, amaranto, quinoa e trigo sarraceno podem ser substitutos dos cereais restritos aos celíacos (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2003).

Porém, a adesão a uma dieta totalmente isenta de glúten não constitui uma prática fácil devido a dificuldade de adaptação aos produtos modificados, contaminação cruzada com cereais que apresentam glúten, inadequações de rótulos, custo dos produtos, e ainda a falta de oferta de produtos isentos de glúten no mercado (ZANDONADI, 2009).

2.2 Glúten

O termo glúten é utilizado para designar a fração protéica constituída das classes glutenina e prolamina após hidratação sendo encontrado no trigo, na aveia, no centeio, na cevada, no malte, amplamente utilizados na composição de alimentos, medicamentos, bebidas industrializadas e cosméticos (QUAGLIA, 1992). As prolaminas e as gluteninas são definidas pelo seu carácter solúvel ou insolúvel em álcool, respetivamente. Ambas contêm peptídeos ativadores da inflamação intestinal (BRIANI, SAMAROO e ALAIDINI, 2008).

A fração de glúten solúvel em álcool, designada de gliadina (trigo), hordeína (centeio), avenina (aveia) e secalina (cevada) são tóxicas para os doentes celíacos, provocando um

estado inflamatório crônico da mucosa do intestino delgado, que se acompanha de atrofia das vilosidades e hiperplasia das cristas intestinais (NIEWINSKI, 2008; LINDFORS et al., 2010), isto ocorre pois não são totalmente hidrolisados por enzimas digestivas humanas nos celíacos (CRESPO, PÉREZ e CASTILLEJO, 2012).

O glúten apresenta propriedades tecnológicas que conferem qualidade aos produtos, como elasticidade e hidratação, além de contribuir para o aumento do rendimento. Os produtos sem glúten apresentam características prejudiciais à qualidade, dando origem a produtos de pequenos volumes específicos, mais firmes e menos duráveis (BOBBIO e BOBBIO, 2001).

No entanto, faz-se necessário o desenvolvimento e adequação de produtos alternativos, preparados para o consumo dos portadores da doença celíaca, bem como do alerta da existência de glúten em alimentos convencionais. Em virtude disto, para garantir a prática da dieta isenta de glúten, em 1992, foi promulgada, a Lei Federal número 8.543 (BRASIL, 1992), que determina a impressão da advertência *contém glúten* nos rótulos e embalagens de alimentos industrializados que apresentarem em sua composição, derivados do trigo, centeio, cevada e aveia.

Legislação para Produtos Isentos de Glúten

O assunto é de tal relevância que produtos contendo glúten devem ter advertência no rótulo conforme exigência das Leis nº. 8.543, (BRASIL, 1992) e nº. 10.674 (BRASIL, 2003). A lei número 10.674 (BRASIL, 2003), determina a obrigatoriedade da descrição nos rótulos dos produtos alimentícios industrializados quanto a presença e também a ausência de glúten através das inscrições “contém glúten” e “não contém glúten”, conforme o caso. Essa medida facilita e transmite maior confiança aos pacientes celíacos quanto à escolha dos alimentos da dieta, apesar de não haver referência com relação às bebidas alcoólicas nem sobre a quantidade máxima de gliadina permitida.

Considerando a necessidade de padronização da advertência a ser declarada em rótulos de alimentos que contenham glúten, a Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) adotou a Resolução RDC nº 40 (BRASIL, 2001) que se aplica à rotulagem de alimentos e bebidas. “Todos os alimentos e bebidas embalados que contenham glúten, como trigo, aveia, cevada, malte e centeio e/ou seus derivados, devem conter, no rótulo, obrigatoriamente, a advertência: contém glúten”.

2.3 Farinhas isentas de glúten

De acordo com a Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, farinhas são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e/ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos (BRASIL, 2005).

A substituição das farinhas que contêm glúten pelas isentas pode oferecer produtos diferenciados, principalmente para portadores de necessidades especiais, como os portadores da doença celíaca. Além disso, ressalta-se a importância da utilização de uma farinha que possa oferecer ao consumidor um produto com boa qualidade sensorial e nutricional (AGUILAR, PALOMO e BRESSANI, 2004).

Segundo Brasil (1994) a utilização de farinhas mistas pode ser recomendável para a substituição da farinha de trigo, caso haja interesse devido, sobretudo, aos fatores custo e disponibilidade. Diversos estudos têm sido realizados no sentido de substituir o trigo na elaboração de produtos de panificação devido às restrições econômicas, exigências comerciais, novas tendências de consumo e hábitos alimentares específicos (PEREZ e GERMANI, 2007).

A literatura apresenta alguns trabalhos que relatam a substituição da farinha de trigo por farinhas alternativas, visando oferecer ao consumidor produtos inovadores do ponto de vista tecnológico e nutricional como biscoitos, pães, panetones, massas alimentícias, entre outros (MEDEIROS et al., 2012).

A composição das farinhas mistas deve variar de acordo com os objetivos do produto, considerando-se ainda que sua qualidade dependerá da proteína do trigo, bem como da natureza do produto envolvido, desta forma, sugere-se que os alimentos escolhidos para integrar farinhas mistas sejam pesquisados quanto à composição química e características físicas e nutricionais para desenvolvimento de tecnologia que permita seu uso em produtos de panificação de forma eficiente (PEREZ e GERMANI, 2007).

2.4 Amaranto (*Amaranthus cruentus*)

2.4.1 Aspectos históricos

O pseudocereal amaranto é uma dicotiledônea pertencente à família das *Amaranthaceas*, originário provavelmente das Américas do Sul e Central. Representou a base da dieta de diversas culturas pré-colombianas, dentre estas as civilizações Maias, Incas e Astecas, além de ser considerado um alimento sagrado (YANEZ et al., 1994).

Em 1975, o amaranto ressurgiu mundialmente, quando a *National Academy of Sciences* o considerou como uma das 36 culturas mais promissoras e recomendadas para estudos devido à sua vantajosa composição nutricional, capaz de melhorar a nutrição e qualidade de vida da população (SAUNDERS e BECKER, 1984).

Nos últimos anos, o amaranto foi adaptado ao clima e solos brasileiros pela Embrapa-Cerrados (Planaltina - DF), recebendo a denominação *Amaranthus cruentus* L., variedade BRS – Alegria (Figura 2) (TEIXEIRA et al., 2003).



Figura 2. Aspecto do Amaranto, variedade BRS – Alegria (Taguchi e Souza, 2011).

2.4.2 Aspectos nutricionais

O grão de *A. cruentus* (Figura 3) apresenta basicamente duas partes distintas: a fração embrião-casca, que representa aproximadamente 26 % do grão (contém alto teor de proteína, fibra, lipídeos e cinzas) e o perisperma, que corresponde a 74 % do grão que contém principalmente amido (BETSCHARD et al., 1981).

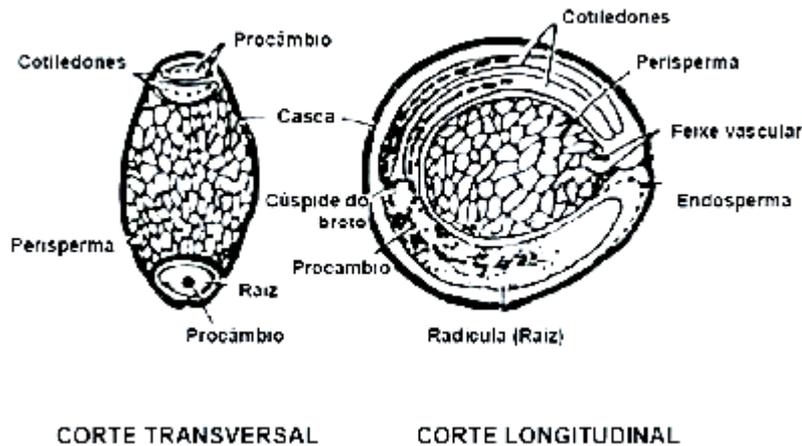


Figura 3. Ilustração do grão de amaranto em corte transversal e longitudinal (IRVING et al., 1981).

O potencial nutritivo do amaranto é elevado quando comparado aos demais cereais, principalmente em relação a fonte protéica, uma vez que apresenta em torno de 15 % de proteínas, consideradas de alto valor biológico além da quantidade de gorduras e fibras (BRESSANI e GARCIA, 1990; BREENE, 1991), como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Teor de proteínas, lipídeos e fibras do amaranto integral e outros cereais.

Constituintes	Amaranto	Trigo	Milho	Arroz	Aveia
Proteína (%)	14,9	12,3	8,9	7,5	16,1
Lipídeos (%)	6,98	1,8	3,9	1,9	6,4
Fibra (%)	4,5	2,3	2,0	0,9	1,95

Fonte: Early e Early (1987).

O grão de *A. cruentus* apresenta cerca de 60 % de amido, 15 % de proteína, 13 % de fibra alimentar, 8 % de lipídeos e 4 % de cinzas (CAPRILES et al., 2008), o que o destaca dos demais grãos de cereais (ESCUADERO et al., 2004). Além disso, possui ainda um adequado balanço de aminoácidos, com alto teor de lisina, aminoácido essencial, normalmente deficiente em cereais (SAUNDERS e BECKER, 1984).

Os ácidos graxos presentes em maiores quantidades no amaranto são o palmítico (19 %), oléico (26 %) e linoléico (47 %). O ácido graxo essencial linolênico está presente na proporção de 1,4 % dos ácidos graxos totais (BERGER et al., 2003).

O *A. cruentus*, variedade BRS - Alegria apresenta quantidades consideráveis, expressas em 100 g a base seca de fósforo (441 mg), potássio (434 mg), magnésio (254 mg),

cálcio (206 mg), sódio (0,6 mg), ferro (12 mg), zinco (5,2 mg), manganês (4 mg), alumínio (4 mg), cobalto (0,06 mg) e selênio (0,02 mg) (MENDONÇA et al., 2005).

Nas variedades de *A. cruentus* podem ser encontradas de 0,19 a 0,23 mg/100g de riboflavina, 1,17 a 1,45 mg/100g de niacina, até 4,5 mg/100g de ácido ascórbico e de 0,07 a 0,1 mg/100g de tiamina (ASCHERI et al., 2004). Ainda grandes quantidades de biotina e ácido fólico estão presentes no amaranto (GUZMÁN-MALDONADO e PAREDES-LOPEZ, 2000).

O amaranto é ainda excelente fonte de fibra insolúvel, principalmente de lignina e celulose. O teor total de fibra encontrada no amaranto é superior a dos cereais comuns (SAUDERS e BECKER, 1984) apresenta teor de 8,1 % de fibra insolúvel e 1,8 % de solúvel (CARDOZO e EITENMILLER, 1988 citado por MENDONÇA, 2006). Na pesquisa realizada por Marcílio et al. (2005) o *A. cruentus* produzido no Brasil apresentou 4,2 % de fibra alimentar.

2.4.3 *Produtos elaborados com amaranto*

Tendo em vista, o alto valor nutritivo do amaranto (SÁNCHEZ-MARROQUÍN, 1983; CORREA et al., 1986), e o fato de que, recentemente, o Brasil adaptou algumas variedades do grão, principalmente ao solo do Cerrado, a literatura, apresenta algumas, iniciativas de estudos de incorporação do amaranto nas preparações culinárias e industriais, com o intuito de melhorar o valor nutricional, estimular o consumo deste pseudocereal, bem como apresentar uma alternativa para fins dietéticos especiais e produtos para celíacos.

Tosi et al. (2002) desenvolveram pães com a incorporação parcial da farinha integral e farinha desengordurada hiperprotéica do grão de amaranto (41 e 51 % de proteína em base seca), obtidas por diferentes moagens, com aumento significativo do conteúdo de lisina. Nos produtos desenvolvidos por Burinova et al. (2001), a substituição de 20 % de farinha de trigo por farinha de amaranto, indicou influencia negativa na qualidade do pão, pela diminuição proporcional do conteúdo de glúten, aumento da adesividade e diminuição de volume.

Já nos pães desenvolvidos por Ayo (2001) a substituição da farinha de trigo pela de amaranto na concentração de 15 %, não resultou em diferenças significativas físicas e sensoriais no pão, e ainda melhorou sua qualidade nutricional considerando o teor de lisina. Ceglinska et al. (2003) incorporaram grãos de amaranto expandidos à formulação do pão (15 %), utilizando glúten (3 %) e leite em pó (3 %) para melhorar as propriedades sensoriais e porosidade do produto. Uma vez que o grão não apresenta gliadina, não é formado glúten a partir da farinha de amaranto. Kuhn et al. (2000) desenvolveram produtos com amaranto em

combinação com outros cereais ausentes de glúten (fécula de batata, farinha de arroz e quinua), tais como pães, bolos e biscoitos e observou uma influencia negativa na qualidade dos produtos.

Os autores Sosnowska e Achremowicz (2000) observaram que os diferentes graus de moagem da farinha de amaranto (123,44 a 267,63 μm) não influenciaram na aceitação dos provadores, mas sim a quantidade de gordura.

2.5 Arroz

2.5.1 Aspectos históricos

O arroz (*Oryza sativa* L.) é nativo da Índia, sudeste da Ásia e China, e pertence à família das gramíneas, sendo um herbáceo anual e semiaquático, são conhecidas, mas de 20 espécies do gênero *Oryza* (DZIEZAK, 1991; JULIANO e HICKS, 1996). Além de ser um alimento de baixo custo, de fácil e rápido preparo e versátil, é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como principal alimento para mais da metade da população mundial (WALTER et al., 2008).

A produção de arroz estimada no Brasil para a safra 2012/13 deve ser de 11,9 milhões de toneladas, 2,8 % maior do que o volume colhido na safra anterior. A Região Sul deve produzir 9,1 milhões de toneladas, representando 76,6 % da estimativa total de produção. Os demais estados devem responder por 2,8 milhões de toneladas produzidas na safra 2012/13 (CONAB, 2013).

O Brasil também é um grande consumidor desse cereal. O consumo per capita é em torno de 160,3 g (IBGE, 2009). Segundo levantamento da produção agrícola realizado pelo IBGE (2008), o estado que mais produz arroz é o Rio Grande do Sul, seguido pelo Mato Grosso.

2.5.2 Aspectos nutricionais

A composição química dos grãos de arroz varia muito, dependendo do genótipo do grão, qualidade do solo, condições climáticas, produtos agrícolas utilizados, processamento, armazenamento e ainda método de análise do produto, significando que os grãos podem ter características nutricionais diferentes (ZHOU et al., 2002).

O Arroz é constituído pelo endosperma e embrião (germe), envoltos pelas camadas de aleurona e pericarpo. Todo o grão é recoberto por uma casca rígida, não comestível, que tem

como função a proteção do ataque de insetos e fungos. Esta casca é retirada para a produção do arroz (JULIANO e BECHTEL, 1985; AMATO et al., 2005). A estrutura do grão de arroz esta representada na Figura 4.

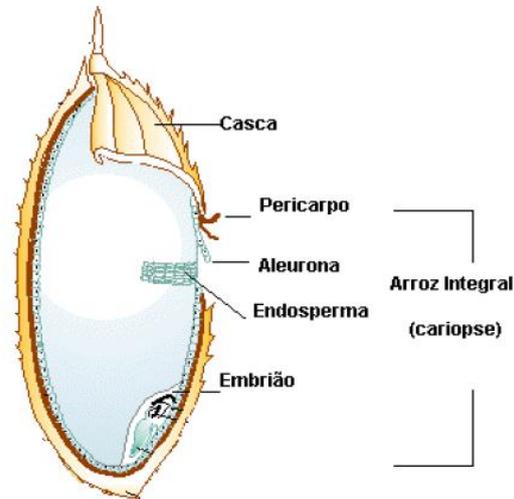


Figura 4. Estrutura física do grão de arroz (KENNEDY e BURLINGAME, 2003).

As camadas externas do grão apresentam maiores concentrações de proteínas, lipídeos, fibras minerais e vitaminas, enquanto o centro é rico em amido. Dessa forma, o polimento resulta em redução no teor de nutrientes, exceto de amido, originando as diferenças na composição entre os tipos de arroz (WALTER et al., 2008).

O Arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais indicados para a preparação de produtos isentos de glúten. Além das propriedades hipoalergênicas, esse cereal possui sabor suave, baixo nível de sódio e carboidratos de fácil digestão (DEMIRKESEN et al., 2010; KADAN et al., 2008; STORCK et al., 2009; SIVARAMAKRISHNAN; SENGE e CHATTOPAHYAY, 2004).

2.5.3 Farinha de arroz

Dentre os produtos elaborados a partir do arroz, destaca-se a farinha de arroz, a qual pode ser obtida através da moagem dos grãos polidos inteiros ou dos quebrados obtidos do processo de beneficiamento industrial do arroz. A moagem consiste no cisalhamento dos grãos em rolos raiados, para lhes reduzir a granulometrias menores do que 250 μm . Através do peneiramento há remoção de partículas com granulometrias maiores, garantindo um produto dentro dos padrões tecnológicos, com redução e/ou eliminações de sujidades ou focos de contaminação microscópica (CARDOSO, 2003; ELIAS e FRANCO, 2006).

A farinha de arroz possui coloração branca, aroma e sabor suaves. Segundo Tredus et al. (2001), a farinha de arroz apresenta composição química aproximada de 85 % de carboidratos, 7 % de proteína, 0,90 % de lipídeos, 0,80 % de cinzas e 6 % de umidade, enquanto a legislação vigente (BRASIL, 1978) regulamenta que a farinha de arroz apresente especificações somente em relação ao teor protéico e a umidade, cujos valores são respectivamente 6,0 % no máximo e 13,0 % no mínimo.

Na farinha de arroz, os carboidratos são representados basicamente pelo amido, que é formado por cadeias de amilose e amilopectina, responsáveis por muitas das propriedades do produto final, sendo a mais importante delas a gelatinização. O segundo componente em maior quantidade na estrutura da farinha de arroz é a proteína, respondendo por cerca de 7 a 9 % da sua composição. Segundo a legislação brasileira, a farinha de arroz pode ser denominada e vendida como amido de arroz, em função do seu alto teor de amido e a dificuldade de se extrair as proteínas (SEVERO, 2010).

A aplicação da farinha de arroz ocorre como alternativa na produção de produtos para pacientes alérgicos ao glúten (SIVARAMKRISHNAN; SENGE e CHATTOPADHYAY, 2004). Apesar do menor custo, a farinha de arroz não conta com volume de produção expressiva por não apresentar aplicação competitiva em relação ao trigo, sendo encontrada em poucos estabelecimentos (NABESHIMA e EL-DASH, 2004). Assim, a industrialização de produtos com farinha de arroz é tecnologicamente difícil. Essa farinha não tem as propriedades viscoelásticas, característica das proteínas do glúten (SIVARAMKRISHNAN; SENGE e CHATTOPADHYAY, 2004), o que prejudica a qualidade, dando origem a produtos de menor volume específico, firmes e com vida de prateleira mais curta.

2.6 Milho

2.6.1 Aspectos históricos

O grão de milho (*Zea mays*) já eram utilizados para alimentação humana, desde o período pré-colombiano, quando Maias, Astecas e Incas reverenciavam o cereal na arte e religião e grande parte de suas atividades diárias eram ligadas ao seu cultivo; no entanto, o sabugo sempre foi destinado à alimentação animal. No final da década de 1950, graças a uma grande campanha em favor do trigo, o cereal começou a perder espaço na mesa brasileira. Atualmente, embora o nível de consumo do milho no Brasil vem crescendo, ainda está longe de ser comparado a países como o México e aos da região do Caribe (ABIMILHO, 2013).

O milho (*Zea mays*) é cultivado em diversas regiões do mundo. Segundo dados da FAO, os Estados Unidos são o maior produtor mundial, respondendo por aproximadamente metade do milho produzido, seguido da China e do Brasil. No Brasil, a safra 2012/13 da produção de milho da primeira safra atingiu 34.845,6 mil toneladas (CONAB, 2013).

2.6.2 Aspectos nutricionais

O grão formado é composto de aproximadamente 73 % de amido, 10 % de proteína, 5 % de óleo, sendo o restante (12 %) composto por fibra, vitaminas e minerais. Pode ser dividido basicamente em três partes: pericarpo, gérmen e endosperma (Figura 5). O pericarpo compõe a camada mais externa, composta principalmente de celulose e hemicelulose, e representa 2 % do grão (ZUBER E DARRAH, 1994).

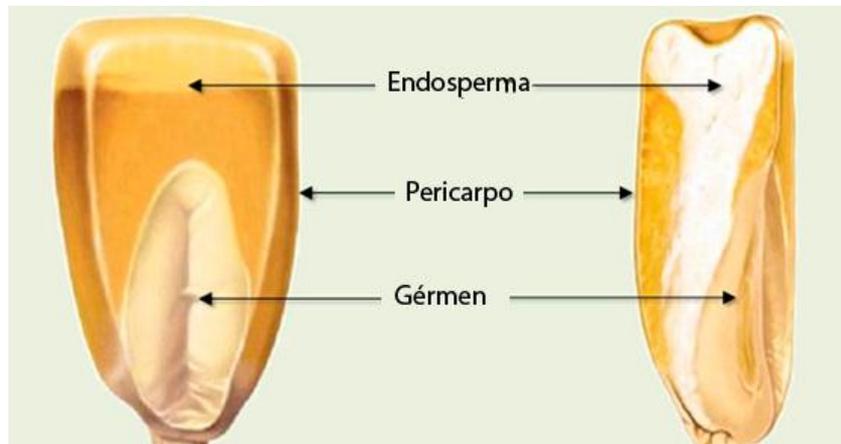


Figura 5. Aspecto da estrutura física do grão de milho (Watson, 1994).

O gérmen, que corresponde a 8 a 10 % do peso do grão, contém a informação genética para a propagação da planta de milho e 82,6 % do óleo presente no grão, sendo o restante do óleo (15,4 %) encontrado no endosperma. O endosperma é composto principalmente de grânulos de amido, cerca de 98 %, encapsulados em uma matriz protéica, a qual é composta por glutelinas e zeínas, perfazendo 80 a 85 % do peso do grão. O amido do grão é uma associação de dois polissacarídeos, amilopectina e amilose. A amilopectina perfaz 70 a 80 % do grânulo de amido, enquanto a amilose representa 20 a 30 % do amido (WATSON, 1994).

A composição química do milho pode sofrer variações, dependendo de fatores ambientais. De maneira geral, o milho possui em torno de 10 % de proteínas, 4,5 % de lipídeos, 75 % de glicídios, 1,3 % de sais minerais. Os glicídios conferem ao milho a característica de alimento altamente energético, estando representada principalmente, por amido,

açúcares e celulose. O amido está essencialmente no endosperma, os açúcares no gérmen e a celulose nos envoltórios externos (QUAGLIA, 1992).

2.6.3 Farinha de milho

A farinha de milho comum obtida do beneficiamento dos grãos de milho através de moagem, repetidas lavagens, filtração úmida e separação por centrifugação. A massa úmida assim obtida, logo é seca e moída resultando um produto particulado, inodoro, de grânulos muito pequenos esféricos ou ovóides, com diâmetro variável na faixa 2 a 30 μm , e tamanho de partícula médio de 17 μm , com densidade *bulk* de 0,46 g/mL. Esses grânulos são muito coesivos pelo que resulta um péssimo fluxo. O pH em água é de 4,5 a 7,0 e contem uma umidade menor ou igual a 15 % (ABIMILHO, 2013).

A farinha de milho não contém glúten e pode ser usada na fabricação de produtos de panificação, como bolos e biscoitos. No entanto, a industrialização desses produtos, devido à ausência de glúten, a qualidade é prejudicada, dando origem a produtos de pequenos volumes específicos, mais firmes e menos duráveis. Por esse motivo, o desenvolvimento de produtos de panificação livres de glúten é um desafio para as áreas afins a ciência e a tecnologia dos alimentos, no entanto, essencial para os pacientes celíacos (SIVARAMKRISHNAN; SENGE e CHATTOPADHYAY, 2004).

2.7 Biscoitos

A ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, na Resolução n° 263, de 22 de setembro de 2005, define: “biscoitos ou bolachas são produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e/ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos” (BRASIL, 2005).

O biscoito é um produto popular em todo mundo (MANLEY, 1998). O termo foi utilizado para descrever o pão cozido por duas vezes, com a finalidade de conserva-lo por mais tempo. Ao longo do tempo a preparação do biscoito se diversificou e passou a contar com técnicas próprias (MANLEY, 1998; MEDEIROS, 2009).

O Brasil ocupa a posição de 2° maior produtor mundial de biscoitos, com o registro de 1.250 milhões de toneladas produzidas em 2012, o que representou 2,5 % de crescimento sobre 2011 em que foram produzidas 1.220 milhões de toneladas (ANIB, 2013).

Os biscoitos pertencem ao grupo de alimentos não-essenciais, sendo classificados como alimentos do tipo *Snack*, pequenas refeições leves e substanciais, que além da praticidade de consumo, atendem a considerável parte das necessidades nutricionais diárias dos indivíduos (PAIVA, 2008; VIEIRA et al., 2001).

A qualidade desse produto está relacionada com o sabor, a textura, a aparência entre outros fatores, e nos últimos anos vem se destacando como um produto de grande interesse comercial em decorrência de sua praticidade na produção, comercialização e consumo, além de possuir longa vida comercial (SANTOS et al., 2011). A importância da textura dos biscoitos na avaliação pelos consumidores vem sendo progressivamente reconhecida e as mudanças nos ingredientes e no processamento podem causar variações nessa textura (LAMBERT et al., 2006).

Segundo a Resolução - CNNPA nº 12, de 1978 os biscoitos ou bolachas são classificados de acordo com os ingredientes que os caracterizam ou forma de apresentação: biscoitos ou bolachas salgados, doces, recheados, revestidos, grissini, biscoito para aperitivo e petiscos ou salgadinhos, wafer, wafer recheado e *petit-four* (BRASIL, 1978).

A utilização das farinhas mistas para a fabricação de biscoitos é crescente, já que esse produto, é aceito e consumido por pessoas de qualquer idade e tem um grande poder atrativo. Sua longa vida de prateleira permite que sejam produzidos em grandes quantidades e largamente distribuídos. Essas vantagens, no entanto, serão desfrutadas apenas se, do ponto de vista tecnológico, for possível adicionar farinhas mistas sem prejuízo na qualidade dos biscoitos (PEREZ e GERMANI, 2007).

Para a indústria de biscoito, investir no processo de desenvolvimento de produtos ganhou importância para a sobrevivência no mercado, visto que este apresenta melhores condições tecnológicas para a produção, com matérias-primas específicas, aquisições de equipamentos importados com taxas alfandegárias menores e grande avanço no setor de produção de embalagens, permitindo a facilidade de produção a custo baixo (MONTEIRO e MARTINS, 2003).

2.7.1 Biscoitos sem glúten

A literatura apresenta alguns trabalhos que avaliaram a substituição da farinha de trigo por farinhas isenta de glúten, visando oferecer ao consumidor produtos diferenciados do ponto de vista tecnológico e nutricional, especialmente produtos como biscoitos, pães, entre outros (SCHAMNE, 2007). Neste sentido, a farinha de arroz e milho são utilizadas nas preparações isenta de glúten, principalmente no desenvolvimento de produtos de panificação.

Mariani (2010) elaborou biscoito com farinha de arroz, farelo de arroz e farinha de soja tendo uma boa aceitação pelos provadores.

Schamne (2007) desenvolveu pão e *Muffin* com farinha de arroz, milho e mandioca em substituição da farinha de trigo, e teve como resultado um pão de textura não aprovada pelos consumidores. Já a aceitação do *Muffin* foi com pontuação 7 em uma escala de 1 a 9 pontos. Costa et al. (2010) desenvolveram *Cookies* a partir de farinha de arroz e feijão. Lopes et al. (2012) elaboraram biscoito sem glúten a partir de farinha de milho e arroz tendo uma boa aceitação.

Dentre as preparações com farinha de amaranto, destacam-se a elaboração de *Cookies* (SINDHUJA et al., 2005; MARCÍLIO et al., 2005), produtos de panificação (TOSI et al., 1996; CAPRILES et al., 2008), *Snacks* (ILO et al., 1999; CHAVEZ-JAUREQUI et al., 2003).

Sindhuja, Sudha e Rahim (2005) avaliaram a adição de 25% da farinha de amaranto na formulação de *Cookies*. Marcilio et al. (2005) utilizando o grão de amaranto da variedade BRS – Alegria, elaboraram *Cookies* de amaranto isentos de glúten, utilizando como farinha apenas este pseudocereal.

Com relação à presença de glúten, um estudo sobre a avaliação da farinha de amaranto na elaboração de biscoito, sem glúten, do tipo *Cookie*, chegou a resultados negativos ao glúten na farinha crua de amaranto brasileira. Esta referida pesquisa concluiu que os biscoitos elaborados com 100 % de farinha de amaranto possuíam consistência física para elaboração de biscoitos, contando com a aceitação positiva de consumidores não familiarizados com esse tipo de pseudocereal, como é o caso do consumidor brasileiro (MARCÍLIO et al., 2005).

2.8 Considerações Finais

Considerando que atualmente existe uma grande prevalência de doentes celíacos no Brasil, e que o tratamento é a exclusão de produtos que contem glúten, é de grande interesse para a indústria alimentícia investir no desenvolvimento de alimentos para este grupo específico. Neste contexto, a elaboração de biscoitos com apelo nutritivo e sem glúten a partir de farinha de amaranto torna-se atrativa por possibilitar um enriquecimento no aporte nutricional, além de ser uma opção prática de um lanche rápido destinado à diferentes faixas etárias.

Os estudos realizados nessa área demonstrou que o amaranto não possui glúten em sua estrutura, desta forma, não apresentando danos a saúde aos portadores de doença celíaca, podendo ser utilizados como alternativa ao consumo dos alimentos que contenham essa

proteína. Além da isenção de glúten, estes alimentos apresentam ainda interessantes características estruturais para a elaboração de biscoitos com boa palatabilidade, estes alimentos, pelo seu alto valor nutricional também são de utilização interessante para pacientes não celíacos.

No entanto, os estudos sobre este pseudocereal ainda são escassos, porém, mais estudos devem ser realizados para a introdução deste alimento, de forma segura, para pacientes celíacos e indivíduos saudáveis. O crescente aumento da consciência da população sobre a saúde, e a sua associação com a dieta tendem a acelerar a aceitação do amaranto pela indústria alimentícia.

Como foi relatado na revisão de literatura alguns pesquisadores já comprovaram a viabilidade da utilização da farinha de amaranto na elaboração de produtos isentos de glúten e sua aceitação sensorial, o que permiti concluir que existe uma potencialidade de expansão de aplicações de farinhas mistas, tais como farinha de amaranto, milho e arroz em produtos alimentícios específicos que atendam, também, a pacientes celíacos.

Dentre essas preparações pesquisadas, destacam-se a elaboração de *cookies*, produtos de panificação, *snacks*, pães, *Muffins* e bebidas instantâneas.

No entanto, considerando a elevada prevalência de indivíduos celíacos, novos estudos devem ser realizados visando o desenvolvimento de preparação a base de amaranto. Com este proposito esta pesquisa aprofundou-se nos conhecimentos sobre esse pseudocereal, visto que é de baixo custo na sua produção e de elevada qualidade nutricional.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Neste item serão descritos os materiais e métodos utilizados, bem como os procedimentos laboratoriais realizados durante a fase experimental deste trabalho, relacionado à formulações e caracterização de biscoitos com farinha mista (amaranto, milho e arroz).

3.1 Matéria-prima

As matérias-primas utilizadas nas formulações de biscoitos com farinha mista (amaranto, milho e arroz) foram: farinha de amaranto (Sabor da Terra[®]); farinha de milho (Condor[®]); farinha de arroz (Vita Vida[®]); açúcar cristal (Itamarati[®]); sal refinado (Cisne[®]); fermento em pó químico (Itaiquara[®]); ovos *in natura*; gordura vegetal com 80 % de lipídeos (Bunge[®]); aromatizante sabor baunilha (Aromax[®]) e leite pasteurizado tipo C (Lacto Bom[®]). Todos os ingredientes utilizados foram adquiridos em fornecedores da região Oeste do Paraná, região onde os biscoitos foram elaborados.

3.2 Elaboração das Formulações de Biscoitos sem glúten

3.2.1 Teste Preliminar

Para verificar a aceitação dos biscoitos formulados com farinha mista de amaranto e milho, inicialmente, foi realizado, um teste preliminar, no qual foram elaborados biscoitos (Formulação Controle) com farinha mista de amaranto e milho. O teste visou principalmente definir textura dos biscoitos, tempo e temperatura de cocção e aspectos sensoriais do produto.

A relação dos ingredientes utilizados na formulação do biscoito controle para o teste preliminar pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Formulação do biscoito controle com farinha mista de amaranto e milho.

Ingredientes	Quantidade (g)
Farinha de amaranto	100,00
Farinha de milho	200,00
Ovos <i>in natura</i>	100
Gordura vegetal com 80 % de lipídeos	50
Aromatizante essência de baunilha	10
Fermento em pó químico	5

Açúcar refinado	80
Sal refinado	2
Leite pasteurizado tipo C	50

3.2.2 Delineamento de experimentos - Formulação de biscoito sem glúten com farinha mista

Com base nos resultados obtidos no teste preliminar (formulação controle), verificou-se a necessidade de adequar alguns aspectos da formulação dos biscoitos, principalmente em relação às características sensoriais, especialmente como textura e sabor. Assim optou-se por acrescentar nas formulações a farinha de arroz, buscando produzir biscoito tipo sequilhos, gerando assim um produto diferenciado.

Neste sentido, empregou-se um delineamento experimental, com um planejamento fatorial completo (DCCR) 2², sendo que os níveis das variáveis independentes (farinha de amaranto e milho) utilizados nas formulações de biscoito sem glúten – Tipo Sequilho, encontram-se descritos na Tabela 3.

Tabela 3 – Variáveis Independentes e níveis utilizados no planejamento fatorial completo (DCCR) 2² para a elaboração dos biscoitos de farinha mista de amaranto e milho.

<i>Variáveis Independentes*</i>	<i>Códigos</i>	<i>Níveis</i>				
		<i>-1,41</i>	<i>-1</i>	<i>0</i>	<i>+1</i>	<i>+1,41</i>
Farinha de Amaranto (g/300g de farinha mista)	X ₁	0	20,35	70	119,64	140
Farinha de Milho (g/300g de farinha mista)	X ₂	0	29,08	100	170,92	200

Variáveis Independentes Fixas: sal refinado (0,39 %), açúcar refinado (15,77 %), ovos (19,72 %), gordura vegetal hidrogenada (9,86 %), fermento químico (0,98 %), leite pasteurizado (9,86 %).

Nas formulações a quantidade de farinha de arroz foi balanceada nas formulações buscando uma proporção de 300 g de farinha mista (composta de farinhas de amaranto, milho e arroz). As variáveis independentes fixas foram: sal refinado (0,39 %), açúcar refinado (15,77 %), ovos *in natura* (19,72 %), gordura vegetal hidrogenada (9,86 %), fermento químico (0,98 %), leite pasteurizado (9,86 %).

As formulações foram elaboradas na Panificadora Aliança em Toledo – PR, de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 6.

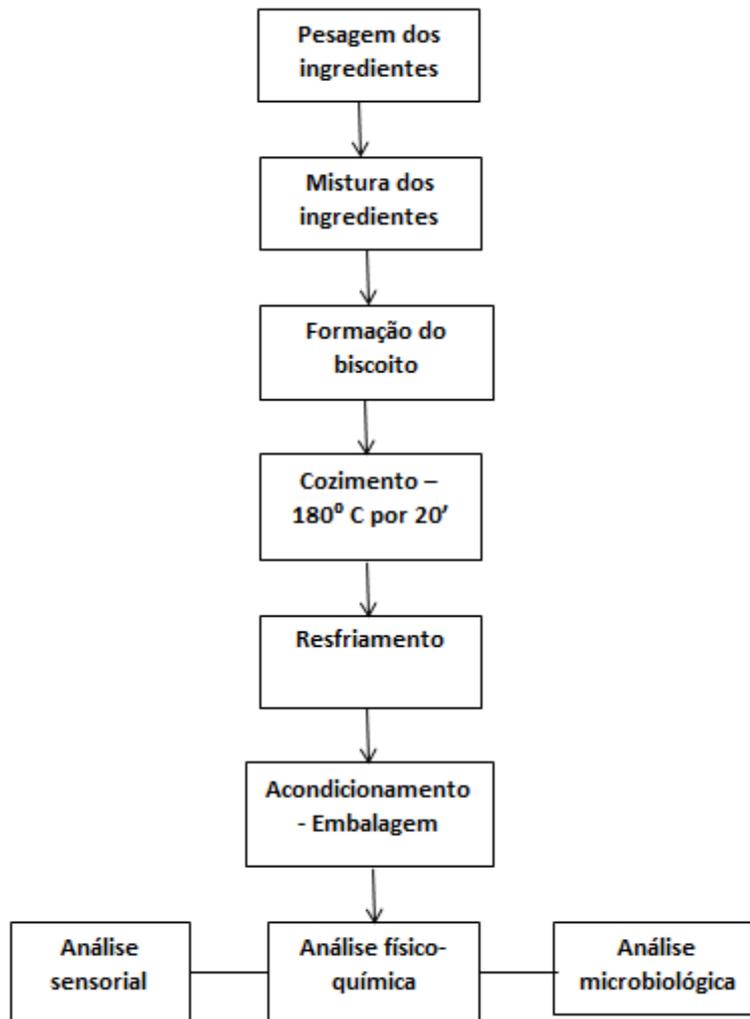


Figura 6. Fluxograma de elaboração dos biscoitos sem glúten de farinha mista (amaranto, milho e arroz) e análises a serem realizadas.

Inicialmente, os ingredientes foram pesados individualmente em uma balança analítica (Shimadzu®) com capacidade para 8100 g e precisão de 0,001 g. Após a pesagem, os ingredientes foram misturados de acordo com o método direto, descrito por Manley (1998) em um misturador – Tipo helicoidal semi industrial (G-Paniz®) com capacidade 20 kg. A farinha mista foi previamente misturada e em seguida adicionou-se o sal, o açúcar, o fermento químico, os ovos inteiros, a gordura vegetal, o aromatizante, e o leite pasteurizado. A mistura foi homogeneizada por aproximadamente 5 min, até obtenção de massa homogênea. Em seguida, os biscoitos foram formados manualmente (com peso de aproximadamente 20 g).

Após a formação do biscoito (~3 cm), a massa foi disposta em forma de alumínio e levada ao forno turbo a gás (Fenixpan®) com capacidade para 8 esteiras, com controle de

temperatura, no qual os biscoitos permaneceram durante 20 min a uma temperatura de 180°C. Após o cozimento os biscoitos (~ 20 g/unidade) foram resfriados em temperatura ambiente (aproximadamente 22°C) e acondicionados em embalagem plástica, selados e encaminhados para as análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

3.3 Caracterização físico-química das formulações

3.3.1 Preparo das amostras

Aproximadamente 5 unidades, ou seja, 100 g de biscoitos foram, escolhidos aleatoriamente dentre os elaborados em cada batelada das formulações determinadas segundo o planejamento experimental (Tabela 3). As amostras foram preparadas pelo quarteamento manual dos biscoitos, seguido de uma desintegração física com auxílio de um moinho de facas (Marconi[®]), subdividindo em amostras para as determinações físico-químicas (umidade, cinzas, componentes minerais, fibras, proteínas e lipídeos).

As análises físico-químicas foram realizadas nos Laboratórios do SENAI - Toledo/PR (umidade, cinzas, proteína e lipídios), da URI Erechim (componentes minerais) e do A3Q Laboratório LTDA (fibra alimentar).

3.3.2 Umidade

A umidade foi determinada de acordo com metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2005), pelo método de dessecação em estufa (Nova Ética[®]) com recirculação de ar. Primeiramente, os cadinhos de porcelana foram dessecados durante aproximadamente 4 h na estufa (até peso constante), regulada a 105°C. Em seguida, pesou-se aproximadamente 3 g de amostra de cada formulação do biscoito devidamente preparado (item 3.3.1), dessecados durante aproximadamente 6 h em estufa (até peso constante), regulada a 105°C. Após este procedimento, as amostras foram levadas ao dessecador até completo resfriamento para posterior pesagem. Os resultados foram expressos em g /100 g amostra (% , m/m).

3.3.3 Componentes minerais

3.3.3.1 *Minerais Totais (Cinzas)*

As cinzas (resíduo mineral fixo) foram determinadas por via seca em incineração em mufla (Jung[®]), de acordo com metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2005). Inicialmente, os cadinhos de porcelana foram aquecidos em forno mufla, regulado a 550°C, durante 20 min dessecados e pesados. Em seguida, colocou-se 5 g de amostra de cada formulação do biscoito devidamente preparado (item 3.3.1) e posteriormente, as amostras foram carbonizadas em chapa de aquecimento e incineradas em mufla a 550°C durante 12 h, para que ocorresse a calcinação e se obtivesse as cinzas claras, após foram resfriadas em dessecador e pesadas. Os resultados foram expressos em g cinzas/100 g amostra (% m/m).

3.3.3.2 *Macro e micominerais*

As cinzas (inorgânicos) que restaram no cadinho (item 3.3.3.1), foram diluídas com HNO₃ 1 mol/L e filtradas (papel filtro whatmann quantitativo) em balão volumétrico de 50 mL, realizando-se sucessivas lavagens do cadinho com o ácido nítrico, até completar o volume do balão.

As soluções padrões dos micro e macronutrientes foram diluídas com HNO₃ 1 mol/L, nas concentrações recomendadas: K (1 a 250 mg/L), Na (10 a 300 mg/L), Fe (0,5 a 3 mg/L), Mg (4 a 20 mg/L) e Ca (10 a 50 mg/L).

Para eliminar possíveis interferências na determinação de Ca e Mg, adicionou-se cloreto de lantânio nas amostras e nas soluções padrões na proporção de 1 % (m/v).

Os componentes minerais foram determinados por espectrometria de absorção atômica em chama - FAAS (Varian Spectra AA-55), segundo metodologia descrita por AOAC (1995). Empregaram-se lâmpadas de cátodo oco de Ca, Mg, P, Na e Fe, como fonte de radiação. Os elementos foram medidos em condições de operação otimizada por FAAS em chama ar/acetileno e acetileno/óxido nítrico, com pressão ajustada dos gases (Ex: ar = 3 bar e acetileno =1 bar). As leituras de Ca, Mg, K, Na e Fe foram realizadas no FAAS, no modo absorção. Os cálculos dos teores dos minerais nas amostras foram baseados em uma curva de calibração obtida com as soluções padrões.

A Tabela 4 apresenta os parâmetros instrumentais do espectrofotômetro de absorção atômica (Varian Spectra AA-55).

Tabela 4. Parâmetros instrumentais do FAAS (Varian Spectra AA-55).

Elemento	λ (nm)	Intensidade da lâmpada (mA)	Fenda (nm)	Concentração de trabalho (mg/L)	Gás oxidante
Ca	422,7	10	0,5	2 – 800	Acetileno/óxido nitroso
Na	330,3	5	0,5	2 – 400	Acetileno
Mg	202,6	4	1,0	0,15 – 20	Acetileno
Fe	248,3	5	0,2	0,06 – 15	Acetileno

3.3.3.3 Nitrogênio e Conteúdo Protéico – (PT)

O teor de nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldahl (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005). Inicialmente, pesou-se aproximadamente 1 g de amostra, adicionou-se uma pastilha catalisadora (Special Kjeldahl S 3,5) e 12 mL de ácido sulfúrico concentrado em tubo digestor Kjeldahl. A digestão ocorreu em sistema digestor Kjeldahl, até completa clarificação do material (aproximadamente 4 h).

Após resfriamento dos tubos, o mesmo foi conectado ao sistema destilador Kjeldahl, onde adicionou 75 mL de água destilada e 50 mL de hidróxido de sódio a 40 %. Em erlenmeyer adicionou-se 25 mL de solução receptora de ácido bórico a 4 % e conectou-se na saída do destilador. Após destilação efetuou-se a titulação com solução de ácido clorídrico 0,1 mol/L. Para o cálculo do conteúdo protéico, levou-se em consideração o teor de nitrogênio obtido multiplicado pelo fator de conversão de nitrogênio para proteína, de 6,25.

Os resultados foram expressos em g de proteína por 100 g de amostra (% , m/m).

3.3.4 Lipídios (LP)

Os lipídios totais (LP) foram determinados pelo método de Soxhlet, em extração com solvente a quente (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005). Inicialmente, pesou-se 5 g de amostra, dessecada na estufa por 30 min, em cartucho de papel filtro whatmann nº1 e conectou-se ao aparelho extrator de Soxhlet. Extrauiu-se em aparelho de soxhlet (cujo balão foi previamente aquecido por 1 h em estufa a 105°C com pérolas de vidro, resfriado em dessecador até a temperatura ambiente e pesado), com éter etílico, por 6 h. Recuperou-se o solvente e o balão com o resíduo foi dessecado em estufa a 105°C por aproximadamente 1 h (peso constante). Os resultados foram expressos em g /100g de amostra (% , m/m).

3.3.5 Fibra Alimentar (F)

A fibra alimentar foi determinada pelo método enzimico-gravimétrico estabelecido pela AOAC - Association of Official Analytical Chemists (1990). Os procedimentos consistem em sucessivas digestões com α -amilase, amiloglicosidase e protease e posterior precipitação da fibra em solução de etanol 78 %. A amostra foi filtrada utilizando lã de vidro como auxiliar de filtração e os resíduos remanescentes foram lavados com etanol 92 % e acetona, sendo secos a 105°C. Os resultados foram expressos em g/100g amostra (% , m/m).

3.3.6 Carboidratos totais (CT)

Os carboidratos foram determinados por método indireto (BRASIL, 2003), considerando a diferença dos constituintes (umidade, cinzas, proteínas, fibra alimentar, lipídios) e os resultados expressos em g/100g amostra (% , m/m).

3.3.7 Valor calórico

O valor calórico foi calculado multiplicando-se os valores em gramas de proteínas por 4 kcal/g, lipídios por 9 kcal/g e carboidratos por 4 kcal/g (BRASIL, 2003), respectivamente. Onde os resultados foram expressos em kcal por 100 g amostra.

3.3.8 Informação nutricional

A informação nutricional das formulações que apresentaram aceitação na análise sensorial foram elaboradas de acordo com o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, implementada pela Resolução nº 360, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003), em que torna obrigatória a Rotulagem Nutricional.

3.4 Análise microbiológica

3.4.1 Preparo das amostras

A análise microbiológica dos biscoitos foi realizada de acordo com o método descrito por Silva et al. (1997), constando da contagem dos seguintes micro-organismos: Coliformes a 45°C (NMP/g), *Estafilococos* Coagulase positiva (UFC/g) e *Salmonella* (UFC/25 g). Os resultados foram comparados com os estipulados pela Resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001) como mostra a Tabela 5.

Tabela 5. Valores de referência para contagem de Coliformes, *Estafilococos* Coagulase positiva e *Salmonella* para biscoitos.

Microrganismos	Valores de Tolerância
Coliformes a 45°C (NMP/g)	10
<i>Estaf. coag. positiva</i> (UFC/g)	5×10^2
<i>Salmonella</i> sp (UFC/25 g)	Ausência

Fonte: RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001 (Brasil, 2001).

As amostras foram conduzidas para análise microbiológica. Para cada formulação, foram pesadas 25 g de cada amostra, foi enriquecida em água peptonada para quantificação de *Estafilococos* coagulase positiva e coliformes e pré-enriquecimento em água peptonada tamponada para pesquisa de *Salmonella* sp.

3.4.2 Coliformes a 45°C

Para determinação de coliformes a 45°C alíquotas de 1,0 mL de cada diluição, foram transferidas para séries de três tubos contendo Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), com tubos de Durham invertidos. Os tubos foram incubados a 35°C durante 48 h, e uma alçada de cada tubo apresentando crescimento e produção de gás foi semeada em tubos contendo 10 mL de Caldo Verde Brilhante Bile (VB) com tubos de Durhan e incubados a 35°C, durante 48 h, para confirmação do resultado. O resultado foi expresso como NMP/g de biscoito.

3.4.3 *Estafilococos* Coagulase positiva

Utilizou-se a técnica de plaqueamento em superfície e o ágar Baird Parker, acrescido de solução de Telurito de Potássio a 1 % (10 mL/940 mL de meio base) e emulsão de gema de ovo a 50 % em solução salina (50 mL/940 mL de meio base), com incubação a 35°C por 48 h. As colônias pretas com halo claro foram identificadas por provas bioquímicas (catalase, coagulase e DNase). O resultado foi expresso como UFC/g de biscoito

3.4.4 Pesquisa de *Salmonella* sp

Após pré-enriquecimento em água peptonada tamponada a 35°C por 24 h, foram transferidos 1 mL para dois tubos de ensaio diferentes, um contendo 9 mL de Caldo Selenito Cistina (SC) e outro 9 mL de Caldo Tetracionato (TT) e incubados a 35°C em banho maria (enriquecimento seletivo). Posteriormente foram realizados repiques em placas de Ágar *Salmonella* (S), Ágar Verde Brilhante (BG) e Ágar Xilose Lisina Desoxilato (XLD), e

incubador a 35°C por 24 h. Colônias típicas, reisoladas em tubos inclinados de Ágar Lisina Ferro (LIA) e Ágar Triplice Açúcar e Ferro (TSI), foram incubados por 24 h a 35°C. Os resultados foram expresso em UFC/por 25 g de biscoito.

3.5 Análise sensorial

3.5.1 Preparo das amostras

As amostras de Biscoitos de farinha mista sem glúten – Tipo sequilhos foram avaliadas sensorialmente após os resultados da análise microbiológica das formulações. As amostras foram subdivididas e identificadas, conforme descrito a seguir:

Formulação I – Amostra com adição de 20,35 g de farinha de amaranto, 29,08 g de farinha de milho e 259,57 g de farinha de arroz.

Formulação II – Amostra com adição de 119,64 g de farinha de amaranto, 29,08 g de farinha de milho e 151,28 g de farinha de arroz.

Formulação III – Amostra com adição de 20,35 g de farinha de amaranto, 170,92 g de farinha de milho e 108,73 g de farinha de arroz.

Formulação IV – Amostra com adição de 119,64 g de farinha de amaranto, 170,92 g de farinha de milho e 9,44 g de farinha de arroz.

Formulação V – Amostra com adição 100 g de farinha de milho e 200 g de farinha de arroz;

Formulação VI – Amostra com adição de 140 g de farinha de amaranto, 100 g de farinha de milho e 60 g de farinha de arroz.

Formulação VII – Amostra com adição de 70 g de farinha de amaranto e 230 g de farinha de arroz.

Formulação VIII – Amostra com adição de 70 g de farinha de amaranto, 200 g de farinha de milho e 30 g de farinha de arroz.

Formulação IX – X e XI (Ponto Central) – Amostra com adição de 70 g de farinha de amaranto, 100 g de farinha de milho e 130 g de farinha de arroz.

3.5.2 Caracterização da equipe sensorial

A caracterização dos provadores considerou sexo, grau de escolaridade, idade, presença de patologia, consumo usual e ausência de aversão ou qualquer tipo de intolerância aos biscoitos e qualquer um dos ingredientes utilizados na elaboração dos mesmos.

Para a participação na pesquisa, os provadores assinaram o termo de consentimento livre esclarecido (TCLE), conforme descrito no Apêndice I.

3.5.3 Métodos Afetivos: Aceitabilidade e Intenção de compra

Trinta e dois (32) provadores não treinados, de ambos os sexos, com idade mínima 18 e máxima 43 anos, participaram do teste, realizado no Laboratório Provisório de Análise Sensorial do SENAI de Toledo/PR.

Para as avaliações sensoriais, foi utilizado um delineamento construído em blocos incompletos equilibrados, onde cada provador avaliou quatro (04) amostras em duas (02) sessões, completando-se um bloco a cada três julgamentos, totalizando 33 julgamentos para cada formulação (duplicata do ponto central).

As amostras foram oferecidas separadamente, em um prato descartável de cor branca, codificado com número aleatórios de três dígitos, distribuição balanceadas contendo aproximadamente 20 g de biscoito, acompanhados de um copo descartável de cor branca, contendo 200 mL de água mineral a temperatura ambiente, para ser utilizado pelo provador antes e entre as degustações das amostras.

Optou-se pela utilização de um teste afetivo de aceitabilidade ou grau de aceitação, no qual o indivíduo expressou o grau de gostar ou desgostar dos biscoitos, sendo avaliado: aspecto geral e sabor, através da Escala Hedônica estruturada mista de nove pontos (CHAVES, 1980, com adaptações), como é possível observar na Figura 7.

ANÁLISE SENSORIAL

1. OBSERVE ou PROVE e INDIQUE o quanto você GOSTOU ou DESGOSTOU de cada atributo da amostra.

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

Amostra	Sabor	Aspecto geral
_____	()	()
_____	()	()
_____	()	()
_____	()	()

Figura 7. Modelo de Ficha do Teste Afetivo – Escala Hedônica Estruturada Mista (CHAVES, 1980, com adaptações).

O teste de aceitabilidade aconteceu em área com ventilação e iluminação adequadas e livre de odores, mas não continha as cabines individuais, e aplicação foi individualizada.

Juntamente ao teste de aceitabilidade, aplicou-se o teste de intenção de compra (Figura 8), através de escala de intenção de compra, onde o indivíduo expressou sua vontade em comprar o produto que lhe foi oferecido. Utilizou-se uma escala estruturada mista de nove pontos (CHAVES, 1999) cuja pontuação máxima referia-se a compra em cada oportunidade que tivesse, a pontuação intermediária na compra ocasional, e a menor pontuação indicava a intenção do provador em comprar o produto se fosse forçado, fora das condições de análise sensorial.

2. Assinale para cada uma das amostras, qual seria a sua atitude quanto à compra do produto usando a escala abaixo.

ESCALA				
9. Eu compraria isso em cada oportunidade que tivesse	()	()	()	()
8. Eu compraria isso muito frequentemente	()	()	()	()
7. Eu compraria isso frequentemente	()	()	()	()
6. Eu compraria agora e depois	()	()	()	()
5. Eu compraria isso se possível, mas não sairia da rotina	()	()	()	()
4. Eu não gosto, mas, se fosse preciso compraria	()	()	()	()
3. Eu compraria isso raramente	()	()	()	()
2. Eu compraria isso somente se não tivesse outra escolha	()	()	()	()
1. Eu compraria isso se fosse forçado	()	()	()	()

Figura 8. Modelo da Ficha de Escala de Atitude ou de Intenção de Compra (CHAVES, 1999).

3.6 Estimativa de custo dos biscoitos

Para estimar o custo médio das formulações de biscoitos, foram levados em consideração as marcas das matérias-primas utilizadas na elaboração dos biscoitos e realizado pesquisa em 3 supermercados da região do Oeste do Paraná. A estimativa do custo foi realizada para 200 g de biscoito.

3.7 Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas (proteínas, lipídios, carboidratos, umidade, cinzas, fibra bruta, componentes minerais) e sensoriais (sabor, textura e aspecto geral) foram tratados estatisticamente segundo metodologia de planejamentos de experimentos, com auxílio do Software *Statistica* versão 8.0, a nível de significância de 95 % de confiança.

Os resultados da análise sensorial também foram tratados estatisticamente mediante análise de variância (ANOVA) e comparação das médias pelo teste de Tukey a nível de 95 % de confiança com Software *Statistica* versão 8.0 e graficamente pelos histogramas de frequência.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item serão apresentados os resultados e discussões pertinentes, aos efeitos da adição de farinha de amaranto (FA), de milho (FM) e de arroz em diferentes concentrações nas características nutricionais e sensoriais de biscoitos de farinha mista sem glúten.

4.1 Características físico-química das formulações

A realização das análises físico-química dos biscoitos formulados de acordo com o Planejamento Fatorial Completo 2² (Delineamento Composto Central Rotacional - DCCR) envolveram a determinação de cinzas, umidade, lipídeos, proteínas e fibra alimentar. A Tabela 6 apresenta a matriz do Planejamento Fatorial Completo 2² (Delineamento Composto Central Rotacional - DCCR) os resultados das análises físico-químicas das formulações de biscoitos de farinha mista sem glúten.

Tabela 6. Matriz do planejamento DCCR com os valores codificados e (reais) e as características físico-químicas em relação ao teor de carboidratos (CHO), lipídios (LP), proteínas (PT), fibra alimentar (F), cinzas (C), umidade (U) das formulações de biscoitos sem glúten elaborados com de farinha mista de amaranto e milho.

Formulações	Variáveis Independentes*		Respostas					
	X ₁	X ₂	CHO (g/100g)	LP (g/100g)	PT (g/100g)	F (g/100g)	C (g/100g)	U (g/100g)
I	-1 (20,35)	-1 (29,08)	68,96	9,30	9,05	2,34	1,73	8,62
II	1 (119,64)	-1 (29,08)	67,49	10,15	10,26	3,01	1,83	7,26
III	-1 (20,35)	1 (170,92)	68,78	9,76	8,98	2,30	1,43	8,75
IV	1 (119,64)	1 (170,92)	67,68	9,12	9,73	2,85	2,09	8,53
V	-1,41 (0)	0 (100)	74,09	6,28	7,04	2,30	1,33	8,96
VI	1,41 (140)	0 (100)	68,98	9,45	9,70	2,42	1,79	7,66
VII	0 (70)	-1,41 (0)	72,46	7,26	8,21	2,35	1,72	8,00
VIII	0 (70)	1,41 (200)	71,77	6,76	8,43	2,42	1,63	8,99
IX	0 (70)	0 (100)	71,57	8,26	8,26	2,37	2,07	7,47
IX	0 (70)	0 (100)	71,75	8,31	8,17	2,42	1,84	7,51
IX	0 (70)	0 (100)	71,70	8,19	8,08	2,34	1,97	7,72

*X₁=farinha de amaranto (g por 300 g de farinha mista), X₂= farinha de milho (g por 300g de farinha mista). Variáveis independentes fixas: açúcar, aromatizante, fermento químico, gordura vegetal, leite pasteurizado, ovos e sal.

A formulação II (119,64 g de FA e 29,08 g de FM) foi a que resultou no menor teor de carboidrato com 67,49 g/100 g e a formulação V (100 g de FM) apresentou a maior quantidade com 74,09 g/100 g. Resultados semelhantes foram encontrados por Moraes et al.

(2009) que desenvolveram biscoitos tipo *Cookie* com variações nos teores de lipídio e de açúcar, onde os valores de carboidratos variam de 63,64 a 74,61 g/100g.

Os resultados demonstraram ainda que a formulação II (119,64 g de FA e 29,08 g de FM) sobressaiu-se no conteúdo de lipídios, proteínas e fibra alimentar, com 10,15 g/100 g, 10,26 g/100 g e 3,01 g/100 g, respectivamente. Já a formulação V (100 g de FM) apresentou os menores teores com 6,28 g/100 g de lipídios e 7,04 g/100 g de proteína, sendo esta a formulação ausente de farinha de amaranto. A concentração de proteínas, lipídeos e fibra dos biscoitos formulados variou principalmente em função dos teores de farinha de amaranto, como será demonstrado a seguir pela análise dos efeitos das variáveis isoladas ou de interação (Figuras 11, 12 e 13, respectivamente).

Os valores de proteínas, do presente estudo, foram semelhantes aos resultados encontrados por Capriles et al. (2006), na elaboração de biscoito tipo *Cookies* substituindo parcialmente a farinha de trigo por amaranto, com valores de proteína entre 9,9 e 10,2 g/100g. Já os teores de proteínas dos biscoitos sem glúten elaborados com farinha de quinua e fécula de batata foram de 5,0 a 7,7 g/100g (GIOVANELLA, SCHLABITZ e SOUZA, 2013).

Os níveis de umidade variaram entre 7,26 a 8,99 g/100 g de massa nas diferentes formulações estando nos níveis recomendado pela ANVISA (BRASIL, 2005) que estabelece um valor percentual máximo de 14 % para a umidade em biscoitos e bolachas. O teor de umidade dos biscoitos sem glúten elaborados com farinha de quinua e fécula de batata variou de 2,4 a 3,7 % na pesquisa elaborada por Giovanella, Schlabitz e Souza (2013). Na pesquisa de Capriles (2009) o teor de umidade de *Snacks* a base de milho e amaranto variou de 7,91 a 8,34 g/100 g, valores estes semelhantes aos obtidos no presente estudo (Tabela 6).

Os teores de cinzas variaram entre 1,33 a 2,09 g/100 g, respeitando desta forma o limite máximo de 3 % estabelecido pela ANVISA (BRASIL, 1978). Teores semelhantes de cinzas foram encontrados por Simas (2008) em biscoitos sem glúten elaborados com farinhas de palmeira real, cujo valor percentual variou entre 1,16 e 1,92 % (m/m).

4.1.1 Carboidratos

Os teores de carboidratos variaram entre 67,49 a 74,09 g/100 g nas diferentes formulações de biscoito, sendo o maior teor foi encontrado na formulação V (100 g de FM) e o menor na formulação II (119,64 g de FA e 29,08 g de FM) conforme demonstrado na Tabela 6.

Segundo as Recomendações de Ingestão Dietéticas, do National Research Council, em uma dieta equilibrada os carboidratos devem representar a maior parte da ingestão energética (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001).

O principal papel dos carboidratos na dieta é prover energia para as células, especialmente do cérebro, uma vez que sua oxidação é preferencial para a liberação de energia química para a formação de adenosina trifosfato (ATP) (CUPPARI, 2005).

A Figura 9 apresenta o gráfico de Pareto com os efeitos estimados (Valor Absoluto) das variáveis independentes (farinha de amaranto e milho) do planejamento fatorial completo 2^2 sobre o teor de carboidratos das formulações de biscoitos sem glúten elaborados com farinha mista, apresentados na Tabela 6.

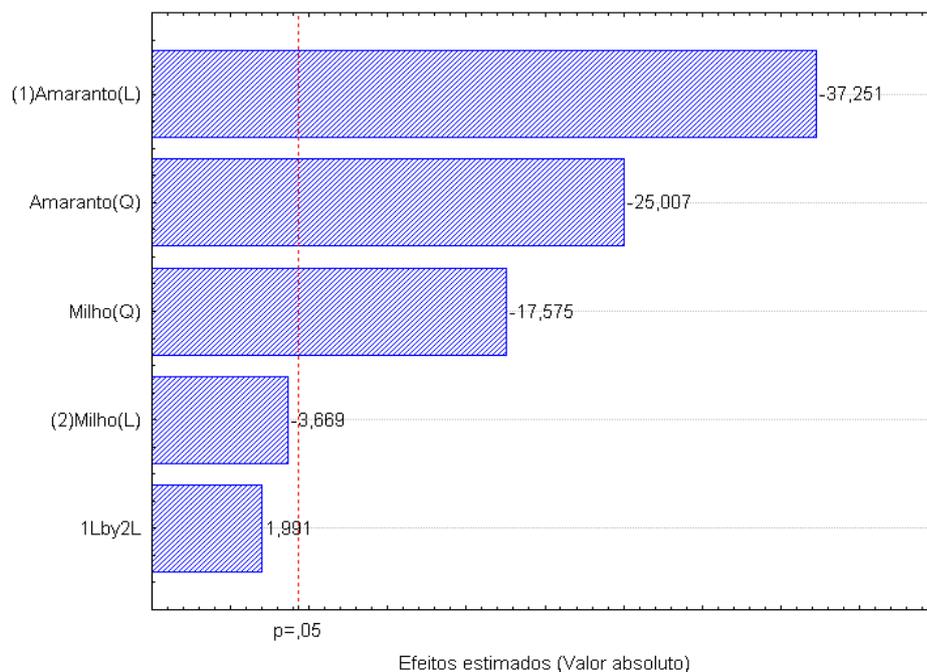


Figura 9. Gráfico de Pareto com os efeitos estimados (Valor absoluto) das concentrações de FA e FM das formulações de biscoito sem glúten elaborado com farinha mista no teor de carboidratos.

Verifica-se que a farinha de amaranto (linear e quadrática) influenciou negativamente ($p < 0,05$) no teor de carboidratos, indicando que ao aumentar a quantidade de farinha de amaranto tem-se a diminuição do teor de carboidrato. Este efeito também foi observado em relação a farinha de milho contudo com efeito menor que o apresentado para farinha de amaranto.

A quantidade de carboidratos de acordo com a tabela de composição de alimentos – TACO (2011) em 100 g de farinha de arroz é de 85,5 g, na farinha de milho é de 76,6 g e de 64,4 g na de amaranto, justificando os efeitos negativos com o aumento da farinha de amaranto sobre o teor de carboidrato, pois com a diminuição da farinha de amaranto aumenta-se a quantidade da farinha de arroz na farinha mista fazendo com que o teor de carboidrato aumente conseqüentemente, já que esta farinha apresenta um percentual maior deste nutriente.

No estudo conduzido por Giovanella et al. (2013), onde foi desenvolvido e caracterizado biscoitos sem glúten observou-se resultados diferentes ao presente estudo, onde o aumento da quantidade de fécula de batata aumentava o teor de carboidratos.

4.1.2 Lipídios

Os lipídios são fonte de energia para o organismo e são necessários para a absorção de vitaminas lipossolúveis e carotenoides, exercendo, nos seres vivos, funções energéticas, estruturais e hormonais (CUPPARI, 2005).

Os teores de lipídios avaliados nos biscoitos sem glúten elaborados com farinha mista variaram entre 6,28 e 10,15 g/100 g nas diferentes formulações desenvolvidas conforme o planejamento experimental (Tabela 6). Resultados superiores foram encontrados por Santo et al. (2011) estudando o teor de lipídios em biscoitos sem glúten com farinha de arroz, farelo de arroz e farinha de soja que obteve um teor de lipídeos que variou entre 17,47 a 22,13 % (m/m) esta variação com valores maiores se deve a possível quantidade de gordura utilizada na formulação destes biscoitos.

A Figura 11 apresenta o gráfico de Pareto com os efeitos estimados (Valor Absoluto) das concentrações de farinha de amaranto e milho no teor de lipídios obtido em cada formulação de biscoitos sem glúten elaborados com farinha mista no planejamento fatorial completo 2^2 (Tabela 6).

De acordo com a Figura 10, observa-se que a variável independente farinha de amaranto apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) positivo. No entanto, a farinha de milho e a interação entre as variáveis independentes apresentam efeitos significativos ($p < 0,05$) negativos sobre o teor de lipídeos nos biscoitos. Observou-se que com o aumento da concentração da farinha de amaranto obteve-se um aumento nos níveis de lipídeos dos biscoitos, isto se deve ao fato de que a farinha de amaranto apresenta um percentual de lipídeos maior do que as farinhas de milho e arroz como foi mostrado na Tabela 1.

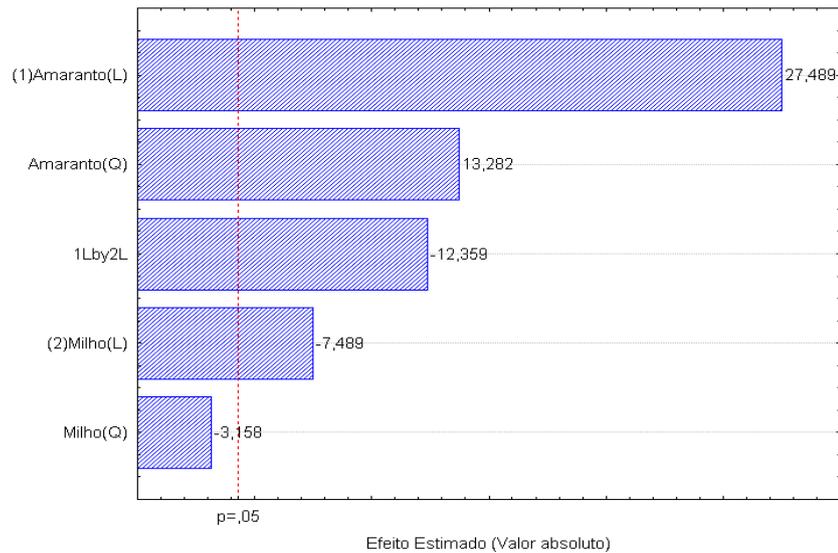


Figura 10 - Gráfico de Pareto com os efeitos estimados (Valor absoluto) das concentrações de FA e FM nas formulações de biscoito sem glúten elaborado com farinha mista em relação ao teor de lipídios.

Segundo Teutonico e Knorr (1985), a fração lipídica do grão de amaranto varia entre 6 a 8 %, correspondendo 70 % de ácido oleico (C18:1) e linoléico (C18:2) e 20 % de ácido esteárico (C18:0).

Saunders e Becker (1984) constataram que o conteúdo percentual de gordura (6,98) do amaranto é superior aos dos cereais como trigo (1,8), arroz (3,9) e aveia (1,9). A análise das gorduras indica que os ácidos oléico mais linoléico e o ácido esteárico constituem cerca de 70 e 20 % da gordura total, respectivamente (YANEZ, 1994).

Capriles (2009) desenvolveu *Snacks* a base de milho e amaranto (na concentração de 50, 75 e 100 %) onde observou que com o aumento da concentração da farinha de amaranto obteve-se um aumento discreto nos níveis de lipídeos dos produtos.

4.1.3 Proteína (PT)

A formulação II (119,64 g de FA e 29,08 g de FM) foi a que apresentou o maior valor protéico (10,15 %, m/m), enquanto a formulação V (100 g de FM) foi a que apresentou o menor (7,04 %, m/m).

A Figura 1 apresenta o gráfico de Pareto com os Efeitos Estimados (Valor Absoluto) das variáveis testadas no planejamento fatorial completo 2^2 para a resposta em proteínas das formulações de biscoitos de farinha mista e sem glúten. É possível observar que a variável farinha de amaranto teve efeito significativo ($p < 0,05$) positivo sobre o conteúdo de proteína dos biscoitos, bem como o efeito quadrático positivo da farinha de milho, contudo menor ao

comparar-se com o efeito referente ao amaranto. Como foi apresentado na Tabela 1, a farinha de amaranto apresenta um percentual de proteína elevado ao comparar com a farinha de milho e arroz, justificando o aumento deste nutriente com o aumento da farinha de amaranto.

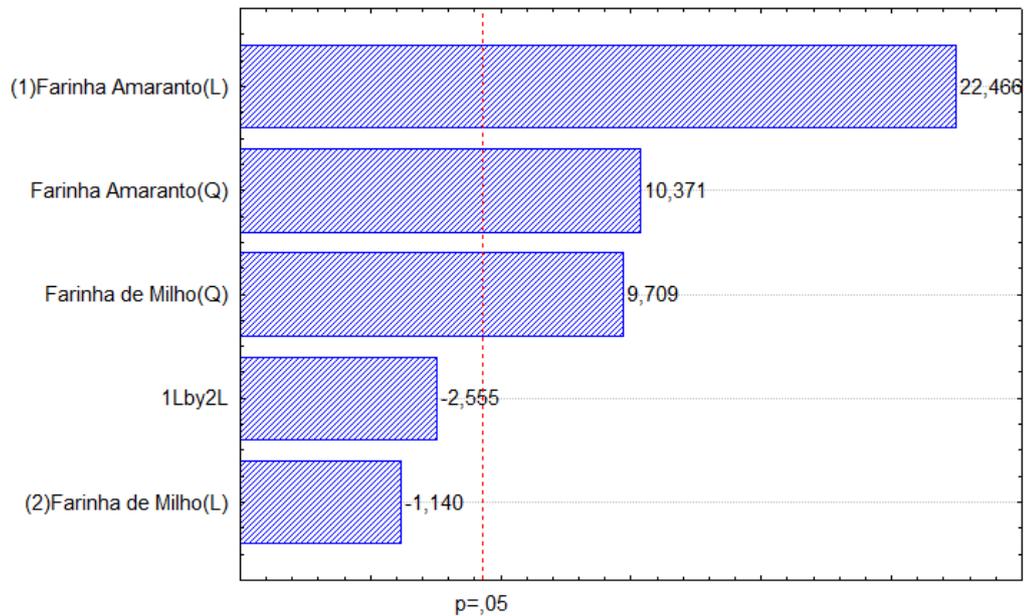


Figura 11 - Gráfico de Pareto com os efeitos estimados (Valor absoluto) das concentrações de FA e FM nas formulações de biscoito sem glúten elaborado com farinha mista em relação ao teor de proteína.

Os cereais contêm quantidades limitadas de proteínas e de qualidade variada, os quais contribuem com 18 % da proteína da dieta (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2003). Apesar da baixa biodisponibilidade das proteínas de origem vegetal, o amaranto apresenta um conteúdo adequado de lisina, triptofano e aminoácidos sulfurados, diferindo de outros cereais que são deficientes em lisina, do milho que é também deficiente em triptofano e do arroz que tem quantidades limitadas de lisina e treonina (BETSCHART et al., 1981).

Resultados diferentes ao do presente estudo foram encontrados por Fasolin et al. (2007) que ao caracterizar biscoitos elaborados apenas com a utilização da farinha de banana verde, encontraram teores proteicos entre 6,77 e 7,8 % valores estes menores que na presente pesquisa, ao passo que Mariani (2010) obteve, a partir da utilização de farinhas mistas de arroz, soja e farelo de arroz, um percentual que variou entre 11,16 e 14,22 % quanto ao teor proteico de biscoitos, sendo estes valores maiores que a referida pesquisa.

Perez e Germani (2007) elaboraram biscoito com farinha de berinjela em diferentes concentrações (10, 15 e 20 %), observando aumento de proteína conforme aumentou a concentração da farinha.

4.1.4 Fibra Alimentar (F)

Nutricionalmente, o termo fibra refere-se ao material filamentosos dos alimentos, composto pelas estruturas celulares das paredes dos vegetais, constituídas por polissacarídeos e ligninas que não são digeridas pelas secreções digestivas (SILVA e QUEIROZ, 2004). Segundo Cecchi (2003), a fibra bruta, composta por lignina, celulose e hemicelulose, oferece um resultado incerto e variável quanto ao valor nutritivo, por isso, no presente estudo optou-se pela quantificação do conteúdo de fibra alimentar ou dietética, que leva em consideração os componentes como lignina, hemicelulose, pectinas, gomas, mucilagens, polissacarídeos de algas e celulose modificada.

As concentrações de farinha de amaranto e milho no teor de fibra alimentar obtido em cada formulação de biscoitos sem glúten elaborados com farinha mista, segundo planejamento fatorial completo 2^2 apresentou o menor e maior valor nas formulações III (20,35 g de FA e 170,92 g de FM) e II (119,64 g de FA e 29,08 g de FM), com variação entre 2,30 a 3,10 % (m/m), respectivamente.

A quantidade de fibra alimentar encontrada na formulação II permite predizer que o biscoito elaborado no presente estudo pode ser considerado “fonte de fibras”, uma vez que, para este apelo, a legislação vigente preconiza no mínimo 3 g/100 g do alimento (BRASIL, 1998). Santos et al. (2011) obteve em um biscoito elaborado com farinha de buriti e adição de aveia 7,71 % (m/m) de fibras, resultado acima ao do presente estudo.

A Tabela 7 apresenta os coeficientes de regressão e erro padrão, e valores de p e t do planejamento composto central rotacional para a fibra alimentar, segundo os valores obtidos para cada formulação de biscoitos analisados (Tabela 6).

Tabela 7. Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial completo 2² para fibra alimentar.

	Coeficiente de Regressão	Erro padrão	t (2)	p
Média*	2,37	0,023	101,81	0,00009
(1) Farinha de Amaranto (L)*	0,174	0,014	12,17	0,01260
Farinha de Amaranto (Q)	0,056	0,017	3,26	0,08271
(2) Farinha de Milho (L)	-0,013	0,014	-0,887	0,46844
Farinha de Milho (Q)*	0,068	0,017	3,99	0,05734
1L x 2L	-0,030	0,020	-1,48	0,27593

*Fatores estatisticamente significativos (p<0,05).

O modelo (Equação 1) foi validado pela análise de variância (Tabela 8), onde se obteve um coeficiente de correlação de 0,66 (66%) e o F calculado de 1,34 vezes maior que o valor tabelado, os quais permitiram a construção das superfícies de resposta e curva de contorno apresentadas na Figura 13. Os efeitos não significativos foram adicionados a falta de ajuste.

Tabela 8. Análise de variância do planejamento fatorial completo 2² para fibra alimentar.

Fontes de Variação	Somas de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F calculado
Regressão	0,242	1	0,242	6,86
Resíduos	0,317	9	0,035	
Falta de ajuste	0,314	7		
Erro puro	0,0033	2		
Total	0,559	10		

Resíduos = Falta de Ajuste + Erro puro; F_{tab, 95%} = 5,12; Coeficiente de correlação: R=0,66

$$F = 2,37 + 0,17 \cdot X_1 \quad (1)$$

Onde:

F = Fibra alimentar (g/100 g); X₁ = concentração de farinha de amaranto (g/300 g de farinha mista).

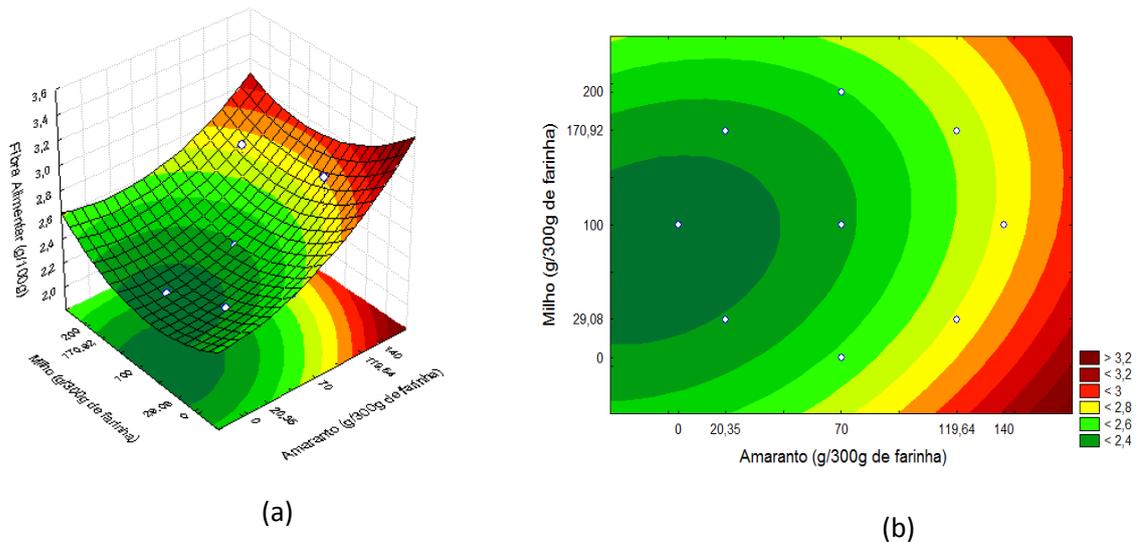


Figura 12. Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para o teor de fibra (g/100 g) das formulações de biscoito sem glúten em função da concentração da farinha de amaranto e milho.

Na Figura 12 é possível observar que para obtenção de um teor de fibras maior nas formulações de biscoito sem glúten com farinha mista de amaranto e milho é necessário empregar nas formulações maiores concentrações de farinha de amaranto.

Este comportamento pode ser justificado pelo fato de que o amaranto apresenta um alto conteúdo de fibra alimentar (GUZMÁN MALDONADO e PAREDES-LÓPEZ, 2000), de 8 (KALINOWSKI, 1982) a 13 % (CAPRILES, 2006), composta principalmente por lignina e celulose (PEDERSEN, 1990), e outros componentes como hemicelulose, substâncias pécicas, gomas e alguns outros hidratos de carbono.

4.1.5 Cinzas (C)

As concentrações de cinzas obtidas nas formulações de biscoitos sem glúten elaborados com farinha mista, conforme o planejamento fatorial completo 2^2 (Tabela 6) variaram de 1,33 a 2,09 % (m/m).

A Tabela 9 apresenta os coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento composto central rotacional para os teores de cinzas obtidos nas formulações avaliadas dos biscoitos de farinha mista de amaranto e milho para cinzas. Verifica-se que a farinha de amaranto apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) linear positivo sobre o teor de minerais totais, dentro da faixa estudada.

Tabela 9. Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial completo 2² para cinzas.

	Coefficiente de Regressão	Erro padrão	t (2)	p
Média*	1,96	0,066	29,43	0,00115
(1) Farinha de Amaranto (L)*	0,176	0,040	4,32	0,04952
Farinha de Amaranto (Q)	-0,162	0,048	-3,32	0,07977
(2) Farinha de Milho (L)	-0,021	0,041	-0,51	0,65933
Farinha de Milho (Q)	-0,104	0,048	-2,13	0,16595
1L x 2L	0,140	0,057	2,42	0,13590

*Fatores estatisticamente significativos (p<0,05).

A Equação 2 apresenta o modelo codificado de primeira ordem, que descreve a variação de cinzas nos biscoitos em função das variáveis analisadas, dentro das faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância (Tabela 10), onde se obteve um coeficiente de correlação de 0,93 (93 %) e o F calculado de 1,28 vezes maior que o valor tabelado, os quais permitiram a construção das superfícies de resposta e curva de contorno apresentadas na Figura 14. Os efeitos que não foram significativos foram adicionados a falta de ajuste.

$$C = 1,96 + 0,18 \cdot X_1 \quad (2)$$

Onde:

C = Cinzas (g/100 g); X₁ = concentração de farinha de amaranto (g/300 g de farinha mista).

Tabela 10. Análise de variância do planejamento fatorial completo 2² para Cinzas.

Fontes de Variação	Somas de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F calculado
Regressão	0,249	1	0,248	6,88
Resíduos	0,325	9	0,036	
Falta de ajuste	0,298	7		
Erro puro	0,026	2		
Total	0,574	10		

Resíduos = Falta de Ajuste + Erro puro; F_{tab, 95%} = 5,12; Coeficiente de correlação: R=0,93

De acordo com a Figura 13, verifica-se que maiores teores de minerais (cinzas), foram encontradas nas formulações com concentrações de farinha de milho e de amaranto nas faixas próximas ao ponto central do planejamento, bem como nas concentrações máximas (+1),

desta forma, indicando uma faixa de ótima de concentrações de farinha de amaranto, milho e arroz. Demonstrando que a farinha de amaranto incorpora componentes minerais nas formulações, o que será melhor detalhado e discutido no item 4.2.

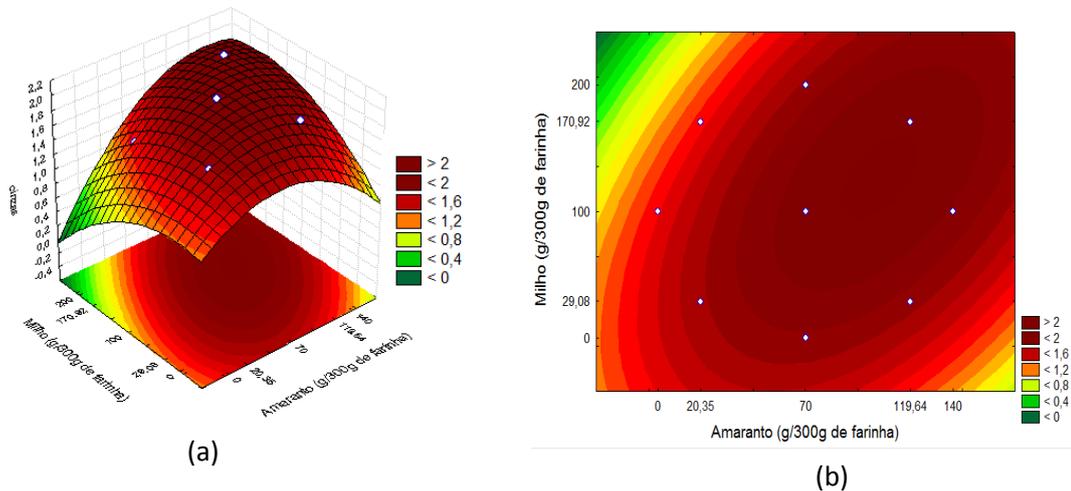


Figura 13. Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para o teor de cinzas (g por 100g) das formulações de Biscoito sem glúten em função da concentração da farinha de amaranto e milho, respectivamente.

Valores de cinzas semelhantes, ao presente estudo, foram encontrados por Giovanella, Schlabitz e Souza (2013) na elaboração de biscoito sem glúten com farinha de quinua e fécula de batata (1,3 e 1,9 %, m/m).

Cavalheiro et al. (2001) e Ziglio e Bezerra (2007) elaboraram e analisaram biscoitos com 3 % de resíduo de soja e com 2 % de farinha de bagaço de laranja, respectivamente, e encontraram teores de cinzas de 1,3 e 1,85 % (m/m), respectivamente. Valores estes semelhantes, aos do presente estudo, com teores de cinzas de 1,33 a 2,09% (m/m).

4.1.6 Umidade (*U*)

Os níveis de umidade variaram entre 7,26 g/100 g a 8,99 g/100 g nas diferentes formulações. As farinhas de amaranto e milho demonstraram efeitos significativos ($p < 0,05$) no teor de umidade dos biscoitos.

A Tabela 11 apresenta os coeficientes de regressão e erro padrão, valores de *p* e *t* do planejamento composto central rotacional para os teores de umidade obtidos nas formulações avaliadas dos biscoitos de farinha mista de amaranto e milho.

Tabela 11 - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial completo 2² para umidade.

	Coeficiente de Regressão	Erro padrão	t (2)	p
Média*	7,56	0,077	97,60	0,000105
(1) Farinha de Amaranto (L)*	-0,427	0,047	-8,99	0,012124
Farinha de Amaranto (Q)*	0,341	0,056	6,06	0,026126
(2) Farinha de Milho (L)*	0,350	0,047	7,37	0,017908
Farinha de Milho (Q)*	0,437	0,056	7,70	0,016431
1Lx 2L	0,285	0,067	4,24	0,051273

*Fatores estatisticamente significativos (p<0,05).

A Equação 3 apresenta o modelo codificado de segunda ordem, que descreve a variação da umidade dos biscoitos em função das variáveis analisadas, dentro das faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância, apresentada na Tabela 12, onde se obteve um coeficiente de correlação de 0,99 (99 %) e o F calculado de 3,16 vezes maior que o valor tabelado. Os efeitos que não foram significativos foram adicionados a falta de ajuste.

$$U = 7,57 - 0,43 \cdot X_1 + 0,34 \cdot (X_1)^2 + 0,35 \cdot X_2 + 0,44 \cdot (X_2)^2 \quad (3)$$

Onde:

U = Umidade (g/100 g); X₁ = concentração de farinha de amaranto (g/300 g de farinha mista);

X₂ = concentração de farinha de milho (g/300 g de farinha mista).

Tabela 12. Análise de variância do planejamento fatorial completo 2² para Umidade.

Fontes de Variação	Somas de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F calculado
Regressão	3,80	4	0,950	14,34
Resíduos	0,397	6	0,066	
Falta de ajuste	0,361	4		
Erro puro	0,036	2		
Total	4,19	10		

Resíduos = Falta de Ajuste + Erro puro; F_{tab, 95%}=4,53; Coeficiente de correlação: R=0,99

A Figura 14 demonstra que a farinha de milho e de amaranto influenciaram no teor de umidade, sendo que os teores menores foram obtidos próximos dos níveis +1 de concentração das farinhas (170,92 g/300 g de farinha de milho e 119,64 g/300 g de farinha de amaranto,

respectivamente). Considerando que para o biscoito o melhor são teores menores de umidade visando a conservação do produto.

Assim, como neste estudo, Vieira et al. (2007) verificaram que a adição de farinhas ricas em fibras em biscoitos resulta em maior umidade, maior teor de lipídeos e teor diminuído de proteínas. De acordo com Cauvain e Young (2002) a absorção de água por produto de panificação depende principalmente de dois parâmetros: o conteúdo de proteína e de fibra da massa. A proteína absorve aproximadamente o seu peso em água. As fibras tem grande capacidade de união com a água e, assim podem ser responsáveis pela absorção de água em até um terço do peso da massa.

Essa relação também foi observada no estudo de Perez e Germani (2007), em que, à medida que se aumentou a quantidade de farinha de berinjela nos biscoito, houve incremento também da proteína, fibra alimentar e conseqüentemente de umidade.

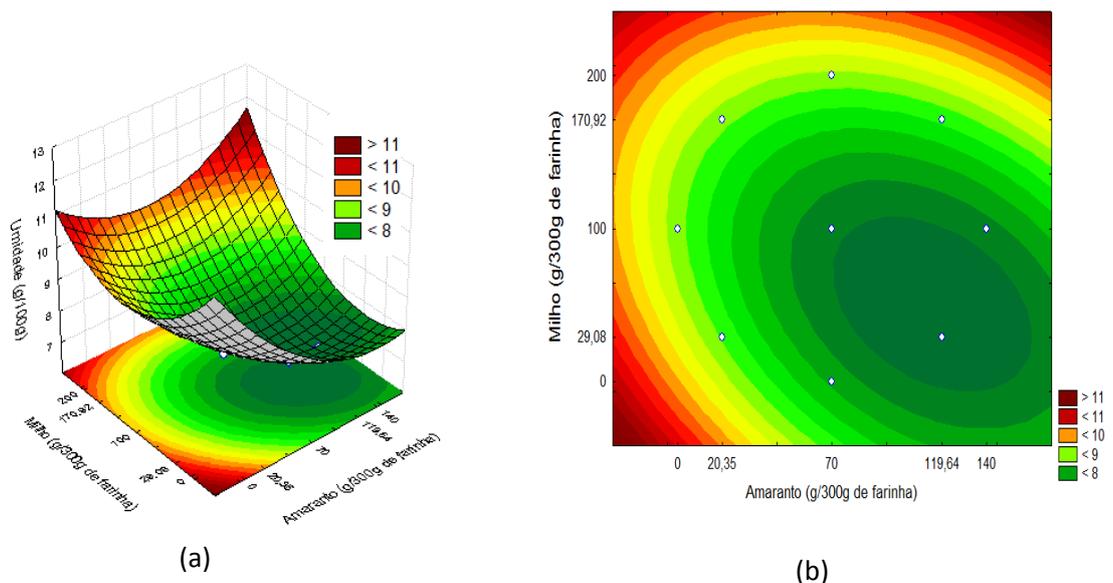


Figura 14. Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para o teor de umidade (g/100 g) das formulações de Biscoito sem glúten em função da concentração da farinha de amaranto e milho, respectivamente.

4.2 Componentes Minerais

A Tabela 13 apresenta a matriz do delineamento composto central rotacional 2^2 e as respostas para o teor de cálcio, ferro, potássio, magnésio e sódio dos biscoitos elaborados segundo planejamento experimental.

Os resultados apresentados na Tabela 13, demonstraram que a formulação IV (119,64 g de FA e 170,92 g de FM) foi a que apresentou os maiores teores de cálcio e potássio, ao passo que a formulação III (20,35 g de FA e 170,92 g de FM) e V (100 g de FM) demonstraram quantidades menores de cálcio e potássio, respectivamente, que as demais formulações. Quanto ao magnésio a quantidade mínima obtida foi 33,14 mg/100 g na formulação V e a máxima 91,40 mg/100 g na formulação II (119,64 g de FA e 29,08 g de FM). As quantidades de sódio variaram entre 295,04 a 410,22 mg/100 g, teores encontrados nas formulações II e IX (70 g de FA e 100 g de FM) respectivamente. Quanto a quantidade de ferro a formulação I (20,35 g de FA e 29,08 g de FM) foi a que apresentou o menor valor (0,92 mg/100 g) e a formulação X (70 g de FA e 100 g de FM) a com maior quantidade (2,11 mg/100g).

Tabela 13 - Matriz do delineamento composto central rotacional (valores codificados e reais) e resposta em cálcio (Ca), ferro (Fe), potássio (K), magnésio (Mg), sódio (Na).

Formulações	Variáveis Independentes*		Respostas				
	X ₁	X ₂	Ca (mg/100g)	Fe (mg/100g)	K (mg/100g)	Mg (mg/100g)	Na (mg/100g)
I	-1 (20,35)	-1 (29,08)	1735,69	0,92	103,91	44,17	361,43
II	1 (119,64)	-1 (29,08)	1401,60	1,49	185,83	91,40	295,04
III	-1 (20,35)	1 (170,92)	1324,26	1,22	130,10	35,38	382,16
IV	1 (119,64)	1 (170,92)	2156,42	1,73	198,59	91,15	384,81
V	-1,41 (0)	0 (100)	1414,92	1,55	85,05	33,14	310,87
VI	1,41 (140)	0 (100)	1843,40	1,19	162,10	76,05	357,56
VII	0 (70)	-1,41 (0)	1803,84	1,62	182,14	81,06	307,47
VIII	0 (70)	1,41 (200)	1704,84	1,43	114,11	57,47	308,19
IX	0 (70)	0 (100)	1916,83	1,99	187,53	77,08	404,84
X	0 (70)	0 (100)	1917,00	2,11	189,47	78,40	410,22
XI	0 (70)	0 (100)	1938,57	1,82	184,66	79,57	404,70

*X₁= farinha de amaranto (g/300g de farinha mista), X₂= farinha de milho (g/300g de farinha de mista).

4.2.1 Cálcio

De acordo com a Tabela 13, verifica-se que o maior teor de cálcio (2156 mg/100 g) foi observado na formulação IV, seguidas das formulações do ponto central de concentrações (1920 mg/100 g).

A Tabela 14 apresenta os coeficientes de regressão, erro padrão, valores de p e t para o cálcio, sendo que as variáveis estudadas exerceram efeitos lineares significativos (p<0,05) positivos sobre a concentração de cálcio nas formulações de biscoitos de farinha mista.

Tabela 14. Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial completo 2² para cálcio.

	Coefficiente de Regressão	Erro padrão	t (2)	p
Média*	1924,27	7,22	266,42	0,000014
(1)Farinha de amaranto (L)*	138,18	4,42	31,19	0,001026
Farinha de amaranto (Q)*	-157,45	5,28	-29,79	0,001125
(2)Farinha de milho (L)*	25,55	4,42	5,76	0,028764
Farinha de milho (Q)*	-94,49	5,28	-17,87	0,003141
1Lx2L*	291,56	6,25	46,61	0,000460

*Fatores estatisticamente significativos (p<0,05).

A Equação 4 apresenta o modelo codificado de segunda ordem, que descreve a variação de cálcio nos biscoitos em função das variáveis analisadas, dentro das faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância, apresentada na Tabela 15, onde se obteve um coeficiente de correlação de 0,97 (97 %) e o F calculado de 3,84 vezes maior que o valor tabelado, permitiram também a construção de superfícies de respostas e curvas de contorno (Figura 16). Os efeitos que não foram significativos foram adicionados a falta de ajuste.

Tabela 15. Análise de variância do planejamento fatorial completo 2² para Cálcio

Fontes de Variação	Somas de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F calculado
Regressão	650909	5	130181,8	19,4056
Resíduos	33542	5	6708,458	
Falta de ajuste	33229,3	3		
Erro puro	313,0	2		
Total	684451,4	10		

Resíduos = Falta de Ajuste + Erro puro; F_{tab, 95%}=5,05; Coeficiente de correlação: R=0,97.

$$Ca = 1924,3 + 138,19 \cdot X_1 - 157,45 \cdot (X_1)^2 + 25,55 \cdot X_2 - 94,49 \cdot (X_2)^2 + 291,56 \cdot X_1 \cdot X_2 \quad (4)$$

Onde:

Ca = Cálcio (mg/100 g); X₁ = concentração de farinha de amaranto (g/300 g de farinha mista);

X₂ = concentração de farinha de milho (g/300 g de farinha mista).

A Figura 15 mostra que o aumento no teor de cálcio nos biscoitos, se deve ao incremento da concentração de farinha de amaranto e milho.

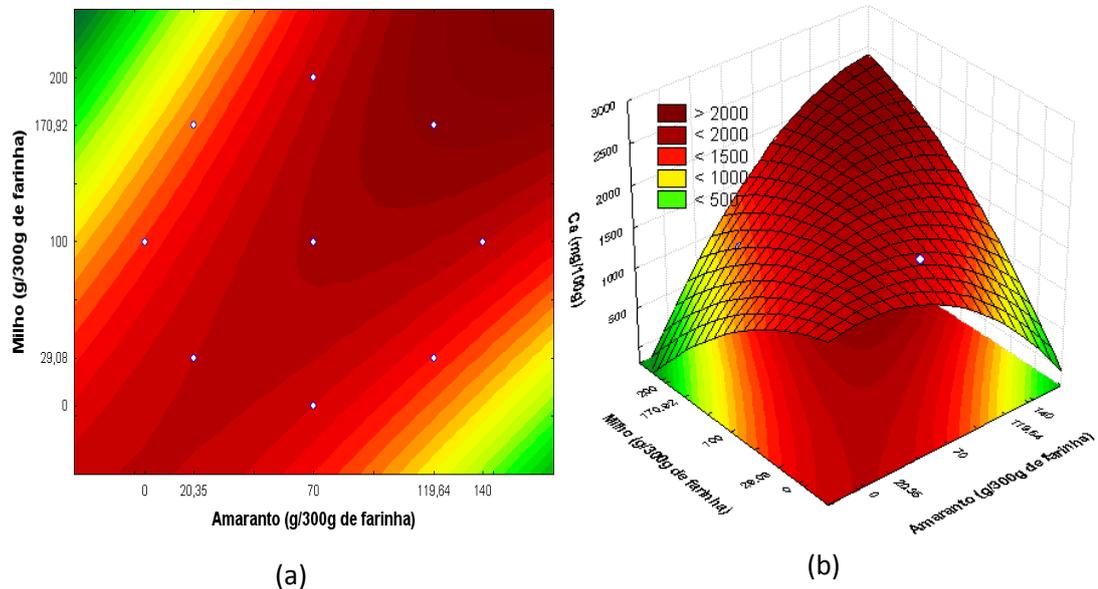


Figura 15 - Curva de contorno (a) e Superfície de resposta (b) para o cálcio (mg/100 g) em função da concentração da farinha de amaranto e milho, respectivamente.

O cálcio é um mineral muito importante para o celíaco, pois este é um mineral que ocorre diminuição na absorção pelos celíacos, decorrentes dos danos nas vilosidades intestinais. Por este motivo os doentes celíacos devem preferir os grãos sem glúten enriquecidos assim como o consumo quinoa, amaranto, painço e sorgo devido ao elevado teor nutricional destes alimentos. Minerais, como zinco e cálcio no amaranto, também estão presentes em maior quantidade que nos outros vegetais (SAUNDERS e BECKER, 1984).

Segundo Rito Nobre et al. (2007) a importância do cálcio no organismo do indivíduo que tem doença celíaca esta relacionada principalmente a algumas complicações desta doença, que é a má absorção de vitamina D e cálcio. A ingestão adequada de cálcio para um adulto saudável, é de aproximadamente 800 mg, variando de acordo com a idade e sexo (NCR, 2001).

4.2.2 Ferro

O conteúdo de ferro nas formulações variou entre 0,92 e 2,11 mg/100 g de matéria seca.

A Tabela 16 apresenta os coeficientes de regressão, erro padrão, valores de p e t para o ferro. Tanto a farinha de amaranto quanto a farinha de milho mostraram um influência significativa ($p < 0,10$) positiva sobre a concentração deste mineral nas formulações.

Tabela 16. Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do Planejamento fatorial completo 2^2 para o ferro.

	Coeficiente de Regressão	Erro padrão	t (2)	p
Média*	1,97	0,081	24,15	0,00170
(1) Farinha de amaranto (L)	0,072	0,051	1,43	0,28781
Farinha de amaranto (Q)*	-0,329	0,059	-5,50	0,03154
(2) Farinha de milho (L)	0,034	0,050	0,681	0,56755
Farinha de milho (Q)*	-0,250	0,059	-4,19	0,05232
1Lx2L	-0,016	0,070	-0,238	0,83426

*Fatores estatisticamente significativos ($p < 0,10$).

A Equação 5 apresenta o modelo codificado de segunda ordem, que descreve a variação de ferro nos biscoitos em função das variáveis analisadas, dentro das faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância, apresentada na Tabela 17, onde se obteve um coeficiente de correlação de 0,79 (79 %) e o F calculado de 1,90 vezes maior que o valor tabelado. Os efeitos que não foram significativos foram adicionados a falta de ajuste.

$$Fe = 1,98 - 0,3292 (X_1)^2 - 0,251 (X_2)^2 \quad (5)$$

Onde:

Fe = Ferro (mg/100 g); X_1 = concentração de farinha de amaranto (g/300 g de farinha mista);

X_2 = concentração de farinha de milho (g/300 g farinha mista).

Tabela 17. Análise de variância do Planejamento fatorial completo 2² para Ferro.

Fontes de Variação	Somas de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F calculado
Regressão	1	2	0,377	5,93
Resíduos	1	8	0,063	
Falta de ajuste	0,468	6		
Erro puro	0,041	2		
Total	11,26	10		

Resíduos = Falta de Ajuste + Erro puro; $F_{\text{tab}, 90\%} = 3,11$; Coeficiente de correlação: $R = 0,79$.

A Figura 16 apresenta a superfície de resposta e curva de contorno, onde é possível observar que o ferro encontra-se em maior teor nas formulações correspondendo ao ponto central de concentrações (70 g de farinha de amaranto e 100 g de farinha de milho por 300 g de farinha mista), caracterizando, deste modo, a otimização do teor de ferro das formulações.

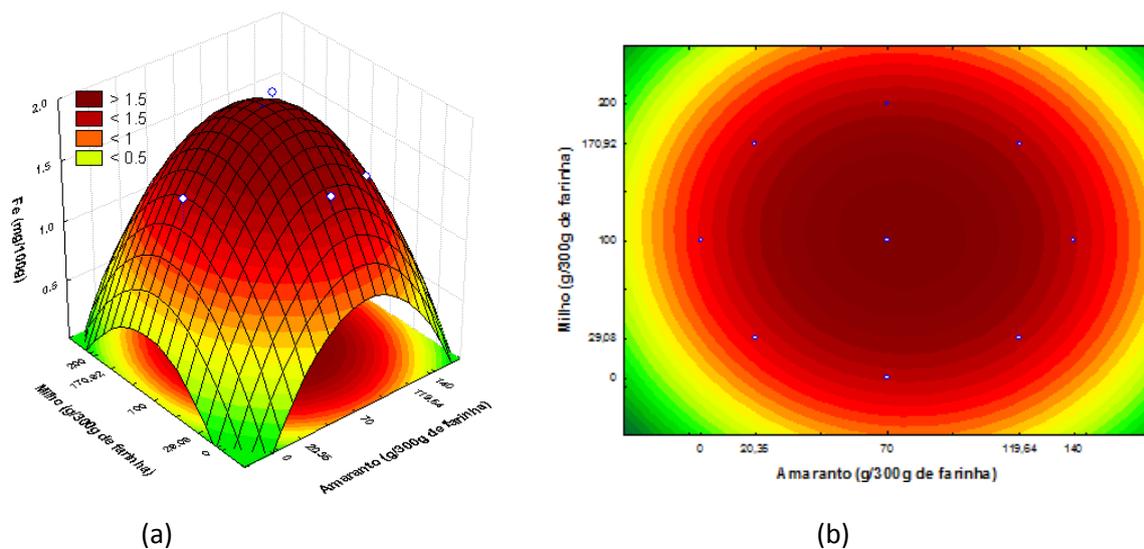


Figura 16. Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para o ferro (mg por 100 g) em função da concentração da farinha de amaranto e milho, respectivamente.

Granato et al. (2009) caracterizaram biscoitos elaborados com farinha de amêndoa e amendoim e obtiveram resultados superiores aos do presente estudo, de 2,73 mg de ferro/100 g no biscoito de farinha de amêndoa e 3,19 mg de ferro /100 g no biscoito de amendoim, respectivamente. Contudo, devido à baixa biodisponibilidade do ferro em alimentos de origem vegetal, em geral, não podem ser considerados como boas fontes deste mineral.

O ferro é um metal de transição, considerado um nutriente essencial para humanos, cuja importância no organismo deve-se a sua capacidade de existir em diferentes estados de oxidação e de formar muitos complexos diferentes. Pode encontrar-se nos alimentos nas formas heme (fontes animais) e não heme (fontes vegetais), sendo a primeira mais biodisponível, uma vez que na sua forma não heme precisa, primeiramente, ser ionizado pela secreção gástrica para a forma ferrosa ou férrica para ser absorvido (UMBELINO e ROSSI, 2006).

4.2.3 Potássio

A formulação IV foi a que apresentou o maior teor de potássio (198,59 mg/100 g), no entanto a formulação V demonstrou a menor (85,05 mg/100 g) quantidade deste mineral (Tabela 13).

A Tabela 18 apresenta os coeficientes de regressão, erro padrão, valores de p e t para o potássio. Verifica-se que as variáveis estudadas exerceram efeito significativo ($p < 0,05$), indicando que a medida que aumenta-se os níveis de concentração das farinhas houve incremento no teor de potássio das formulações.

Tabela 18. Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial completo 2^2 para o potássio.

	Coefficiente de Regressão	Erro padrão	t (2)	p
Média*	187,16	1,40	133,88	0,000056
(1)Farinha de amaranto (L)*	33,73	0,857	39,34	0,000644
Farinha de amaranto (Q)	-27,82	1,023	-27,19	0,001350
(2)Farinha de milho (L)*	-8,40	0,857	-9,80	0,010269
Farinha de milho (Q)*	-15,46	1,023	-15,11	0,004346
1L x 2L	-0,855	1,21	-0,706	0,55315

*Fatores estatisticamente significativos ($p < 0,05$).

A Equação 6 apresenta o modelo codificado de segunda ordem, que descreve a variação de potássio nos biscoitos em função das variáveis analisadas, dentro das faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância, apresentada na Tabela 19, onde se obteve um coeficiente de correlação de 0,91 (91 %) e o F calculado de 1,66 vezes maior que o valor tabelado. Os efeitos que não foram significativos foram adicionados a falta de ajuste.

$$K = 187,16 + 33,73 \cdot X_1 - 27,82 (X_1)^2 - 8,39 \cdot X_2 - 15,47 (X_2)^2 \quad (6)$$

Onde:

K = Potássio (mg/100 g); X_1 = concentração de farinha de amaranto (g/300 g de farinha mista); X_2 = concentração de farinha de milho (g/300 g de farinha mista).

Tabela 19. Análise de variância do planejamento fatorial completo 2^2 para Potássio.

Fontes de Variação	Somas de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F calculado
Regressão	14304	4	3575,99	7,53
Resíduos	2848	6	474,63	
Falta de ajuste	2836,11	4		
Erro puro	11,73	2		
Total	17151,81	10		

Resíduos = Falta de Ajuste + Erro puro; $F_{\text{tab}, 95\%} = 4,53$; Coeficiente de correlação: $R = 0,91$

A Figura 17 demonstra que os maiores teores de potássio, encontram-se em uma faixa de concentração próxima ao ponto central das variáveis independentes estudadas (70 g de amaranto e 100 g de farinha de milho/300 g de farinha mista). Desta forma, caracterizando a otimização do teor de potássio das formulações.

O potássio exerce diversas funções no organismo humano, podendo destacar a regulação hídrica do organismo, a atuação no metabolismo dos glicídios e na contração muscular (FRANCO, 1999). Em pesquisa realizada por Granato et al (2009) resultados semelhante foram encontrados ao presente estudo, onde obteve-se variação do teor de potássio de 69,9 a 182,45 mg/100 g.

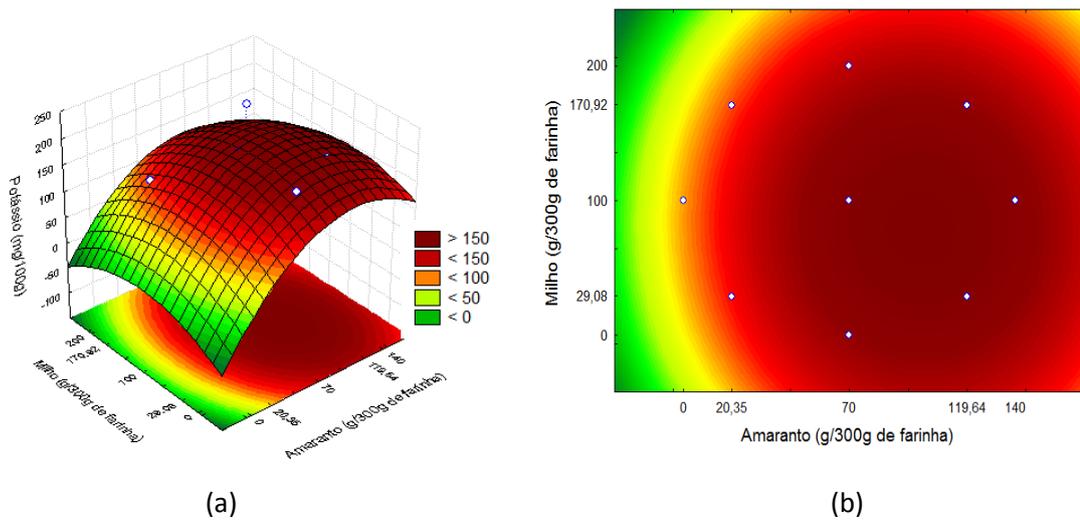


Figura 17 – Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para o potássio (mg por 100 g) em função da concentração da farinha de amaranto e farinha de milho, respectivamente.

4.2.4. Magnésio

As concentrações de magnésio nos biscoitos elaborados variaram entre 33,14 a 91,40 mg/100 g (Tabela 13). A recomendação de ingestão diária de magnésio, é de 260 mg em adultos, variando de acordo com a idade e sexo (BRASIL, 2005).

A Tabela 20 apresenta os coeficientes de regressão, erro padrão, valores de p e t(2) para o magnésio. Onde as duas farinhas interferiram significativamente ($p < 0,05$) na concentração de magnésio das formulações, com efeitos lineares positivos, onde o aumento na concentração da farinha de amaranto provocou aumento no teor do mineral nas formulações.

Tabela 20. Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial completo 2^2 para magnésio.

	Coeficiente de Regressão	Erro padrão	t (2)	p
Média*	78,34	0,718	109,04	0,000084
(1)Farinha de amaranto (L)*	20,50	0,440	46,52	0,000462
Farinha de Amaranto (Q)*	-11,01	0,525	-20,94	0,002271
(2)Farinha de Milho (L)*	-5,30	0,440	-12,03	0,006830
Farinha de milho (Q)*	-3,63	0,525	-6,91	0,020298
1L x 2L	2,13	0,622	3,42	0,075525

*Fatores estatisticamente significativos ($p < 0,05$).

A Equação 7 apresenta o modelo codificado de segunda ordem, que descreve a variação de magnésio nos biscoitos em função das variáveis analisadas, dentro das faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância, apresentada na Tabela 21, onde se obteve um coeficiente de correlação de 0,96 (96 %) e o F calculado de 4,09 vezes maior que o valor tabelado. Os efeitos que não foram significativos foram adicionados a falta de ajuste.

$$\text{Mg} = 78,34 + 20,50 \cdot X_1 - 11,013 (X_1)^2 - 5,30 \cdot X_2 - 3,63 (X_2)^2 \quad (7)$$

Onde:

Mg = Magnésio (mg/100 g); X_1 = concentração de farinha amaranto (g/300 g de farinha mista); X_2 = concentração de farinha de milho (g/300 g de farinha mista).

Tabela 21. Análise de variância do planejamento fatorial completo 2^2 para magnésio.

Fontes de Variação	Somas de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F calculado
Regressão	4256	4	1064,12	18,57
Resíduos	344	6	57,32	
Falta de ajuste	340,87	4		
Erro puro	3,097	2		
Total	4600,46	10		

Resíduos = Falta de Ajuste + Erro puro; $F_{\text{tab}, 95\%} = 4,54$; Coeficiente de correlação: $R = 0,96$

A Figura 18 apresenta a superfície de resposta e curva de contorno para o magnésio, em função das variáveis estudadas. Observa-se que o mineral em estudo apresenta um máximo teor em uma região próxima a 119,64 g de farinha de amaranto/300 g de farinha mista e 100 g de farinha de milho/300 g de farinha mista. Desta forma, tem-se uma região ótima de teor de magnésio das formulações.

O magnésio é importante para o organismo, pois regula a atividade de mais de 300 reações enzimáticas e a duplicação dos ácidos nucléicos, a excitabilidade neural e a transmissão de influxo nervoso, agindo sobre as trocas iônicas da membrana celular (SCHACHTER, 1996).

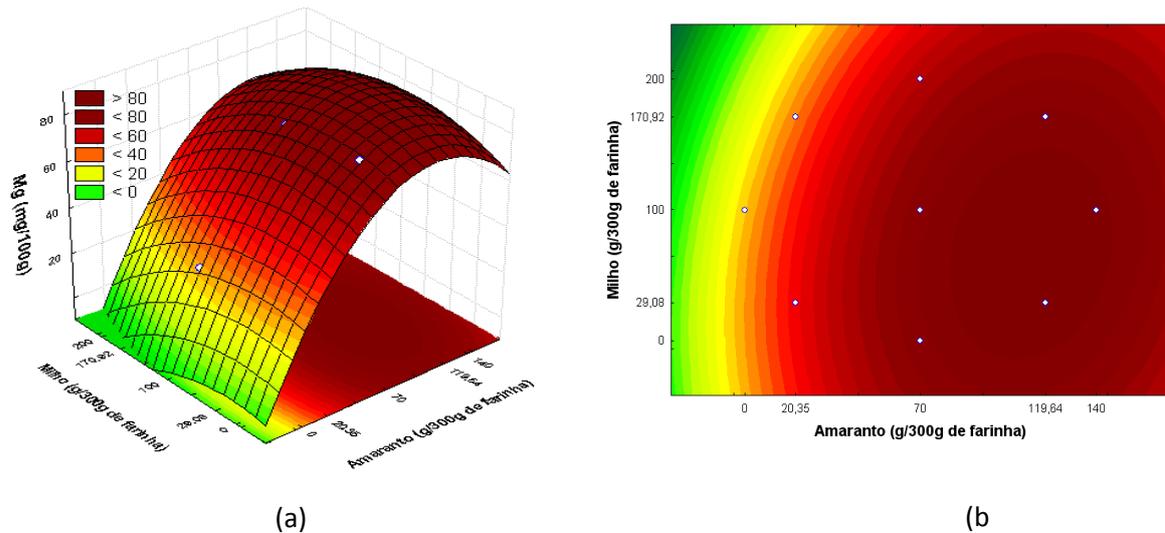


Figura 18. Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para o magnésio (mg por 100g) em função da concentração da farinha de amaranto e farinha de milho, respectivamente.

4.2.5 Sódio

O teor de sódio nas formulações variou de 295,04 a 410,22 mg/100g conforme Tabela 13, sendo que o maior teor foi observado no ponto central das variáveis estudadas (70 g de farinha de amaranto, 100 g de farinha de milho e 130 g de farinha de arroz por 300g de farinha mista). O teor de sódio teve efeito significativo ($p < 0,05$) positivo da interação entre a farinha de amaranto e de milho das formulações, bem como do efeito isolado da farinha de milho (Figura 19).

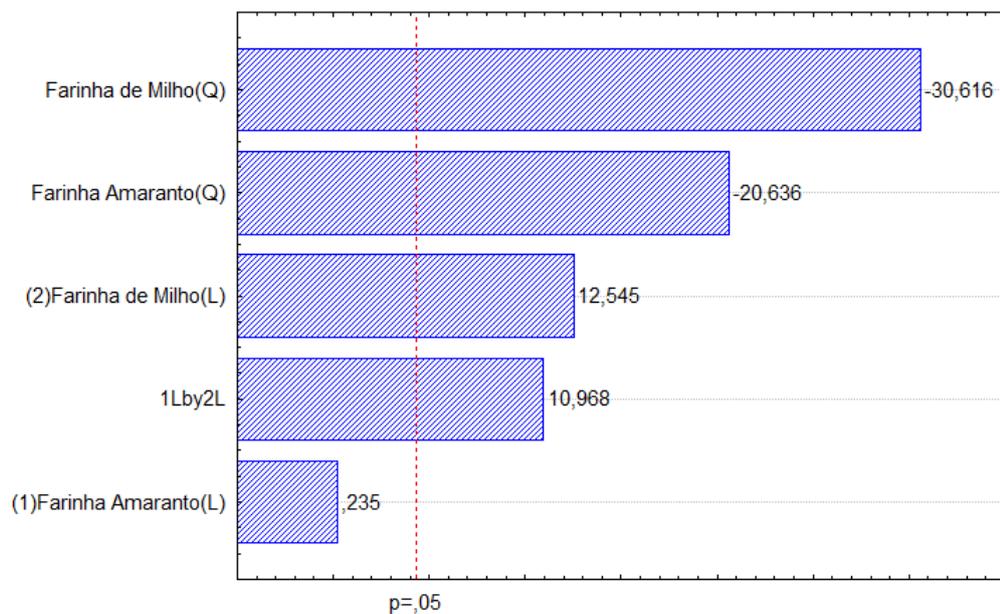


Figura 19. Gráfico de Pareto com os efeitos estimados (Valor absoluto) das concentrações de FA e FM nas formulações de biscoito sem glúten elaborado com farinha mista em relação ao teor de sódio.

O sódio é o único mineral que deve ter, obrigatoriamente, o seu conteúdo declarado na rotulagem nutricional de alimentos (BRASIL, 2003). O teor de sódio em pesquisa de Grant et al. (2009) variou de 19,25 a 24,35 mg/100 g valores bem abaixo ao da presente pesquisa.

4.3 Características Organolépticas

Segundo Brasil (1978) as características dos biscoitos devem apresentar em relação ao aspecto, massa torrada, com ou sem recheio ou revestimento, bem como cor, cheiro e sabor próprios deste tipo de produto.

A substituição parcial da farinha de trigo por outros tipos de farinha em produtos de panificação implica inicialmente em alterações das características físico-químicas e tecnológicas, no entanto, igualmente relevante são as alterações nos atributos sensoriais, ou características organolépticas, uma vez que estas definirão a possibilidade de produção em escala industrial de um produto alimentício (CORA et al., 2012). Neste sentido, a análise dos aspectos sensoriais permitiu verificar a aceitação dos biscoitos entre os provadores não treinados, em relação as características de sabor e aspectos gerais dos biscoitos de farinha mista (amaranto, milho e arroz).

4.3.1 Caracterização da Equipe de Julgadores

Nas avaliações sensoriais participaram trinta e dois (32) provadores não treinados, prevaleceu o sexo feminino com 79 % dos provadores da equipe sensorial, enquanto 21 % foram do sexo masculino. A idade dos julgadores variou entre 18 e 45 anos, sendo que o maior número de provadores (76 %) tinham idade entre 18 e 25 anos. Os provadores apresentaram escolaridade de nível fundamental a nível de graduação.

4.3.2 Aspectos Visuais

A Figura 20 mostra os aspectos visuais das diferentes formulações de Biscoito de farinha mista e sem glúten elaborado a partir da aplicação das farinhas de amaranto, milho e arroz em diferentes concentrações.

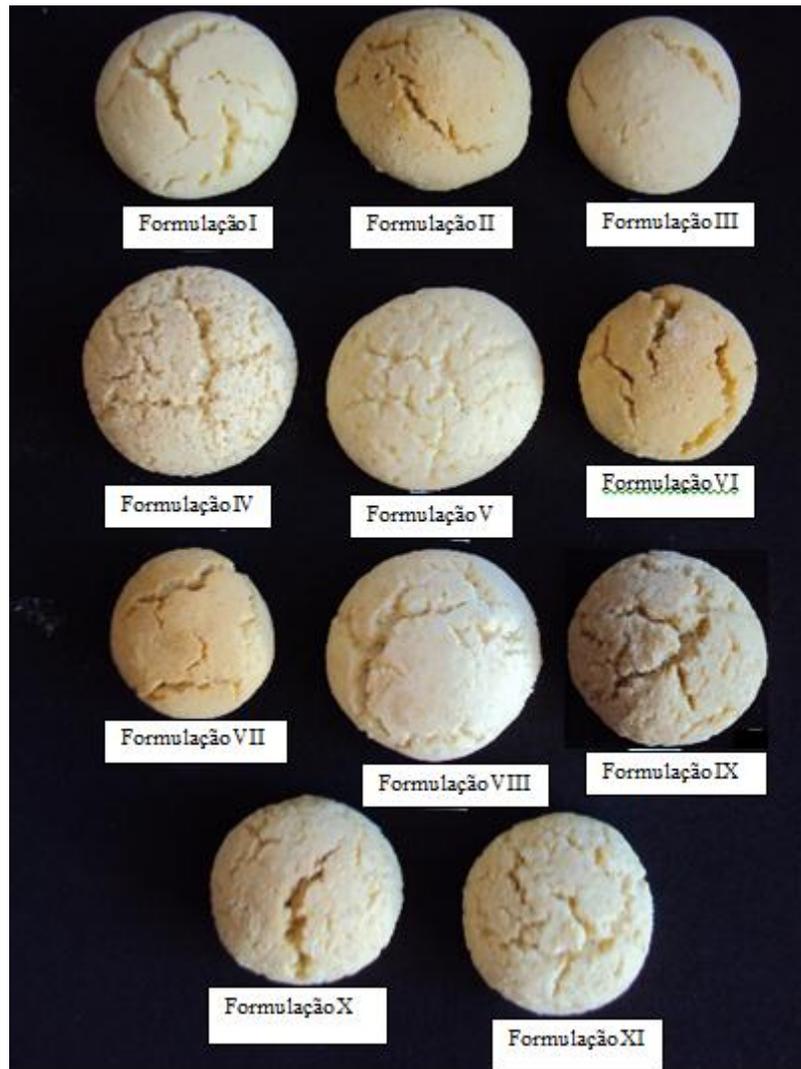


Figura 20. Aspectos visuais das formulações de biscoitos isentos de glúten elaborados com farinha de amaranto, milho e arroz.

De modo geral, é possível visualizar que o aspecto das formulações ficou similar ao de um Biscoito - Tipo Sequilhos. As formulações II, III, VI e VII apresentaram características diferentes das outras formulações com relação a coloração e a expansão dos biscoitos.

A formulação VI, onde foi adicionado a maior concentração de farinha de amaranto (140 g/300 g de farinha mista), apresentou um biscoito de coloração marrom e de consistência firme. Já a formulação V, que não foi acrescida de farinha de amaranto, apresentou um biscoito com característica de Sequilhos pela presença da farinha de milho e arroz.

No entanto, a formulação VII (sem adição de farinha de milho), apresentou aspecto da massa granulosa comparada com à maioria das outras formulações.

Francisco (2010) elaborou biscoito - Tipo Sequilhos com diferentes concentrações de farinha de vegetais folhosos (couve), verificando grande sensibilidade dos biscoitos quanto a

coloração e plasticidade da massa, fato que os autores relacionaram à farinha de couve. No presente estudo observou-se que conforme aumenta a concentração de farinha de amaranto também houve uma sensibilidade a coloração e a plasticidade da massa.

4.3.2 Aspectos Sensoriais

Em relação às características sensoriais das formulações, avaliou-se sabor e aspectos gerais. Na Tabela 22 é apresentada a matriz do delineamento composto central rotacional 2^2 e as respostas dos provadores em termos de sabor (S), aspectos gerais (AG) e intenção de compra (IC).

Tabela 22. Matriz do delineamento composto central rotacional com as respostas obtidas quanto ao sabor (S), aspectos gerais (AG) e intenção de compra (IC).

Formulações	Variáveis Independentes*		Respostas		
	X ₁	X ₂	S	AG	IC
I	-1 (20,35)	-1 (29,08)	7,83 ^a	7,38 ^a	7,38 ^a
II	1 (119,64)	-1 (29,08)	6,00 ^b	6,50 ^a	5,00 ^b
III	-1 (20,35)	1 (170,92)	7,33 ^a	7,33 ^a	6,88 ^a
IV	1 (119,64)	1 (170,92)	6,58 ^a	6,54 ^a	6,58 ^{ab}
V	-1,41(0)	0 (100)	7,33 ^a	7,71 ^b	6,42 ^a
VI	1,41(140)	0(100)	7,17 ^a	7,00 ^a	6,46 ^a
VII	0 (70)	-1,41(0)	6,00 ^b	6,58 ^a	4,33 ^b
VIII	0 (70)	1,41 (200)	7,08 ^a	7,21 ^a	6,75 ^a
IX	0 (70)	0 (100)	6,38 ^b	7,15 ^a	6,72 ^b
X	0 (70)	0 (100)	6,38 ^b	6,96 ^a	3,33 ^b
XI	0 (70)	0 (100)	6,50 ^b	7,04 ^a	2,43 ^b

*X₁= farinha de amaranto (g/300g de farinha mista), X₂= farinha de milho (g/300g de farinha mista); **Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste de Tukey).

As formulações de biscoitos de farinha mista e sem glúten elaboradas diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) entre si. Sendo que a formulação I obteve a melhor aceitação no atributo sabor nas médias hedônicas e a formulação V obteve melhor aceitação no atributo aspectos gerais. Quanto a intenção de compra a formulação I foi a que obteve melhor interesse na compra (com 4,25 - “provavelmente compraria”) pelos provadores. Enquanto que as formulações II e VII foram as que apresentaram menores pontuações no atributo sabor e a formulação IX a que obteve menor pontuação quanto ao atributo aspectos gerais. A formulação VII foi a que obteve a menor intenção de compra (com 2,92 - “provavelmente não compraria”) por parte dos provadores e a formulação I ficou com a maior média hedônica no quesito intenção de compra.

Na Tabela 22 pode-se observar que as formulações II, VII, IX, X e XI diferiram das demais formulações com relação ao atributo sabor. No que diz respeito a atributo aspectos gerais do biscoito de farinha mista a formulação V diferiu das demais. Já na intenção de compras as formulações II, IV, VII, IX, X e XI deferiram das demais.

Marcilio (2005) desenvolveu biscoito tipo *Cookies* com adição de 100 % de farinha de amaranto e obteve formulações com diferença significativa entre os biscoitos, e tendo uma aceitação positiva de um consumidor não familiarizado com esse tipo de pseudocereal, como é o consumidor brasileiro.

4.3.2.1 Sabor

As formulações II e VII (Tabela 22) foram as que obtiveram a menor média hedônica em relação ao atributo sabor entre os julgadores. Enquanto a formulação I (20,35g de farinha de amaranto/300g de farinha mista) foi à formulação com o maior percentual de aceitação (7,83 – Gostei muito).

O gráfico de Pareto (Figura 21) descreve os efeitos estimados das variáveis, no qual a farinha de milho e a interação entre as variáveis apresentaram efeitos significativos ($p < 0,05$) positivo em relação ao atributo sabor. No entanto, a farinha de amaranto linear apresenta efeito significativo negativo.

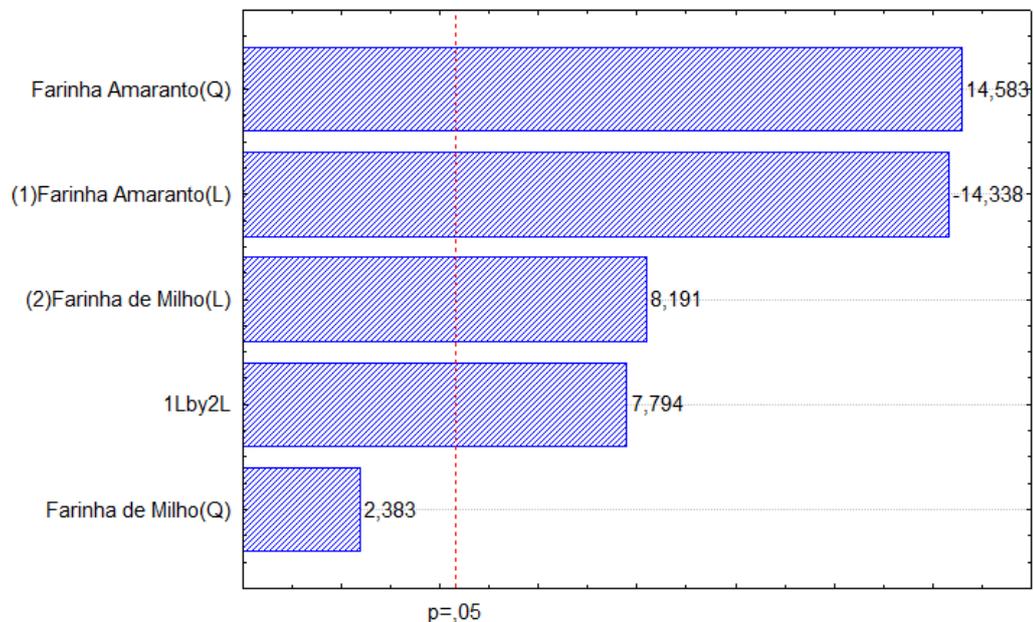


Figura 21. Gráfico de Pareto com os efeitos estimados (Valor absoluto) das variáveis testadas sobre o sabor do biscoito de farinha mista isenta de glúten.

O histograma de frequência (Figura 22) mostra que as formulações que apresentaram as menores concentrações da farinha de amaranto foram as que mais agradaram aos julgadores em relação ao atributo sabor.

Dentre as amostras avaliadas, as formulações II, VII e IX foram as que obtiveram a maior rejeição (considerando as menções positivas) entre os avaliadores, obtendo-se rejeição no histograma de frequência, enquanto que a amostra IV foi a que apresentou maior número de menções positivas entre os provadores para o atributo sabor, recebendo 100% de classificação de “gostei ligeiramente”. “gostei moderadamente”, “gostei muito” e “gostei muitíssimo”, no teste afetivo da escala hedônica.

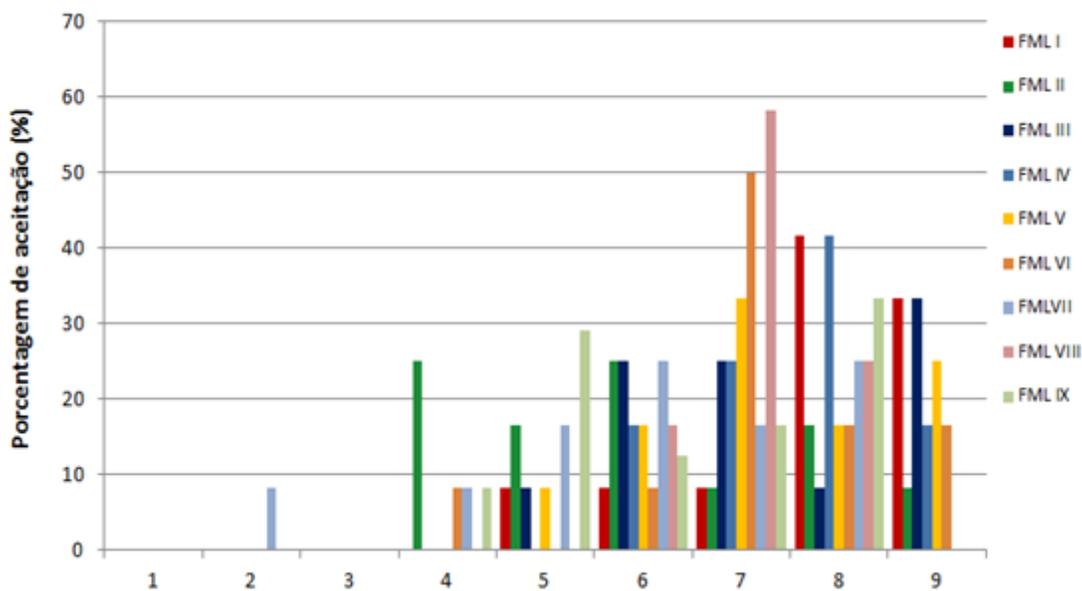


Figura 22. Histograma de frequência para o atributo sabor

Observação semelhante foi realizada por Giovanella, Schlabit e Souza (2013) ao estudarem o efeito da adição de farinha de quinua no processamento de biscoito sem glúten, verificando que os maiores índices de aceitabilidade foram obtidos na formulação com 20 % de farinha de quinua, conforme aumentava-se a concentração da farinha de quinua o índice de rejeição dos biscoitos também aumentava.

Marcílio et al. (2005), ao avaliar biscoito tipo *Cookies* com adição de farinha integral de amaranto, obteve um índice de aceitabilidade diferente em relação ao atributo sabor, conforme aumentava-se o percentual de farinha integral de amaranto e reduzia a gordura nas formulações havia uma rejeição por parte dos provadores.

4.3.2.2 Aspectos Gerais

Em relação às respostas obtidas na avaliação global (aspectos gerais) dos biscoitos, observa-se que a farinha de amaranto influenciou negativamente na aceitabilidade das amostras. De acordo com os resultados obtidos na análise sensorial, o aumento na concentração de farinha de amaranto alterou sabor e aspectos gerais ou aceitação global das amostras, tornando-as menos aceitas, como mostra a Figura 23.

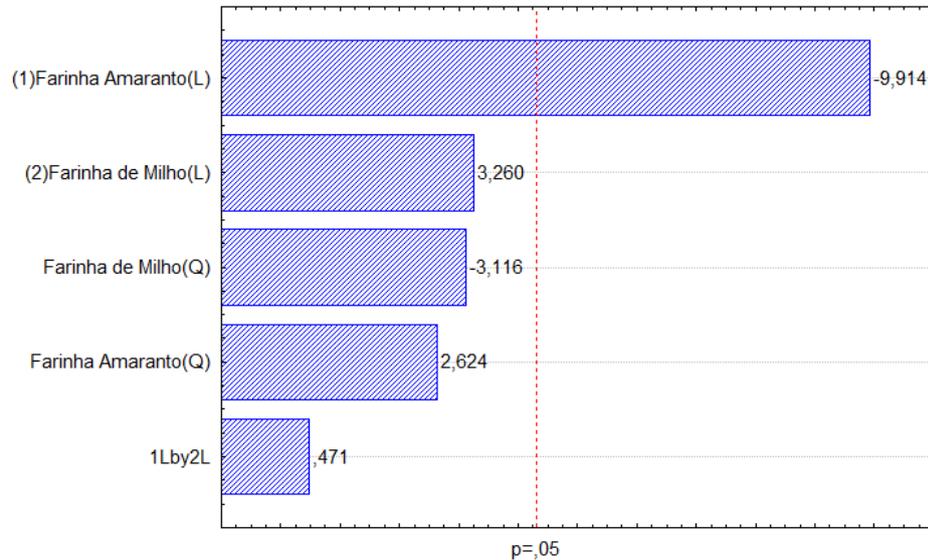


Figura 23. Gráfico de Pareto com os efeitos estimados (Valor absoluto) das variáveis testadas sobre os aspectos gerais do biscoito de farinha mista isenta de glúten

A Figura 24 apresenta os dados de frequência de respostas para a aceitação com relação aos aspectos gerais dos biscoitos.

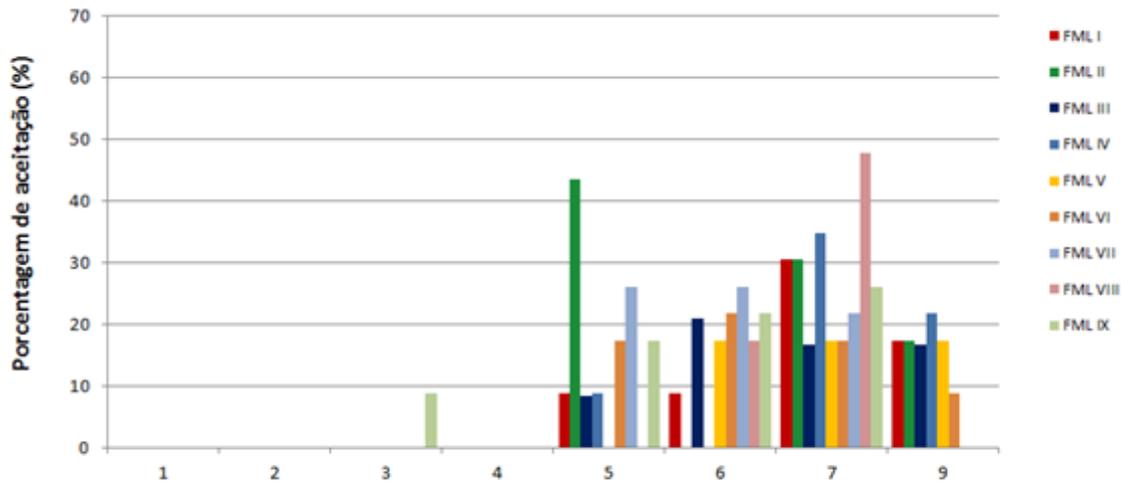


Figura 24. Histograma de frequência para os aspectos gerais (avaliação global) dos biscoitos

É possível observar que as amostras II e XI, apresentaram elevado percentual de rejeição. Enquanto, verifica-se que as formulações V, VI, VII e VIII apresentaram o maior percentual menções positivas no atributo aspectos gerais na escala hedônica, referentes a “gostei ligeiramente”, “gostei moderadamente”, “gostei muito” e “gostei muitíssimo”, no teste afetivo da escala hedônica.

Sachini (2010) desenvolveu biscoito sem glúten com farinha de banana verde e farinha de arroz, sendo que no atributo aspectos gerais observou-se que com o aumento da quantidade de farinha banana verde nas formulações houve um incremento da rejeição por parte dos provadores no quesito qualidade global dos biscoitos.

4.3.2.3 Intenção de compra

A Figura 25 apresenta o gráfico de Pareto mostrando que na intenção de compra não houve influencia significativa ($p < 0.05$) das adições das farinhas de amaranto, milho e arroz, na faixa estudada. As respostas referentes à intenção de compra são apresentadas no histograma de frequência, mostrados na Figura 27.

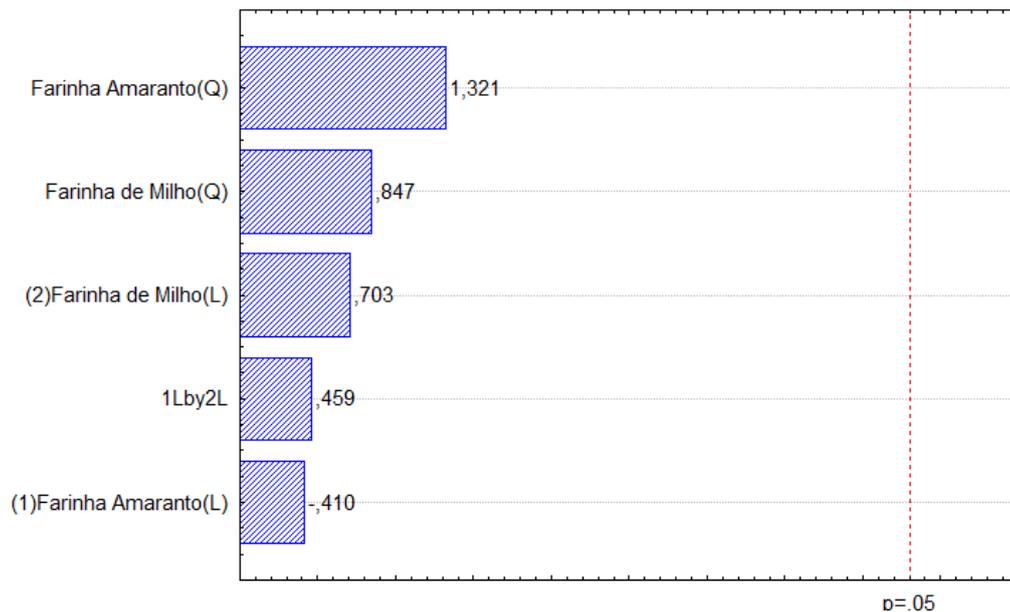


Figura 25. Gráfico de Pareto com os efeitos estimados (Valor absoluto) das variáveis testadas sobre a intenção de compra do biscoito de farinha mista isenta de glúten

Em relação à intenção de compra, a formulação I apresenta maior percentagem de intenção de 76 % no histograma de frequência (Figura 26), onde os julgadores “compraria em cada oportunidade que tivesse” e “compraria com frequência” este produto. Sendo este resultado concordante aos apresentados por Mariani (2010).

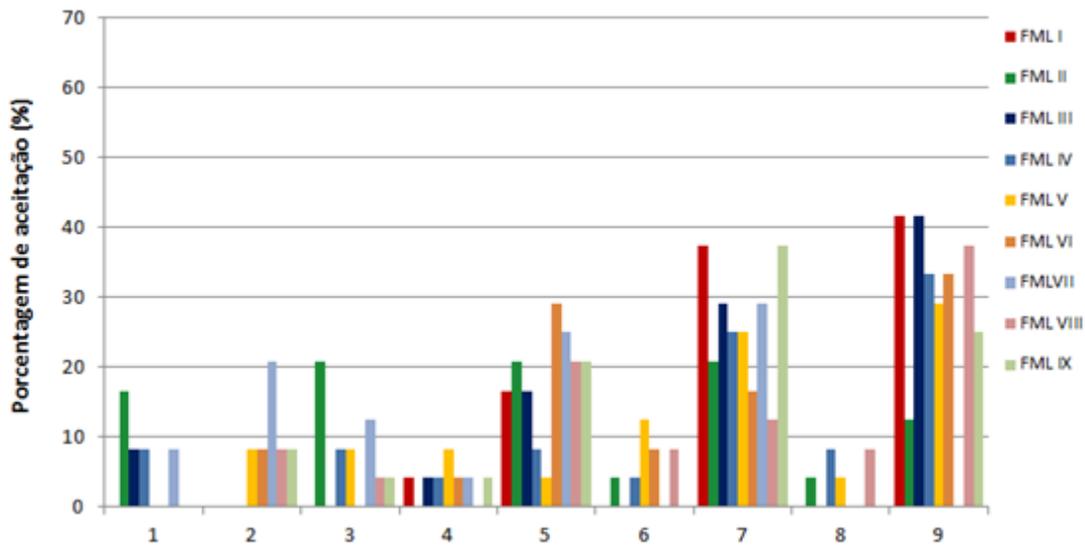


Figura 26 - Histograma de frequência para intenção de compra dos biscoitos

As formulações III, IV e V ficaram com 75 % das menções positivas com relação a intenção de compra e, as formulações II e VI obtiveram menor percentual (41 e 33 %, respectivamente) para intenção de compra, sendo a formulação II apresentou rejeição na atributo aspecto geral.

4.4 Informação Nutricional

A rotulagem nutricional se refere a toda descrição destinada a informar ao consumidor sobre as propriedades nutricionais de um alimento e deve apresentar obrigatoriamente: valor energético (kcal e kJ), carboidratos (g), proteínas (g), gorduras totais, gorduras saturadas (g), gorduras trans (g), fibra alimentar (g) e sódio (mg). Outros nutrientes, embora dispensados, tais como cálcio e ferro representam uma importante informação ao consumidor e ferramenta de educação nutricional e promoção de saúde (BRASIL, 1998; BRASIL, 2003; ANVISA/MS, 2005).

As declarações nutricionais são de extrema importância para informação ao consumidor, principalmente a indivíduos que apresentam patologias e, buscam na alimentação melhorar a qualidade de vida. Considerando uma porção de 50 g, equivalente a seis unidades de biscoito de farinha mista e sem glúten, a seguir serão apresentadas as informações nutricionais que obtiveram melhor aceitação pelos julgadores.

Nas Tabelas 23 e 24 estão apresentadas as informações nutricionais das formulações I (20,35 g de FA e 29,8 g de FM e 259,57 de farinha de arroz) e V (100 g de FM e 200 g de farinha de arroz), os quais obtiveram as melhores aceitações quanto ao atributo sabor e intenção de compra.

Tabela 23. Informação nutricional definida para a Formulação I.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 50 g (2,5 Unidades)		
Formulação V	Quantidade por porção	%VD (*)
Valor Energético	122,64 Kcal ou 515,08KJ	7
Carboidratos	30,42 g	10
Proteínas	3,5 g	5
Gorduras Totais	1,8 g	4
Trans	ND	**
Fibra alimentar	1,8 g	7
Sódio	201,32 mg	8
Cálcio	25,49 mg	3
Ferro	1,2 mg	8
Magnésio	13,75 mg	5
Potássio	72,21 mg	3

(*) Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kj. Seus valores diários podem ser maiores ou menores. (**) Valor diário não estabelecido. ND – Não determinado.

Tabela 24. Informação nutricional definida para a Formulação V.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 50 g (2,5 Unidades)		
Formulação V	Quantidade por porção	%VD (*)
Valor Energético	136,78 Kcal ou 574,5 KJ	7
Carboidratos	24,47 g	8
Proteínas	2,1 g	3
Gorduras Totais	1,0 g	2
Trans	ND	**
Fibra alimentar	0,9 g	4
Sódio	198,18 mg	8
Cálcio	15,57 mg	2
Ferro	1,0 mg	7
Magnésio	12,96 mg	5
Potássio	68,64mg	3

(*) Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kj. Seus valores diários podem ser maiores ou menores. (**) Valor diário não estabelecido. ND – Não determinado.

Ao analisarmos as informações nutricionais das formulações que obtiveram melhor aceitação verificou-se que a formulação I que apresenta em sua composição farinha de

amaranto resultou em uma composição nutricional superior nos valores de carboidratos, proteínas, gorduras totais e fibras, também um discreto aumento nos minerais como cálcio e ferro.

Comparados aos produtos comercializados hoje em supermercados da região observou-se que o biscoito de farinha mista apresentou um teor elevado de minerais e fibras em sua composição nutricional.

4.5 Custo estimado

O custo estimado dos biscoitos foi realizado a partir de levantamento de preço em três supermercados diferentes da região do Oeste do Paraná. Observou que o valor teve grande alteração no custo com relação a concentração de farinha de amaranto, já que esta é o que mais teve valor em relação aos outros ingredientes, sendo que as formulações com farinha mista apresentaram um custo estimado de R\$ 1,30 para a formulação V; de R\$ 1,60 para a formulação III; de R\$ 1,70 para a formulação I; de R\$ 2,50 para as formulações VII, VIII, IX, X e XI; de R\$ 3,30 para a formulação IV; de R\$ 3,40 para a formulação II e de R\$ 3,80 para a formulação VI.

Observou-se que a formulação VI é o que resultou em maior custo de R\$ 3,80/200g. E a formulação V foi o que teve menor valor, ressaltando que esta formulação foi a que apresentou melhor resposta na intenção de compra, como no caso da formulação I.

Ao comparar o custo do biscoito de farinha mista com os biscoitos sem glúten comercializados em supermercados da região, observou-se que o do presente estudo tem valor abaixo. Se calculados esses custos em função dos preços de fornecedores das matérias-primas utilizadas em processos industriais padronizados, provavelmente esses custos seriam menores.

4.6 Análise Microbiológica

A Tabela 25 apresenta o resultado da análise microbiológica das formulações dos biscoitos de farinha mista e sem glúten.

Os biscoitos elaborados, foram avaliados quanto a sua qualidade microbiológica de acordo com a RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001). Conforme pode ser observado na Tabela 25, todos os micro-organismos patogênicos investigados apresentaram

teores inferiores ao recomendado como máximo para consumo de acordo com a resolução que determina valores para Coliformes a 45^o NPM/g de 10, de *Estafilococcus Coagulase* positiva UFC/g de 5×10^2 e ausência de *Salmonella* sp/25g. Estes resultados indicam que os biscoitos elaborados estão aptos para consumo, ressaltando que o processamento dos biscoitos foi realizado de acordo com as boas praticas de fabricação.

Tabela 25. Análise microbiológica de biscoito de farinha mista e sem glúten

Formulações	Coliformes a 45°C (NPM/g)	<i>Estafilococcus Coagulase</i> positiva (UFC/g)	<i>Salmonella</i> sp (UFC/25 g)
I	< 2,0	< $1,0 \times 10^2$	Ausência
II	< 3,0	< $2,0 \times 10^2$	Ausência
III	< 2,0	< $1,0 \times 10^2$	Ausência
IV	< 1,0	< $1,0 \times 10^2$	Ausência
V	< 3,0	< $2,0 \times 10^2$	Ausência
VI	< 2,0	< $1,0 \times 10^2$	Ausência
VII	< 2,0	< $1,0 \times 10^2$	Ausência
VII	< 1,0	< $1,0 \times 10^2$	Ausência
IX	< 2,0	< $1,0 \times 10^2$	Ausência
X	< 3,0	< $2,0 \times 10^2$	Ausência
XI	< 2,0	< $1,0 \times 10^2$	Ausência

A presença de Coliformes a 45^o C sugere a possibilidade de demais patógenos em um produto alimentícios (ALMEIDA et al., 2002). Os resultados das análises microbiológicas realizadas nos biscoitos de farinha mista e sem glúten encontram-se adequados para o consumo, uma vez que as amostras apresentaram contagem de Coliformes a 45^o C inferiores a indicando pela resolução, também indicam que as condições sanitárias apresentavam-se adequadas no momento do processamento dos biscoitos.

A presença de *Salmonella* sp sugere potencial risco a saúde dos consumidores e falta de processamento adequado durante a fabricação (MACHADO et al., 2002). Das 11 amostras de biscoitos analisadas, verificou-se que as mesmas apresentaram ausência desse microrganismo estando de acordo com a RDC nº 12 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

Nos biscoitos tipo *Cookies* elaborados com aveia e óleo de canola desenvolvido por Peres (2010) observou-se que todos os patógenos encontravam-se de acordo com as recomendações da resolução, assim como neste estudo.

5. CONCLUSÕES

A utilização de farinha mista de amaranto, milho e arroz na elaboração de biscoitos sem glúten demonstrou ser uma proposta promissora em relação aos parâmetros físico-químicos e sensoriais, com boa aceitação por consumidores não familiarizados com o amaranto.

O processo de fabricação e a formulação possibilitaram a obtenção de biscoitos sem glúten de elevado valor nutricional. Estas características mostram o elevado potencial deste novo produto como alternativa de biscoito sem glúten atualmente disponível no mercado, atendendo a crescente demanda por alimentos que associem conveniência a saúde.

As formulações II e IV apresentaram melhores resultados quanto às características nutricionais de macronutrientes e micronutrientes, respectivamente, levando-se em consideração as análises físico-químicas. As formulações I e V apresentaram os melhores resultados de aceitação pela análise sensorial. Frente a essas informações, conclui-se que as formulações com porcentual maior de farinha de amaranto apresentam melhor potencial nutricional quando comparada as demais formulações avaliadas neste estudo.

As formulações I e V foram as que apresentaram a melhor aceitação por parte dos julgadores também apresentaram o menor custo R\$ 1,70 e R\$ 1,30, respectivamente.

6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Embora os resultados do presente estudo tenham se demonstrado satisfatórios, verificando-se significativa vantagem na adição da farinha mista em biscoitos, considera-se importante a realização de novos estudos avaliando os possíveis efeitos do consumo destes biscoitos ao organismo, bem como a avaliação de seu potencial funcional e viabilidade de mercado. Além de se Avaliar o tempo de vida útil dos biscoitos bem como o tipo de embalagem mais indicado para este tipo de produto.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMILHO. **Associação Brasileira das Indústrias de Milho**. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br/processo3.htm>>. Acesso em: 04 de março de 2013.
- ACELBRA – ASSOCIAÇÃO DOS CELÍACOS DO BRASIL. **Dados estatísticos: 2012**. Disponível em: <<http://www.ancelbra.org.br/2004/index.php>>. Acesso em: 16 maio 2013.
- AGUILAR, M.J.R.; PALOMO, P.; BRESSANI, R. Desarrollo de un producto de panificación apto para el adulto mayor a base de harina de trigo Y harina de arroz. **Archivos Latino Americanos de Nutricion**, v.54, n.3, p.314-321, 2004.
- ARAÚJO H.M.C.; ARAÚJO W.M.C.; BOTELHO R.B.A.; ZANDONADI, R.P. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. **Rev Nutr**; 23(3):467-74, 2010.
- ASCHERI, J.L.R.; CARVALHO, C.W.P.; SPEHAR, C.R. Extrusão do amaranto no desenvolvimento de produtos: caracterização físico-química. **Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento**, Rio de Janeiro, 2004.
- AYO, J.A. The effect of amaranth grain flour on the quality of bread. **Int. J. Food Properties**, v. 4, n. 2, p. 341-351, 2001.
- BAI J.; ZEBALLOS E.; FRIED M.; CORAZZA G.; SCHUPPAN D.; FARTHING M.. World Gastroenterology Organisation (WGO) Practice Guidelines: Celiac Disease. New York (US): **World Gastroenterology Organisation**; 18 p. 2007.
- BAPTISTA, M.L.; KODA, Y.K., MITSUNORI, R.; IOSHII, S.O. Prevalence of celiac disease in Brazilian children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 41, p. 621-624, 2005.
- BARADA K.; BITAR A.; MOKEDDEM M.A.R.; HASHASH J.G.; GREEN P. Celiac disease in Middle Eastern and North African countries: a new burden? **World Journal of Gastroenterology**. 16(12), P.1449-57, 2010.
- BERGER, A.; MONNARD, I.; DIONISI, F.; GUMY, D.; HAYES, K.C.; LAMBELET, P. Cholesterol-lowering properties of amaranth flakes, crude and refined oils in hamsters. **Food Chem.**, v. 81, n. 1, p. 119-112, 2003.
- BETSCHART, A.A.; IRVING, D.W.; SHEPHERD, A.D.; SAUNDERS, R.M. *Amaranthus Cruentus*: Milling characteristics, distribution of nutrients within seed components, and the

effects of temperature on nutritional quality. **Journal of Food Science**, v.46, p.1181-1187, 1981.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Química do Processamento de Alimentos**. Editora: Varela - Edição: 3a. Edição 2001.

BRASIL. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução nº 12, de e de janeiro de 2001** – Regulamento Técnico para Padrões Microbiológicos para Alimentos. Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=144> Acesso em: 15 de março de 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada - **RDC Nº 40, de 23 de 21 de marco de 2001**. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/40_01rdc.htm Acesso em 10 de março de 2013.

BRASIL, **Resolução CNNPA nº 14, de 28 de junho de 1978** - Padrão de identidade e qualidade para farinha desengordurada de soja. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento.

BRASIL. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico referente à Informação nutricional complementar. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 jan, 1998, Seção 1, pt1.

BRASIL. **Lei 10.674 de 16 de maio de 2003**. Obriga que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.674.htm Acesso em 29 mar. 2013.

BRASIL. Lei Federal nº 8.543 de 23 de dezembro de 1992. Determina a impressão de advertência em rótulos e embalagens de alimentos industrializados que contenham glúten, a fim de evitar a doença celíaca. **D.O.U**-Diário Oficial da União de 24 de dezembro de 1992.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada - **RDC Nº 40, de 23 de marco de 2001**. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/40_01rdc.htm > Acesso em 14 jun. de 2013

BRASIL. Ministério da Saúde. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução de Diretoria Colegiada - RDC Nº 263, de 22 de Setembro de 2005**. Regulamento Técnico para

Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. Disponível em: <http://www.abima.com.br/dload/13_46_resol_263_05_leg_alim_nac.pdf> Acesso em 14 jun. de 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos**. Resolução n.12, 24 de julho de 1978. Aprova as normas técnicas relativas a alimentos e bebidas. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 24 jul. 1978. p. 11.499-527.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada - **RDC Nº 360, de 23 de Dezembro de 2003**. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2003/rdc/360_03rdc.htm> Acesso em 14 jun. de 2013.

BREENE, W. M. Food uses of grain amaranth. Am.Assoc. **Cereal Chem.**, v. 36, n. 5, p. 426-430, 1991.

BRESSANI, R.; GARCIA-VELA, L.A. Protein fractions in amaranth grain and their chemical characterization. **J Agric Foods Chem**, v. 38, n. 5, p. 1205-9, 1990.

BRIANI C.; SAMAROO D.; ALAEDINI A. Celiac disease: from gluten to autoimmunity. **Autoimmunity Reviews**. 2008;7(8):644-50.

BURINOVA, A.; DODOK, S.; SKROVANKOVA, S.; SERULOVA, D. [The influence of substitution of wheat flour by amaranth flour on fermentative gas production and quality of bread] [resumo]. Rostlinna Vyroba., v. 47, n. 5, p. 276-279, 2001.

CAPRILES, V.D.; COELHO, K.D.; GUERRA-MATIAS, A.C.; ARÊAS, J.A.G. Effects of processing methods on amaranth starch digestibility and predicted glycemic index. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 73, n. 7, p. H160-H164, 2008.

CAPRILES, V.D. **Otimização de Propriedades Nutricionais e Sensoriais de Produtos à Base de Amaranto Enriquecidos com Frutanos, para Intervenção em Celíacos**. 2009. 198 f. Tese (Doutorado em Ciências)-Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

CAPRILES, V.D.; COELHO, K.D.; MATIAS, A.C.G.; ARÊAS, J.A.G. Efeito da adição de amaranto na composição e na aceitabilidade do biscoito tipo cookie e do pão de fôrma. **Alimentos e Nutrição**, v.17, n.3, p.269-274, jul./set., 2006.

CARDOSO, M.B. **Características tecnológicas e funcionais de farinhas mistas de arroz e trigo para elaboração de sopas**. 2003. (Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

CARVALHO, C.N.M et al. **Doença celíaca em tratamento: avaliação da densidade mineral óssea**. J.Pediatr. (Rio J.) vol.79 n.4 Porto Alegre July/Aug. 2003.

CAVALHEIRO, S.F L.; TININIS, C.R.C.S.; TAVANO, O.L.; CUSTODIO, M.F.; ROSSI, E.A.; CARDELLO, H.M.A.B. Biscoito sabor chocolate com resíduo de soja, “OKARA”: Teste afetivo com crianças em idade pré-escolar. **Alimentos e Nutrição**, v. 12, p. 151-162, 2001.

CEGLINSKA, A.; HABER, T.; SZAJEWSKA, A.; BONIECKA, A. [Use expanded amaranthus seeds for enrichment of wheat bread.] [resumo] *Zywnosc.*, v. 10, n. 2, p. 51-56, 2003.

CHAVES, J. B. P.. **Avaliação Sensorial de Alimentos: Método das análises**. UFV. Viçosa, 1980.

CHAVES, J. B. P.. **Prática de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: UFV, 1999. 81p

CHÁVEZ-JÁUREGUI, R.N.; CARDOSOSANTIAGO, R. A.; SILVA, M.E.M.P.; ARÊAS, J. A. G. Acceptability of snacks produced by extrusion of amaranth and blends of chickpea and bovine lung. **Inter. J. Food Sci. Technol.**, v. 38, n. 7, p. 795-798, 2003.

CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento**. <http://www.conab.gov.br/conabweb/> Acessado em março de 2013.

CORREA, A.D.; JOKL, L.; CARLSSON, R. Chemical constituents, in vitro protein digestibility and presence of antinutritional substances in amaranth grains. **Arch. Latinoam. Nutr.**, v. 34,n. 2, p. 319-325, 1986.

COSTA, V. M.M.; BASSINELLO, P. Z.; EIFERT, E.C.; SANTIAGO, R.C. **Elaboração de biscoito tipo Cookies utilizando farinha mista extrusada de grão quebrado de arroz e bandinha de feijão**. Dissertação, UFG. 2010.

CRESPO PÉREZ L., CASTILLEJO G. et al. Non-dietary therapeutic clinical trials in coeliac disease. **European Journal of Internal Medicine**. 23(1), p.9-14, 2012.

- CUPPARI, L. **Guia de nutrição: nutrição clínica no adulto**. 2. ed. Barueri: Manole, 2005. 474 p.
- DEMIRKESEN, I. et al. Rheological properties of gluten-free bread formulations. **Jornal of Food Engineering**. V.96, n.2, p.295-303. 2010.
- DZIEZAK, J. D. Romancing the kernel: a salute to rice varieties. **Food technology. Chicago**, v. 45, n.6, p.74-60, 1991.
- ELIAS, M.C.; FRANCO, D.F. **Pós-Colheita e Industrialização de Arroz**. In: Ariano Martins de Magalhães Júnior; Algenor da Silva Gomes; Alberto Baêta dos Santos. (Org.). **Sistemas de Cultivo de Arroz Irrigado no Brasil**. 1 ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006, v. 1, p. 229-240.
- EARLY, D. , EARLY, J.C. – Transferência de tecnologia indígena para la preparación de la kiwicha (*Amaranthus*). Primeira parte. **El Amaranto y su Potencial Boletín.**, Guatemala, n° 4, p. 8 – 12, 1987
- EL-DASH, A. A.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinhas mistas na produção de biscoitos**. 1. ed. Empresa Brasileira de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos (EMBRAPA – SPI): Brasília, 1994, 47p.
- ESCUADERO, N.; DE ARELLANO, M.; LUCO, J.; GIMENEZ, M.; MUCCIARELLI, S. Comparison of the chemical composition and nutritional value of *Amaranthus cruentus* flour and its protein concentrate. **Plant Foods for Human Nutrition, Netherlands**, v. 59, n. 1, p. 15-21, 2004. <http://dx.doi.org/10.1007/s11130-004-0033-3>
- FARIAS, A.S. **Massas para pizzas com restrição de glúten**. Brasília, 2009. Tese – Centro de Excelência em Turismo, Universidade de Brasília.
- FERREIRA, S.M.R.; LUPARELLI, P.C.; SCHIEFERDECKER, M.E.N; VIELA, R.M. Cookies sem glúten a partir da farinha de sorgo. **Archivo latinoamericano de nutricion**. V.54, n.4, p.433-440, 2009.
- FASOLIN, L.H et al. Biscoito produzidos com farinha de banana: avaliação química, física e sensorial. **Ciência e tecnologia de alimentos**, Campinas, v.27, n.3, p.524-529, jul-set, 2007.
- FRANCO, G. **Tabela de composição de alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1999
- GALVÃO, L.C. et al. **Apresentação clínica de doença celíaca em crianças durante dois períodos, em serviço universitário especializado**. Hospital das Clínicas da Faculdade de

Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – FMRP-USP, Ribeirão Preto, SP vol.41 n.4 São Paulo Oct./Dec. 2004.

GIOVANELLA, C.; SHHLABITZ, C.; SOUZA, C.F.V. Caracterização e aceitabilidade de biscoito preparado com farinha sem glúten. **Rer Brasileira de Tecnologia agroindustrial**. V 07, n. 01, p 965-976. 2013.

GRANATO, D.; ELLENDERSEN, L.de S.N. Almond and peanut flours supplmented with iron as potential ingredients to develop gluten-free cookies. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 29, n. 2, p.395-400, abr./jun. 2009

GUZMÁN-MALDONADO, S.H.; PAREDES-LÓPEZ, O. Productos funcionales de plantas autóctonas de Latinoamérica: amaranto, quínoa, judias y plantas medicinales. In: MAZZA, G. Alimentos funcionales: aspectos bioquímicos y de procesado. Zaragoza: Acribia, 2000. cap 9.

HIBI, M.; HACHIMURA, S.; HASHIZUME, S.; OBATA,T.; KAMINOGAWA, S. Amaranth grain inhibits antigen-specific IgE production through augmentation of the IFN- γ response in vivo and in vitro. **Cytotechnology**, v.43, p.33–40, 2003.

HUSBY S.; KOLETZKO S.; KORPONAY-SZABÓ I.; MEARIN M.; PHILLIPS A.; SHAMIR R, et al. European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition guidelines for the diagnosis of coeliac disease. **Journal of pediatric gastroenterology and nutrition**. 54(1), p.136-60, 2012.

ILO, S.; LIU, Y.; BERGHOFER, E. Extrusion cooking of rice flour and amaranth blends. **Food Science and Technology- Lebensmittel Wissenschaft & Technologie**, Oxford, v. 32, n. 2, p. 79-88, 1999

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. Ed. Brasília, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Contagem da População 2009 e Estimativas da População 2009**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/default.sh>> Acesso em: 09 de março de 2013.

IRVING D.W.; BETSCHART A.A.; SAUNDERS R.M. Morphological studies on *Amaranthus cruentus*. **J Food Sci**. 1981; 46: 1170-1174.

JULIANO, B.O.; BECHTEL, D.B. **The rice and its gross composition**. **Chemists**, 1985. Cap 2. P 17-57.

- JULIANO, B.O.; HICKS, P.A. Rice functional properties and rice food products. **Food Res Int.**, v. 12, p.71-103, 1996.
- 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.
- KAGNOFF, M.F. Overview and pathogenesis of celiac disease. **Gastroenterology**, v. 128, p. S10-18, 2005.
- KALINOWSKI L.S. **Amaranthus sp. El pequeño gigante**. Trabajo presentado al III Congreso Internacional de Cultivos Andinos. La Paz, 1982.
- KENNEDY, G.; BURLINGAME, B. Analysis of food composition data on rice from a genetic resource perspective. **Food Chemistry**, v.80, p.589-596, 2003.
- KOHMANN, L.M. **Desenvolvimento de pão branco e integral livres de glúten e fortificado com cálcio e ferro**. Monografia. UFRGS, 2010.
- KUHN, M.; GOETZ, H.; ZEMBROD, A.; SCHNELL, F.; SEIBOLD, S.; CISSE, M. [Characteristics and technology of amaranth doughs and batters] [resumo]. *Getreide*. v. 54, n. 6, p. 371-375, 2000.
- LAMBERT, E. A. et al. **Avaliação descritiva quantitativa de biscoito salgado**. Revista Universidade Rural: Série Ciências Exatas e da Terra, Seropédica, EDUR, RJ: v.25, n.1-2, p. 09-14, Jan./Dez., 2006.
- LINDFORS K.; MAKI M.; KAUKINEN K. Transglutaminase 2-targeted autoantibodies in celiac disease: Pathogenetic players in addition to diagnostic tools? **Autoimmunity Reviews**. 9 (11), p.744-9, 2010.
- LOPES, S.A.; PASSOS, A.A.C.; AZEVEDO, A.R.; SILVA, A.J.L.; ANDRADE, F.J.E.T. **Elaboração e análise físico-química de biscoitos amanteigados sem glúten adoçados com açúcares alternativos**. VII CONNEPI, 2012
- MAHAN, K.L.; ESCOTT-STUMP, S. **KRAUSE: alimentos, nutrição & dietoterapia**. 10. ed., São Paulo: Roca, 2003. p. 649-655.
- MANLEY, D. **Biscuit, cookie and cracker manufacturing manuals**. Cambridge: Woodhead Publishing Ltda, 1998. 91 p.

MARCÍLIO, R.; AMAYA-FARAN, J.; SILVA, M.A.A.P. Avaliação da Farinha de Amarantho na Elaboração de Biscoito sem Glúten do Tipo Cookie. **Braz. J. Food Technol.**, v.8, n.2, p.175-181, 2005.

MARIANI, M. A. **Análise físico-química e sensorial com farinha de arroz, farelo de arroz e farinha de soja coo alternativa para pacientes celíacos.** TCC, UFRG. 2010.

MENDONÇA, S. **Efeito hipocolesterolemizante da proteína de amaranto (*Amaranthus cruentus* BRS- Alegria) em hamsters.** 2006. 187 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MENDONÇA, S.; SALDIVA, P.H.; CRUZ, R.J.; ARÊAS, J.A.G. Amaranth protein presents cholesterol-lowering effects. **Food Chemistry**, v.116, n.3, p.738-742, 2009.

MENDONÇA, X.M.F.D.; ASCHERI, J.L.R.; ASCHERI, D.P.R.; MAIA, M.C. A. Extrusión de harina mixta de amaranto integral y arroz: Parte 1. Caracterización físicoquímica. **Alimentaria**, Madrid, v. 42, n. 367, p. 74-83, 2005.

MONTEIRO, A.R.G.; MARTINS, M.F. **Processo de desenvolvimento de produtos na indústria de biscoitos: Estudos de casos em fabricantes de médio porte.** In: IV Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos. Gramado, RS, Brasil, Out., 2003.

NABESHIMA, E.H.; EL-DASH, S.S. Modificação química de 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.

NRC (National Research Council). - **Dietary Reference Intakes:** applications in dietary assessment. Washington DC, National Academy Press, 2001.

NIEWINSKI, M. M. Advances in celiac disease and gluten-free diet. *Journal of the American Dietetic Association*. 108(4), p.661-72, 2008.

PAIVA, A.P. **Estudos tecnológico, químico, físico-químico e sensorial de barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais.** 2008. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos.)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PRATESI R.; GANDOLFI L. Doença celíaca: a afecção com múltiplas faces. **J Pediatr**. 81 (5): 357-358, 2005.

PEREZ, P.M. P.; GERMANI, R. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum Melongena, L.*). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 186-192, jan-mar. 2007.

PEDERSEN, B.; KNUDSEN, K.E.B.; EGGUM, B.O. The nutritive value of amaranth grain (*Amaranthus caudatus*). III. Energy and fibre of **raw and processed grain. Plant Foods for Human Nutrition**, v.40, p.61-64, 1990.

QUAGLIA G. **Ciencia y tecnologia de la panificacion**. Zaragoza. Editorial Acribia, 485p, 1992.

RITO NOBRE, S; SILVA, T; PINA CABRAL, J. E. **Doença celíaca revisada**. Universidade de Coimbra, v.14, p.184-193. Coimbra, Portugal, setembro-outubro, 2007

RUBIO-TAPIA A.; KYLE R.A.; KPLAN E.L.; JOHNSON D.R.; PAGE W.; ERDTMANN F. et al. Increased prevalence and mortality in undiagnosed celiac disease. **Gastroenterology**. 137(1), p.88-93, 2009.

SACHINI, I. **Biscoito produzido com farinha sem glúten**. IFEC – RN Bento Gonçalves 2011.

SÁNCHEZ-MARROQUÍN, A. Dos cultivos olvidados de importância agroindustrial; el amaranto y la quinoa. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Guatemala City, 23 (1):11 – 32, 1983.

SANTOS, C.A. et al.. Elaboração de biscoito de farinha de buriti (*Mauritia flexuosa L. f*) com e sem adição de aveia (*Avena sativa L.*). Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Ponta Grossa Paraná - Brasil. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 05, n. 01: p. 262-273. 2011.

SCHAMNE, C. **Obtenção e caracterização de produtos panificado livre de glúten**, Dissertação, UEPG, 2007.

SCHACHTER, M. **The importance of magnesium to human nutrition**. 1996. Disponível em: <<http://www.healthy.net/asp/templates/article.asp?id=541>>. Acesso em: 18 mar. 2013.

SAUNDERS, R.M.; BECKER, R. **Amaranth: a potential food and feed recourse. Adv. Cereal Sci. Technol.**, v.6, p.357-96, 1984.

SDEPANIAN, V. L.; MORAIS, M. B.; FAGUNDES NETO, U. Doença celíaca: avaliação da obediência à dieta isenta de glúten e do conhecimento da doença pelos pacientes cadastrados

na Associação dos Celíacos do Brasil (ACELBRA). **Arq. Gastroenterol.** São Paulo, v.38, p. 232-239, 2001

SEVERO, M.G; MORAES, K. e RUIZ, W.A. **Modificação enzimática da farinha de arroz visando a produção de amido resistente.** *Quím. Nova.* 2010, vol.33, n.2, p. 345-350. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422010000200021>>. Acesso em: 14/03/2013.

SIMAS, K, N. **Resíduo do processamento da plameira-real (*Archontophoenix alexandrae*) orgânica: Caracterização físico-química, aplicação em biscoitos fibrosos sem glúten e avaliação sensorial pelo consumidor celíaco.** 2008. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C A.; SILVEIRA, N.F.A.; **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos.** 2.ed. São Paulo: Varela. 1997.

SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos.** 3ª Edição. Universidade Federal de Viçosa, Editora UFV – 2004.

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

SINDHUJA, A.; SUDHA, M. L.; RAHIM, A. Effect of incorporation of amaranth flour on the quality of cookies. **Eur. Food Res. Technol.,** v. 221, n. 5,p. 597-601, 2005

SOSNOWSKA, B.; ACHREMOWICZ, B. [Trials in the use the amaranthus flour for biscuits baking.] [resumo] *Zywnosc,* v. 7, n. 4, p. 48-53, 2000.

STORCK, C.R. et al. Características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz e transglutaminase. **Brazilian journal of Food technology,** II SSA, P. 71-77. 2009.

TEIXEIRA, D.L.; SPEHAR, C.R.; SOUZA, L.A.R. Agronomic characteristics of amaranth for cultivation in the Brazilian Savannah. **Pesq. Agro. Bras.,** v.38, n.1, p.45-51, 2003.

TOSI, E.A.; CIAPPINI, M.C.; MASCIARELLI, R. Utilización de la harina integral de amaranto (*Amaranthus Cruentus*) en la fabricación de galletas para celíacos. **Alimentaria: revista de tecnología e higiene de los alimentos,** n. 269, p. 49-52, 1996.

TOSI, E.A.; RE, E.D.; MASCIARELLI, R.; SANCHEZ, H.; OSELLA, C.; TORRE, M. A. Whole and defatted hyperproteic amaranth flours tested as wheat flour supplementation in mold breads. **Lebensmittel Wissenschaft Technologie.**, v. 35, n. 5, p. 472-475, 2002.

THOMPSON, T.; DENNIS, M.; HIGGINS, L.A.; LEE, A.R.; SHARRETT, M.K. Gluten-free diet survey: are the Americans with celiac disease consuming recommended amounts of fibre, iron, calcium and grain foods? The British Dietetic Association LTDA. **Jornal of Human Nutrition Dietetic.** V.18, p. 163-169, 2005.

TREDUS, G de A.S.; ORMENESE, R. de C.C.; SPERANZA, S.M.; 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. 21, n. 1, jan/abr 2001.

UTIYAMA, S. R. da R. et. al. **Aspectos genéticos e imunopatogênicos da doença celíaca: visão atual.** Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR. v.41 n.2 São Paulo abr./jun. 2004.

WALLY, A.P.S. **Propriedades físico-química e nutricionais de farinha mista de trigo, arroz e soja para elaboração de pão.** Dissertação, UFP, 2007.

WATSON, S.A. Structure and composition. In: WATSON, S.A.; RAMSTAD, P.E. (Ed) Corn: Chemistry and technology. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1994. Chap.2, p-53-82

VIEIRA, V.C.R. et al. **Hábitos alimentares e consumo de lanches.** Nutrição em Pauta, São Paulo, n. 46, p.14-20, 2001.

VIEIRA, M.A.; et al. Physicochemical and sensory characteristics of cookies containing residue from king palm (*Archontophoenix alexandrae*) processing. **International Journal of Food Science and Technology.** 2007, doi:10.1111/j.1365-2621. 2007.

YÁNEZ. E.; ZACARÍAS, I.; GRANGER, D.; VÁSQUEZ, M.; ESTÉVEZ, A. M. Caracterización química y nutricional del amaranto. **Arch. Latinoam. Nutr.**, v. 44, n. 1, p. 57-62, 1994

ZANDONADI R.P. **Massa de banana verde: uma alternativa para a exclusão do glúten.** [Tese]. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Ciências da Saúde; 2009.

ZIGLIO, B. R.; BEZERRA, J. R. M. V. **Elaboração de biscoito com adição de resíduos (farinha de bagaço de laranja).** Anais do XVI EAIC. 2007, disponível em: <<http://www.eaic.uem.br/artigos/259.doc>>. Acesso em março 2013.

ZHOU, Z. et al. Composition and functional properties of rice. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37. p. 849-868, maio. 2002.

ZUBER, M.S.; DARRAH, L.L. Breeding, genetics and seed corn production. In: WATSON, S.A.; RAMSTAD, P.E. (Ed) *Corn: Chemistry and technology*. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1994. Chap.2, p-31-51.

APÊNDICE

Apêndice I. Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Débora Regina Poletto Pappen, aluna do Mestrado em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada – Campus de Erechim estou desenvolvendo uma pesquisa intitulada “**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITOS SEM GLÚTEN COM FARINHA MISTA DE AMARANTO, MILHO E ARROZ**”. O objetivo deste estudo é elaborar e avaliar diferentes formulações de biscoito com farinha de amaranto, milho e arroz prevendo a identificação da melhor formulação.

Esta pesquisa constará de uma etapa onde os provadores serão convidados a participar do teste sensorial das amostras de biscoito. Os dados serão coletados individualmente através de análise sensorial utilizando o teste de aceitação com escala hedônica, onde o provador deverá avaliar sabor, textura e aspectos gerais dos biscoitos. Cada participante receberá 4 amostras de biscoito juntamente com uma ficha de avaliação. Após provar os produtos os participantes preencherão a escala hedônica.

As amostras não representam riscos à saúde dos participantes.

No decorrer e após a pesquisa será mantido o sigilo das informações obtidas e/ou qualquer dado que possa permitir identificação do participante, garantindo-lhes o anonimato. Posteriormente estes dados poderão ser utilizados para elaboração de artigos e divulgação nos meios científicos e apresentação em eventos.

Fica claro que não existirão despesas ou compensações pessoais para os participantes em qualquer fase de estudo e ocorrendo alguma dúvida em relação ao mesmo poderá ser retirada a qualquer momento, bem como deixar de participar do estudo.

Toledo, 03 de junho de 2013.

Eu, _____,

RG _____ fui esclarecido (a) sobre a pesquisa “**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITOS SEM GLUTÉN COM FARINHA MISTA DE AMARANTO, MILHO E ARROZ**”. Aceito participar voluntariamente e concordo que meus dados sejam utilizados na realização e publicação da mesma.

Assinatura do participante: _____

Assinatura do Pesquisador
Débora Poletto Pappen
Fone: (45) 3053-0513